

ΟΔΗΓΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ
ΣΤΙΣ Α΄, Β΄ ΚΑΙ Γ΄ ΤΑΞΕΙΣ ΛΥΚΕΙΟΥ**

ΠΡΩΤΗ ΕΚΔΟΣΗ, ΑΘΗΝΑ 2021

Πράξη «Αναβάθμιση των Προγραμμάτων Σπουδών και Δημιουργία Εκπαιδευτικού Υλικού
Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης» - MIS: 5035542

Γνωστικό Πεδίο: Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία και Μαθηματικά
Γνωστικό Αντικείμενο/επίπεδο εκπαίδευσης: Χημεία (Λύκειο)

Εμπειρογνώμονες Εκπόνησης του Προγράμματος Σπουδών

Επόπτρια

Παυλάτου Ευαγγελία

Εκπονητές/Εκπονήτρια

Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος, Βαμβακερός Ξενοφών, Βλάσση Μαρία, Γιαλούρης Παρασκευάς,
Μακεδόνας Χριστόδουλος, Παπαδόπουλος Χρήστος

Εισηγητική Επιτροπή

Γκογκόση Παναγιώτα, Γράφας Ιωάννης, Οικονομίδης Σαράντος, Σταμούλης Ευθύμιος

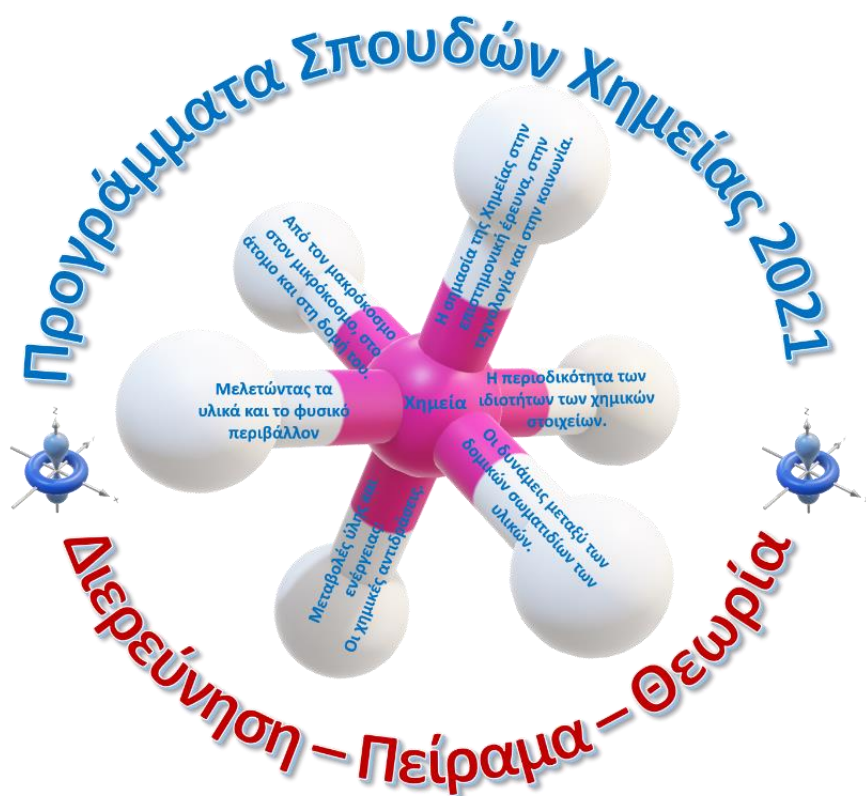
Υπεύθυνη Γνωστικού Πεδίου

Πετροπούλου Γεωργία

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση 2014 -2020»	
	ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ Ιωάννης Αντωνίου, Πρόεδρος ΙΕΠ
Πράξη με τίτλο:	Πράξη «Αναβάθμιση των Προγραμμάτων Σπουδών και Δημιουργία Εκπαιδευτικού Υλικού Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης» - MIS: 5035542
Επιστημονική Ομάδα Έργου:	Αφεντουλίδου Άννα, Σύμβουλος Β΄ ΙΕΠ, Εμβαλωτής Αναστάσιος, Μέλος ΔΣ ΙΕΠ, Κατσαγάνη Γεωργία, Σύμβουλος Α΄ ΙΕΠ, Μαστραπάς Αντώνιος, Σύμβουλος Α΄ ΙΕΠ, Ματσούκας Παναγιώτης, Σύμβουλος Β΄ ΙΕΠ, Μπίλλα Πολυξένη, Σύμβουλος Α΄ ΙΕΠ, Πετροπούλου Γεωργία, Σύμβουλος Α΄ ΙΕΠ, Πήλιουρας Παναγιώτης, Σύμβουλος Α΄ ΙΕΠ, Σαλπασαράνης Κωνσταντίνος, Σύμβουλος Α΄ ΙΕΠ, Σταμούλης Ευθύμης, Σύμβουλος Α΄ ΙΕΠ, Στυλιάρης Ευστάθιος, Προϊστάμενος Γραφείου Στρατηγικής και Πολιτικού Σχεδιασμού ΙΕΠ
Υπεύθυνος Πράξης:	Παναγιώτης Πήλιουρας, Σύμβουλος Α΄ ΙΕΠ
Έργο συγχρηματοδοτούμενο 75% από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και 25% από εθνικούς πόρους.	
 Ευρωπαϊκή Ένωση Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο	 Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Προτεινόμενη αναφορά στο υλικό:

Παυλάτου, Ε., Αποστολόπουλος, Κ., Βαμβακερός, Ξ., Βλάσση, Μ., Γιαλούρης, Π., Μακεδόνας, Χ., Παπαδόπουλος, Χ. (2021). *Οδηγός εκπαιδευτικού Χημεία Λυκείου*. Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



Κατεβλήθη κάθε δυνατή προσπάθεια το περιεχόμενο του Οδηγού, περιλαμβανομένων των οδηγιών για τα περιγραφόμενα πειράματα, να είναι πλήρες και επιστημονικά ορθό. Τα τυχόν λάθη που θα υποπέσουν στην αντίληψη των συγγραφέων θα γίνει προσπάθεια να διορθωθούν σε επόμενες εκδόσεις. Τα πειράματα που περιγράφονται θα πρέπει να αναπαράγονται εντός οργανωμένου εργαστηρίου Χημείας από εκπαιδευόμενους/-ες μαθητές/-τριες πάντα υπό τη διαρκή επίβλεψη και καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού. Για τη διενέργεια εργαστηριακών ασκήσεων είναι απαραίτητο οι ασκούμενοι/-ες να έχουν γνώση των απαιτούμενων μέτρων ασφαλείας και να τα τηρούν απαρεγκλίτως. Το παρόν πόνημα διατίθεται ως έχει και ο εκδότης και οι συγγραφείς δε φέρουν καμία ευθύνη για τυχόν προβλήματα που θα ανακύψουν από τη χρήση του.

Το παρόν υλικό διανέμεται με άδεια Creative Commons – Αναφορά Δημιουργού – Μη Εμπορική Χρήση 4.0 Διεθνής.



Πρόλογος

Ο παρόν Οδηγός Εκπαιδευτικού αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του Προγράμματος Σπουδών (ΠΣ) της Χημείας Γενικού Λυκείου. Φιλοδοξεί να αποτελέσει σημαντικό αρωγό της προσπάθειας των εκπαιδευτικών, που θα κληθούν να το υποστηρίξουν στις σχολικές αίθουσες. Για τον σκοπό αυτό περιλαμβάνει ένα πλήθος πληροφοριών και οδηγιών σχετικά με τη γενική και την ειδική διδακτική, τις προτεινόμενες μεθόδους διδασκαλίας, την αξιολόγηση των μαθητών/-τριών και ολοκληρώνεται με δέκα ενδεικτικά σενάρια διδασκαλίας.

Η ομάδα των εκπονητών μας εργάστηκε, σχεδόν έναν χρόνο, μελετώντας επισταμένως τη διεθνή βιβλιογραφία, καθώς και τις πρακτικές άλλων εκπαιδευτικών συστημάτων, προτείνοντας, τελικά, τις Θεματικές Ενότητες που εντάχθηκαν στα ΠΣ των τριών τάξεων. Παράλληλα, συνεργαζόμενη με την αντίστοιχη ομάδα εκπονητών του Γυμνασίου, εισήγαγε έξι Θεματικά Πεδία, τα οποία διατρέχουν την ύλη όλων των τάξεων της εγκύκλιος εκπαίδευσης και συνδέονται μεταξύ τους ως δυναμικά μέρη ενός συνόλου. Σε αυτά τα Θεματικά Πεδία εντάχθηκαν οι προτεινόμενες Θεματικές Ενότητες, κατά τρόπο ώστε οι διδασκόμενες έννοιες κατά τάξη να συνδέονται μεταξύ τους.

Όσον αφορά τις ίδιες τις Θεματικές Ενότητες έγινε προσπάθεια να εισαχθούν νέες, απαραίτητες για το μάθημα της Χημείας, ενότητες, χωρίς, παράλληλα, να διασαλευθεί ο χαρακτήρας των μαθημάτων της Α΄ και της Β΄ Λυκείου (μαθήματα πλαισίου γενικής παιδείας). Σημαντική προσπάθεια έγινε να εισαχθούν στα μαθήματα της Χημείας και αφορμήσεις για τη διαμόρφωση κοινωνικών στάσεων, όπως π.χ. οι προτεινόμενες συζητήσεις για την Πράσινη Χημεία, την Κυκλική Οικονομία και τις ενεργειακές πολιτικές, τη χρήση του αλκοόλ και των φαρμάκων που εντάσσονται στο ΠΣ της Β΄ Λυκείου, αλλά και προκειμένου να βρεθεί ο απαραίτητος διδακτικός χρόνος να διδαχθούν σύγχρονες ενότητες, όπως η φασματοσκοπία.

Η σημαντική καινοτομία των νέων ΠΣ δεν εντοπίζεται στις διδασκόμενες ενότητες, αλλά στα επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα. Στα νέα ΠΣ οι μαθητές/-τριες γίνονται μέτοχοι της διαδικασίας παραγωγής της νέας γνώσης. Έτσι, πολύ λιγότερες φορές θα χρειαστεί να «αναγνωρίσουν», να «αναφέρουν» και να «εφαρμόσουν». Αντίθετα, θα χρειαστεί να εργαστούν ομαδοσυνεργατικά, να παρατηρήσουν, να μετρήσουν, να συσχετίσουν και τελικά να εξασκήσουν την κριτική τους ικανότητα και τις υπόλοιπες ήπιες δεξιότητές τους.

Στο πλαίσιο των προηγούμενων ΠΣ, τα επιστημονικά μοντέλα και οι σχετιζόμενες με αυτά θεωρίες, αρχικά παρουσιάζονταν στους/στις μαθητές/-τριες ως καθιερωμένες αλήθειες και ακολουθούσε η καθοδηγούμενη άσκηση επί αυτών, με κύριο στόχο την ανάδειξη του τρόπου εφαρμογής των θεωριών και των νόμων στην επίλυση συγκεκριμένων σχολικών προβλημάτων, τα οποία δε συνδέονταν με την καθημερινότητα του/της μαθητή/-τριας ή με σημαντικές εφαρμογές της Χημείας, προτάσσοντας τελικά μια ακαδημαϊκή – παραγωγική προσέγγιση. Το εργαστήριο Χημείας είχε μεν σημαντική θέση, όπου περιοριζόταν σε εργαστηριακές ασκήσεις στις οποίες οι μαθητές/-τριες καθοδηγούνταν βήμα προς βήμα (τύπου συνταγής) να επιβεβαιώσουν την ορθότητα των θεωριών που παρουσιάστηκαν. Η προσέγγιση αυτή δε συνάδει με τις σύγχρονες θεωρίες μάθησης και την εκπαίδευση του 21ου αιώνα, αλλά είναι και σε αντίθεση με τον τρόπο που εξελίσσεται η Χημεία και οι Φυσικές Επιστήμες γενικότερα.

Στο νέο ΠΣ πολλά τμήματα της διδακτέας ύλης προσεγγίζονται επαγωγικά, δηλαδή κάποιες ενότητες ξεκινούν με το πείραμα ή με άλλα παρατηρησιακά δεδομένα. Οι μαθητές/-τριες παρατηρούν φαινόμενα, συγκεντρώνουν πληροφορίες γι' αυτά, κάνουν υποθέσεις, σχεδιάζουν πώς θα τα διερευνήσουν, διαχειρίζονται μεταβλητές, υλοποιούν τον σχεδιασμό τους και συλλέγουν πειραματικά δεδομένα, αναγνωρίζουν μοτίβα/κανονικότητες και εξάγουν συμπεράσματα από αυτά.

Κλείνοντας, εκ μέρους όλης της ομάδας εκπόνησης, θα ήθελα να ευχηθώ σε όλους εσάς τους αναγνώστες συναδέλφους που θα κληθείτε να εφαρμόσετε τα νέα ΠΣ «Καλή Επιτυχία!», ελπίζοντας πως ο οδηγός αυτός θα υποστηρίξει ουσιαστικά και αποτελεσματικά το τόσο σημαντικό έργο σας.

Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή.....	9
1. Πρόγραμμα Σπουδών Χημείας Γενικού Λυκείου	11
1.1. Φυσιογνωμία της Χημείας Γενικού Λυκείου.....	11
1.1.1. Το ΠΣ Χημείας στην Α΄ και Β΄ Λυκείου.....	13
1.1.2. Το ΠΣ Χημείας στη Γ΄ Λυκείου	14
1.1.3. Σκοποί και γενικοί στόχοι της διδασκαλίας γνωστικού αντικειμένου	14
1.2. Το περιεχόμενο της Χημείας Λυκείου – Θεματικά Πεδία	16
1.3. Διδακτική πλαισίωση – Σχεδιασμός μάθησης	26
1.4. Οι καινοτομίες των νέων Προγραμμάτων Σπουδών	27
1.5. Οι εργαστηριακές ασκήσεις στο νέο Πρόγραμμα Σπουδών	30
1.6. Θεωρίες μάθησης και στοιχεία διδακτικής μεθοδολογίας.....	31
1.6.1. Μάθηση.....	31
1.6.2. Θεωρίες μάθησης και στοιχεία διδακτικής μεθοδολογίας	31
1.6.3. Συμπεριφοριστικές Θεωρίες	32
1.6.4. Γνωστικές Θεωρίες – Γνωστικός εποικοδομισμός	33
1.6.5. Ανθρωπιστικές θεωρίες μάθησης.....	35
1.6.6. Θεωρίες κοινωνικής μάθησης – Κοινωνικός εποικοδομητισμός	36
1.6.7. Ομαδοσυνεργατική μέθοδος	36
1.6.8. Διερευνητική διδασκαλία και μάθηση	38
1.7. Η αξιολόγηση του/της μαθητή/-τριας	41
1.7.1. Προβλήματα της αξιολόγησης των μαθητών/-τριών	43
1.7.2. Αθροιστική/τελική αξιολόγηση ή αξιολόγηση της μάθησης (evaluation of learning) ..	43
1.7.3. Εναλλακτικές μορφές αξιολόγησης του/της μαθητή/-τριας	48
1.7.4. Ικανότητες και δεξιότητες	49
1.7.5. Η μεταγνώση (metacognition) και η μάθηση	51
1.7.6. Αξιολόγηση για τη μάθηση	52
2. Παρουσίαση των Προγραμμάτων Σπουδών Χημείας Λυκείου	64
2.1. Συγκεντρωτική απεικόνιση	64
2.2. Αναλυτική απεικόνιση των νέων Προγραμμάτων Σπουδών για τις τρεις τάξεις του Γενικού Λυκείου	81
2.2.1. Αναλυτική απεικόνιση του Προγράμματος Σπουδών της Α΄ τάξης Γενικού Λυκείου	81
2.2.2. Παρατηρήσεις, επισημάνσεις και προεκτάσεις για το Πρόγραμμα Σπουδών της Α΄ Λυκείου	105

2.2.3.	Αναλυτική απεικόνιση του Προγράμματος Σπουδών της Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου	107
2.2.4.	Παρατηρήσεις, επισημάνσεις και προεκτάσεις για το Πρόγραμμα Σπουδών της Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου	133
2.2.5.	Αναλυτική απεικόνιση του Προγράμματος Σπουδών της Γ΄ τάξης Γενικού Λυκείου	144
2.2.6.	Παρατηρήσεις, επισημάνσεις και προεκτάσεις για το Πρόγραμμα Σπουδών της Γ΄ τάξης Γενικού Λυκείου.	193
2.2.7.	Διάρθρωση Θεματικών Πεδίων ανά τάξη και ενδεικτικός προγραμματισμός	204
3.	Ενδεικτικά διδακτικά σενάρια	205
3.1.	Επηρεάζει η θερμοκρασία του νερού την ταχύτητα διάλυσης ενός αναβράζοντος δισκίου;	205
3.1.1.	Ταυτότητα διδακτικού σεναρίου	205
3.1.2.	Σκεπτικό σεναρίου – Επιστημονικό/Γνωστικό περιεχόμενο.....	205
3.1.3.	Προαπαιτούμενες γνώσεις και επιθυμητές δεξιότητες.....	205
3.1.4.	Σκοπός σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα.....	205
3.1.5.	Οργάνωση της διδασκαλίας και απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή	206
3.1.6.	Διδακτική προσέγγιση.....	206
3.1.7.	Αναλυτική περιγραφή διδακτικής πορείας.....	206
3.1.8.	Βιβλιογραφία	216
3.2.	Δομή του ατόμου και κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες.....	217
3.2.1.	Ταυτότητα διδακτικού σεναρίου	217
3.2.2.	Σκεπτικό σεναρίου (και πιθανές αντιλήψεις μαθητών/-τριών για το προς μελέτη θέμα) – Επιστημονικό / Γνωστικό περιεχόμενο	217
3.2.3.	Προαπαιτούμενες γνώσεις και επιθυμητές δεξιότητες.....	217
3.2.4.	Σκοπός σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα.....	217
3.2.5.	Οργάνωση της διδασκαλίας και απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή	218
3.2.6.	Διδακτική προσέγγιση.....	219
3.2.7.	Αναλυτική περιγραφή διδακτικής πορείας.....	220
3.2.8.	Πιθανές επεκτάσεις – προσαρμογές του σεναρίου.....	223
3.2.9.	Βιβλιογραφία - Δικτυογραφία	224
3.2.10.	Φύλλο εργασίας	225
3.3.	Από τη ζάχαρη και το αλάτι στον ιοντικό δεσμό	229
3.3.1.	Ταυτότητα διδακτικού σεναρίου	229

3.3.2.	Σκεπτικό σεναρίου (και πιθανές αντιλήψεις μαθητών/-τριών για το προς μελέτη θέμα) – Επιστημονικό / Γνωστικό περιεχόμενο	229
3.3.3.	Προαπαιτούμενες γνώσεις και επιθυμητές δεξιότητες.....	229
3.3.4.	Σκοπός σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα.....	229
3.3.5.	Οργάνωση της διδασκαλίας και απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή	231
3.3.6.	Διδακτική προσέγγιση.....	231
3.3.7.	Αναλυτική περιγραφή διδακτικής πορείας	232
3.3.8.	Πιθανές επεκτάσεις – προσαρμογές του σεναρίου.....	235
3.3.9.	Βιβλιογραφία - Δικτυογραφία	235
3.3.10.	Φύλλο εργασίας	237
3.4.	Εργαστηριακή Διερεύνηση: Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων σε μικροκλίμακα.....	243
3.4.1.	Η ταυτότητα του σεναρίου	243
3.4.2.	Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα του Προγράμματος Σπουδών	243
3.4.3.	Σχέση με άλλες Θεματικές Ενότητες.....	243
3.4.4.	Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων στη μικροκλίμακα	243
3.4.5.	Σκοποί σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα	244
3.4.6.	Πειραματικό μέρος.....	244
3.4.7.	Διδακτική προσέγγιση και εφαρμογή.....	247
3.4.8.	Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (1η διδακτική ώρα)	247
3.4.9.	Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (2η διδακτική ώρα).....	248
3.4.10.	Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (3η διδακτική ώρα).....	250
3.4.11.	Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (4η διδακτική ώρα).....	252
3.4.12.	Προσαρμογές, επεκτάσεις και σύνδεση με την καθημερινότητα του χημικού	254
3.4.13.	Χρήσιμες ιστοσελίδες.....	254
3.4.14.	Αναφορές	254
3.4.15.	Παράρτημα I: Φύλλο εργαστηριακής άσκησης για την εισαγωγή στις αντιδράσεις καταβύθισης ιόντων.....	256
3.4.16.	Παράρτημα II: Φύλλο εργαστηριακής άσκησης για την εξαγωγή πινάκων διαλυτότητας αλάτων στο νερό.....	257
3.4.17.	Παράρτημα III: Φύλλο εργασίας για την εισαγωγή στις αντιδράσεις καταβύθισης ιόντων.....	259
3.4.18.	Παράρτημα IV: Φύλλο εργασίας άσκησης για την εξαγωγή πινάκων διαλυτότητας αλάτων στο νερό	264
3.4.19.	Παράρτημα V: Φύλλο εργασίας άσκησης για τις πορείες διάκρισης ιόντων και την παραγωγή αερίου προϊόντος.....	268

3.4.20.	Παράρτημα VI: Φύλλο εργασίας άσκησης διάκρισης χημικών ενώσεων	272
3.4.21.	Παράρτημα VII: Φύλλο εργαστηριακής άσκησης για τις πορείες διάκρισης ιόντων και την παραγωγή αερίου προϊόντος	274
3.4.22.	Παράρτημα VIII: Φύλλο εργαστηριακής άσκησης για την ποιοτική ανίχνευση ιόντων.....	275
3.4.23.	Παράρτημα IX: Εναλλακτικό φύλλο εργαστηριακής άσκησης για την εξαγωγή πινάκων διαλυτότητας αλάτων στο νερό.....	277
3.4.24.	Παράρτημα X: Φύλλο εργαστηριακής άσκησης προσδιορισμού ποιότητας νερού στη λίμνη Α.....	277
3.4.25.	Παράρτημα XI: Φύλλο εργασίας άσκησης προσδιορισμού ποιότητας νερού στη λίμνη Α	281
3.5.	Η ύπαρξη στιβάδων και υποστιβάδων	283
3.5.1.	Η ταυτότητα του σεναρίου	283
3.5.2.	Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα του Προγράμματος Σπουδών	284
3.5.3.	Σχέση με άλλες Θεματικές Ενότητες.....	284
3.5.4.	Θεωρητικό μέρος	284
3.5.5.	Σκοποί σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα	292
3.5.6.	Διδακτική προσέγγιση και εφαρμογή.....	292
3.5.7.	Η κατανομή των ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες (1η διδακτική ώρα).....	292
3.5.8.	Η ενέργεια των τροχιακών (2η διδακτική ώρα).....	292
3.5.9.	Παρατηρήσεις επί του πλαισίου εισαγωγής της φωτοηλεκτρονιακής φασματοσκοπίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και απαραίτητες προσαρμογές	293
3.5.10.	Επεκτάσεις και σύνδεση με την καθημερινότητα του/της χημικού	298
3.5.11.	Χρήσιμες ιστοσελίδες.....	299
3.5.12.	Αναφορές	299
3.5.13.	Παράρτημα I: Φύλλο εργασίας για την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες.....	303
3.5.14.	Παράρτημα II: Φύλλο εργασίας άσκησης για τη διερεύνηση της ενέργειας των τροχιακών.....	309
3.6.	Εργαστηριακή διερεύνηση 2.2.: Φασματοφωτομετρική εύρεση περιεκτικότητας διαλύματος	316
3.6.1.	Η ταυτότητα του σεναρίου	316
3.6.2.	Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα του Προγράμματος Σπουδών	316
3.6.3.	Σχέση με άλλες Θεματικές Ενότητες ή/και Θεματικά Πεδία του γνωστικού αντικείμενου ή/και άλλα γνωστικά αντικείμενα:	316
3.6.4.	Θεωρητικό μέρος	316

3.6.5.	Προαπαιτούμενες γνώσεις και επιθυμητές δεξιότητες.....	317
3.6.6.	Σκοποί σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα	318
3.6.7.	Πειραματικό μέρος.....	319
3.6.8.	Διδακτική προσέγγιση και εφαρμογή.....	324
3.6.9.	Προσαρμογές, επεκτάσεις και σύνδεση με την καθημερινότητα του/της χημικού ...	326
3.6.10.	Χρήσιμες ιστοσελίδες.....	326
3.6.11.	Αναφορές	326
3.6.12.	Παράρτημα I: Φύλλο εργασίας προ της εργαστηριακής άσκησης.....	329
3.6.13.	Παράρτημα II: Φύλλο εργασίας εργαστηριακής άσκησης.	331
3.7.	Διερεύνηση παραγόντων που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης	336
3.7.1.	Ταυτότητα διδακτικού σεναρίου	336
3.7.2.	Σκεπτικό σεναρίου – Επιστημονικό/Γνωστικό περιεχόμενο	336
3.7.3.	Προαπαιτούμενες γνώσεις και επιθυμητές δεξιότητες	336
3.7.4.	Σκοπός σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα	336
3.7.5.	Οργάνωση της διδασκαλίας και απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή	337
3.7.6.	Διδακτική προσέγγιση	337
3.7.7.	Αναλυτική περιγραφή διδακτικής πορείας	338
3.7.8.	Βιβλιογραφία	353
3.8.	Ρυθμιστικά διαλύματα.....	354
3.8.1.	Ταυτότητα διδακτικού σεναρίου	354
3.8.2.	Σκεπτικό σεναρίου (και πιθανές αντιλήψεις μαθητών/-τριών για το προς μελέτη θέμα) – Επιστημονικό/Γνωστικό περιεχόμενο.....	354
3.8.3.	Προαπαιτούμενες γνώσεις και επιθυμητές δεξιότητες	354
3.8.4.	Σκοπός σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα	354
3.8.5.	Οργάνωση της διδασκαλίας και απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή	355
3.8.6.	Διδακτική προσέγγιση	355
3.8.7.	Αναλυτική περιγραφή διδακτικής πορείας	357
3.8.8.	Πιθανές επεκτάσεις – Προσαρμογές σεναρίου.....	359
3.8.9.	Βιβλιογραφία - Δικτυογραφία.....	359
3.8.10.	Παράρτημα - φύλλα εργασίας.....	360
3.9.	Ηλεκτροχημεία	370
3.9.1.	Ταυτότητα διδακτικού σεναρίου	370
3.9.2.	Σκεπτικό σεναρίου (και πιθανές αντιλήψεις μαθητών/-τριών για το προς μελέτη θέμα) – Επιστημονικό / Γνωστικό περιεχόμενο	370
3.9.3.	Προαπαιτούμενες γνώσεις και επιθυμητές δεξιότητες	371

3.9.4. Σκοπός σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα	371
3.9.5. Οργάνωση της διδασκαλίας και απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή	372
3.9.6. Διδακτική προσέγγιση	372
3.9.7. Αναλυτική περιγραφή διδακτικής πορείας	372
3.9.8. Πιθανές επεκτάσεις – Προσαρμογές σεναρίου	379
3.9.9. Βιβλιογραφία - Δικτυογραφία	379
3.9.10. Παράρτημα	380
3.9.11. Φύλλα Εργασίας.....	381
3.10. Πρωτοταγείς, δευτεροταγείς, τριτοταγείς αλκοόλες.	401
3.10.1. Ταυτότητα διδακτικού σεναρίου	401
3.10.2. Σκεπτικό σεναρίου (και πιθανές αντιλήψεις μαθητών/-τριών για το προς μελέτη θέμα) – Επιστημονικό/Γνωστικό περιεχόμενο	401
3.10.3. Προαπαιτούμενες γνώσεις και επιθυμητές δεξιότητες	402
3.10.4. Σκοπός σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα	402
3.10.5. Οργάνωση της διδασκαλίας και απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή	402
3.10.6. Διδακτική προσέγγιση	403
3.10.7. Αναλυτική περιγραφή διδακτικής πορείας	404
3.10.8. Πιθανές επεκτάσεις – Προσαρμογές σεναρίου	407
3.10.9. Βιβλιογραφία	407
3.10.10. Φύλλο εργασίας.....	409
3.10.11. Φύλλο αξιολόγησης.....	415
4.1. Βιβλιογραφία για τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.....	417
Βιβλιογραφία για την αξιολόγηση του/της μαθητή/-τριας	419
Βιβλιογραφία για τη φυσιognωμία των ΠΣ της Χημείας και τον σχολικό χρόνο	420
Βιβλιογραφία για τη φυσιognωμία των ΠΣ των ΦΕ.....	421

Εισαγωγή

Ο Οδηγός Εκπαιδευτικού για τη Χημεία του Γενικού Λυκείου έχει σκοπό να αναδείξει το περιεχόμενο και τις διδακτικές μεθοδολογίες που εισάγει το Πρόγραμμα Σπουδών (ΠΣ). Περιλαμβάνει θεωρητική θεμελίωση, διδακτικά σενάρια και φύλλα εργασίας, ενδεικτικούς προγραμματισμούς Θεματικών Ενότητων, ενδεικτικού ψηφιακού υλικού ανά ενότητα, παρατηρήσεις, επισημάνσεις και προεκτάσεις επί του ΠΣ, που θα βοηθήσουν τον/την εκπαιδευτικό στην προσπάθειά του/της να υλοποιήσει κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο το νέο Πρόγραμμα Σπουδών Χημείας.

Στην **1^η ενότητα** παρουσιάζονται:

- η φυσιογνωμία της Χημείας Γενικού Λυκείου,
- ο σκοπός και οι στόχοι της διδασκαλίας του γνωστικού αντικείμενου,
- το περιεχόμενο – Θεματικά Πεδία,
- η διδακτική πλασίωση και ο σχεδιασμός τη μάθησης,
- οι καινοτομίες των νέων ΠΣ,
- οι εργαστηριακές ασκήσεις,
- οι θεωρίες μάθησης με στοιχεία διδακτικής μεθοδολογίας με έμφαση στις συνεργατικές προσεγγίσεις και στη διερευνητική διδασκαλία, καθώς και στην καλλιέργεια δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα (ήπιες δεξιότητες «soft skills» ή εγκάρσιες δεξιότητες «transversal skills»),
- η αξιολόγηση του/της μαθητή/-τριας με έμφαση και στις εναλλακτικές μορφές αξιολόγησης του/της μαθητή/-τριας.

Στη **2^η ενότητα** παρουσιάζεται αναλυτικά το νέο ΠΣ, οι ενδεικτικές ώρες που απαιτούνται για την ανάπτυξη της ύλης κάθε ενότητας, καθώς και ενδεικτικές δραστηριότητες.

Η **3^η ενότητα** αποτελείται από διδακτικά σενάρια με έμφαση στα σημεία που εισάγονται νέες σύγχρονες Θεματικές Ενότητες, όπου με κατάλληλα φύλλα εργασίας επιδιώκουν:

- α) να προσφέρουν ιδέες σχετικά με την εφαρμογή των μεθοδολογιών αυτών στην καθημερινή διδακτική πράξη,
- β) να προτείνουν εργαστηριακές προσεγγίσεις κατά κανόνα διερευνητικές, δεδομένου ότι η Χημεία είναι κατεξοχήν εργαστηριακό μάθημα.

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες τα πραγματικά πειράματα δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν, είτε λόγω υψηλού κόστους, είτε γιατί είναι χρονοβόρα, είτε γιατί είναι επικίνδυνα όταν πραγματοποιούνται από μαθητές/-τριες, παρουσιάζονται προτάσεις αξιοποίησης των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας (ΤΠΕ), με εικονικά πειράματα, προσομοιώσεις και βιντεοσκοπημένα πειράματα.

Το τελευταίο μέρος (**4^η ενότητα**) είναι αφιερωμένο σε σχετική προτεινόμενη βιβλιογραφία και δικτυογραφία.

Επισημαίνεται ότι η εφαρμογή των διδακτικών σεναρίων και των φύλλων εργασίας δεν είναι πάντα εύκολη ή χωρίς κόπο. Ωστόσο, τα περισσότερα από αυτά έχουν ήδη εφαρμοστεί και βελτιωθεί μετά από ανατροφοδότηση από συναδέλφους, ώστε να παραδίνονται στους/στις εκπαιδευτικούς με την πεποίθηση ότι δεν είναι απλώς προτάσεις για εφαρμογή, αλλά καλές πρακτικές που έχουν δοκιμαστεί σε μαθητές/-τριες του Γενικού Λυκείου σε πραγματικές συνθήκες και έχουν θετικά αποτελέσματα.

Στο ερώτημα του/της εκπαιδευτικού «μα καλά πότε θα προλάβω να τα εφαρμόσω όλα αυτά;» προτείνεται να ξεκινήσει από αυτά που του/της φαίνονται πιο προσιτά και πιο εύκολα, και να τα υλοποιήσει σύμφωνα με τις συνθήκες, τα μέσα και τους/τις μαθητές/-τριες του σχολείου στο οποίο εργάζεται.

Εύλογο είναι ότι τα διδακτικά σενάρια και τα φύλλα εργασίας θα πρέπει να αντιμετωπιστούν από τους/τις εκπαιδευτικούς κριτικά και κατά περίπτωση. Αποτελούν προτάσεις και μόνο, για την υποστήριξη του σύνθετου έργου της διδασκαλίας. Πρόκειται για έναν «οδηγό» και όχι για «συνταγές» που έχουν πάντα αποτέλεσμα. «Συνταγές» καθολικής ισχύος για τη διδασκαλία κάποιου γνωστικού αντικειμένου δεν υπάρχουν γιατί το μαθητικό δυναμικό και οι συνθήκες λειτουργίας διαφέρουν πολύ από τμήμα σε τμήμα. Μόνο ο/η εκπαιδευτικός μέσα από τη γνώση του διδακτικού αντικειμένου, του Προγράμματος Σπουδών, των συνθηκών λειτουργίας του σχολείου, των μαθητών/-τριών του/της και τη σχέση που έχει αναπτύξει μαζί τους, είναι ικανός/-ή να κάνει τις απαραίτητες προσαρμογές και να προσδιορίσει τα μέσα (προσαρμογή στο μικροεπίπεδο) με τα οποία θα επιτύχει τις επιδιώξεις του Προγράμματος Σπουδών σε κάθε ενότητα.

Ο Οδηγός φιλοδοξεί να υποστηρίξει τους/τις εκπαιδευτικούς στην προσπάθειά τους να προετοιμάσουν τους/τις μαθητές/-τριες για τις κοινωνίες του 21ου αιώνα που χαρακτηρίζονται από ραγδαία ανάπτυξη των επιστημών και της τεχνολογίας σε ένα περιβάλλον οικονομικής και πολιτισμικής παγκοσμιοποίησης, το οποίο επιφέρει πολυπλοκότητα και αβεβαιότητα καθώς και σημαντικές αλλαγές στη δομή της απασχόλησης, με μετατόπιση σε θέσεις εργασίας που δεν εστιάζουν σε γνωστικές ρουτίνες και επαναλαμβανόμενα καθήκοντα, αλλά απαιτούν ικανό γνωστικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο θα οικοδομηθούν επιστημονικές, τεχνολογικές, ψηφιακές και ήπιες/εγκάρσιες δεξιότητες καθώς και κατάλληλες στάσεις.

Η προσπάθεια αυτή απαιτεί τον σταδιακό μετασχηματισμό των διδακτικών πρακτικών προς την κατεύθυνση της διαμόρφωσης κατάλληλων μαθησιακών περιβαλλόντων και μαθησιακών διαδικασιών μέσω των οποίων διευκολύνεται/υποστηρίζεται η οικοδόμηση των επιδιωκόμενων γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων από τα ενεργά υποκείμενα, δηλαδή τους/τις μαθητές/-τριες.

1. Πρόγραμμα Σπουδών Χημείας Γενικού Λυκείου

1.1. Φυσιογνωμία της Χημείας Γενικού Λυκείου

Η Χημεία ως Φυσική Επιστήμη χαρακτηρίζεται από το δικό της ερευνητικό πεδίο, τις ερευνητικές μεθόδους που χρησιμοποιεί, τις θεωρίες και νόμους, τη συγκρότηση, την ιστορική εξέλιξη και την οριοθέτησή της. Αναγνωρίζεται διεθνώς ως κεντρική επιστήμη. Ως τέτοια, συνεισφέρει σημαντικά στο περιεχόμενο άλλων επιστημών, όπως της Βιολογίας, Φαρμακευτικής, Γεωπονίας, Γεωλογίας, Ιατρικής, Επιστήμης Περιβάλλοντος, Επιστήμης Υλικών, Αρχαιολογίας, Μηχανικής, καθώς επίσης και ως βασικός παράγοντας οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης μιας χώρας.

Η αλματώδης πρόοδος της Χημείας αντανακλάται σε όλες σχεδόν τις πτυχές της καθημερινής, οικονομικής και κοινωνικής ζωής και συμβάλλει στη συνεχή βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου, μέσα από:

- την παραγωγή νέων υλικών (κράματα υψηλής απόδοσης, βιομημητικά υλικά, ημιαγωγοί, οπτικές ίνες, βιοπολυμερή, αγώγιμα πολυμερή, νανοσύνθετα υλικά, ανθρακονήματα κ.ά.),
- την παροχή φτηνής και άφθονης ενέργειας από κατάλληλα καύσιμα (γαιάνθρακες, πετρέλαιο, βενζίνη, φυσικό αέριο, υγραέριο, βιοκαύσιμα κ.ά.),
- τη βελτίωση της υγείας και της ευεξίας (φάρμακα, διαγνωστικά αντιδραστήρια, συμπληρώματα διατροφής, φακοί επαφής κ.ά.),
- τη βελτίωση της υγιεινής (σαπούνια, απορρυπαντικά, απολυμαντικά, αντισηπτικά κ.ά.),
- την αυξημένη παραγωγικότητα των αγροτικών καλλιεργιών (λιπάσματα, φυτοφάρμακα κ.ά.),
- τη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τροφίμων και τον αυξημένο χρόνο συντήρησής τους (γλυκαντικές ύλες, χρωστικές τροφίμων, βελτιωτικά οσμής και γεύσης, συντηρητικά κ.ά.),
- ποιοτικότερες οικιστικές κατασκευές με βελτιωμένα οικοδομικά υλικά (κονιάματα, χάλυβας, αλουμίνιο, υαλοπίνακες, κεραμικά, χρώματα και επιχρίσματα αυτοκαθαριζόμενα, μονωτικά κ.ά.),
- την αύξηση της άνεσης, της ευχαρίστησης και της πολυτέλειας (νέες υφάνσιμες ίνες, βαφές, χαρτί, καλλυντικά, αρώματα, οικιακά σκεύη και στολίδια, φιλμ, πυροτεχνήματα κ.ά.),
- τα υλικά της χημικής βιομηχανίας (πρώτες ύλες, βασικά χημικά, εκρηκτικά, μέταλλα, κράματα, ψυκτικά υγρά κ.ά.),
- την προστασία του περιβάλλοντος με παραγωγή φιλικών προς το περιβάλλον χημικών, τεχνικές αειφορικής διαχείρισης, παρακολούθηση της ρύπανσης σε ατμόσφαιρα, ύδατα και έδαφος (σύγχρονες μέθοδοι χημικής ανάλυσης) κ.ά.

Εύλογο είναι ότι με αυτό το πλήθος επιστημονικών και τεχνολογικών εφαρμογών, παράλληλα αναπτύσσεται προβληματισμός και διλήμματα σχετικά με τις ηθικές και κοινωνικές επιπτώσεις από την ανεξέλεγκτη εφαρμογή χημικών, όπως η υπερκατανάλωση καυσίμων και η συνοδός ρύπανση της ατμόσφαιρας, η κατάχρηση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, η εκτεταμένη χρήση μη βιοδιασπώμενων πλαστικών, τα τοξικά και καρκινογόνα παραπροϊόντα των βιομηχανικών χημικών διεργασιών, καθώς και η εξάντληση των φυσικών πόρων.

Επειδή η Χημεία συνδέεται άρρηκτα με βασικούς τομείς της σύγχρονης κοινωνίας, όπως η υγεία, η διατροφή, τα προϊόντα καθημερινής χρήσης, η ποιότητα της ζωής, το περιβάλλον, η επιστημονική έρευνα, οι τεχνολογικές εφαρμογές αιχμής, η παραγωγή προϊόντων, η παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας κ.ά., ένας σημαντικός βαθμός χημικού εγγραμματισμού είναι απολύτως απαραίτητος στον/στην μαθητή/-τρια και μελλοντικό/-ή πολίτη προκειμένου να είναι ικανός/-ή να:

- κατανοεί τις ιδιότητες και να διαχειρίζεται με ασφάλεια ένα διαρκώς αυξανόμενο αριθμό καθημερινών χημικών προϊόντων,

- κατανοεί τα θετικά και τις επιπτώσεις από ευρύτερες εφαρμογές των χημικών προϊόντων και ανακαλύψει,
- συμμετάσχει σε επιστημονικό διάλογο και στη λήψη αποφάσεων σε μια σειρά από κρίσιμα θέματα, όπως την αειφορική παραγωγή ενέργειας, την ποιότητα και ασφάλεια του νερού και των τροφίμων, τη διασφάλιση της υγείας του ανθρώπου και την προστασία του περιβάλλοντος σε τοπικό και σε ευρύτερο επίπεδο.

Παράλληλα, η Χημεία έχει εκ φύσεως έναν ισχυρό διερευνητικό εργαστηριακό χαρακτήρα. Το εργαστήριο είναι ο συγκεκριμένος χώρος όπου υποστηρίζεται η ομαδικότητα και η επικοινωνία, καλλιεργείται η παρατήρηση, ο σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος, η διαχείριση μεταβλητών, η συλλογή και επεξεργασία πειραματικών δεδομένων, η εξαγωγή συμπερασμάτων και η αξιολόγηση της επιστημονικής μελέτης. Επιπρόσθετα, αναπτύσσεται η κινητική επιδεξιότητα, η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα και η ικανότητα επίλυσης προβλήματος. Με άλλα λόγια, η Χημεία πέρα από μοχλός ανάπτυξης της οικονομίας και της κοινωνίας, με την ισχυρή μεθοδολογική και εργαστηριακή διάστασή της παρέχει ένα απολύτως απαραίτητο εννοιολογικό πλαίσιο για τον σύγχρονο πολίτη και καλλιεργεί σε υψηλό βαθμό την ανάπτυξη δεξιοτήτων όπως κριτική σκέψη, δημιουργικότητα και καινοτομία, επικοινωνία, συνεργασία, διαχείριση μεταβλητών, επίλυση προβλήματος κ.ά., καθώς και στάσεις και αξίες σχετικά με τη Χημεία και τις Φυσικές Επιστήμες, την επιστημονική έρευνα, την υπεύθυνη επιστημονική και τεχνολογική ανάπτυξη και την αειφορική διαχείριση των φυσικών πόρων.

Από τα προηγούμενα καθίσταται φανερό ότι η Χημεία αποτελεί ιδανικό γνωστικό αντικείμενο για όλες τις τάξεις της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, δεδομένου ότι παρέχει το πλαίσιο για διαπραγμάτευση ενδιαφερόντων καθημερινών φαινομένων και καταστάσεων και σύγχρονων θεμάτων με βιωματικές, διαφοροποιημένες, διερευνητικές, εργαστηριακές προσεγγίσεις, εναλλακτικές μορφές αξιολόγησης και αναστοχαστικές πρακτικές που καλύπτουν όλες τις εκπαιδευτικές επιδιώξεις των σύγχρονων κοινωνιών, όπως:

- α) Η προσωπική ανάπτυξη των μαθητών/-τριών με υιοθέτηση σύγχρονων θεωρήσεων του κόσμου, ορθολογική ανάλυση των ζητημάτων, λειτουργικές γνώσεις για θέματα που άπτονται της σύγχρονης ζωής σε ατομικό, τοπικό, εθνικό και ευρύτερο επίπεδο, με ικανότητες αυτόνομης και διά βίου μάθησης.
- β) Η ανάπτυξη θετικών στάσεων για την υπεύθυνη επιστημονική έρευνα και τεχνολογική ανάπτυξη, την αειφορική διαχείριση, την προστασία του περιβάλλοντος κ.ά.
- γ) Η κατάλληλη προετοιμασία για τις κοινωνίες του 21ου αιώνα που χαρακτηρίζονται από ραγδαία ανάπτυξη των επιστημών και της τεχνολογίας, ώστε να μπορούν να ευημερούν σε αυτές, αλλά και να τις βοηθούν να εξελιχθούν περαιτέρω.
- δ) Η πολύπλευρη γνωστική, συναισθηματική και πνευματική ανάπτυξη, ώστε ανεξάρτητα από φύλο και καταγωγή, να έχουν τη δυνατότητα να εξελιχθούν σε ολοκληρωμένες προσωπικότητες (Ν. 4186/2013 και Ν. 1566/85).
- ε) Η ανάπτυξη προσωπικοτήτων, οι οποίες και υπερασπίζονται τις αξίες της ελευθερίας, της δημοκρατίας, της συλλογικότητας και της αλληλεγγύης (Ν. 4186/2013).

Ένα ΠΣ πρέπει να λαμβάνει υπόψη του όλες τις διαστάσεις που πρέπει να έχει η διδακτέα ύλη:

- Τον διαθέσιμο διδακτικό χρόνο, ο οποίος είναι καθορισμένος και περιοριστικός.
- Το πλάτος της διδακτέας ύλης, δηλαδή το πλήθος των ενοτήτων που θα μελετηθούν.
- Το βάθος της διδακτέας ύλης, δηλαδή σε ποιο επιστημονικό επίπεδο θα φτάσει η ανάπτυξη του περιεχομένου. Εύλογο είναι ότι τυχόν αύξηση του πλάτους πρέπει να συνοδεύεται με μείωση του βάθους σε ορισμένες ενότητες.

- Την πυκνότητα των εννοιών της διδακτέας ύλης. Μια Θεματική Ενότητα ενδέχεται να έχει πολύ μεγάλη πυκνότητα εννοιών, σε αντίθεση με μια άλλη η οποία ενδέχεται να μην έχει. Κατά συνέπεια δεν είναι δυνατόν και σωστό να προσεγγιστεί με τον ίδιο τρόπο σε εμφάθυση και απαιτούμενο διδακτικό χρόνο.
- Τη σημαντικότητα. Ορισμένες περιοχές και ενότητες της ύλης ενδέχεται να έχουν πολύ μεγάλο ειδικό βάρος σε σχέση με άλλες λόγω διαφόρων παραμέτρων, όπως η πυκνότητα των εννοιών, η εισαγωγή νέων σύγχρονων εννοιών/θεωριών, η βαρύτητα που μπορεί να έχουν ως υποψήφια θέματα σε εξετάσεις.
- Τη διδακτική διάσταση, δηλαδή την παιδαγωγική, ψυχολογική, επιστημονική και επιστημολογική προσέγγιση. Για παράδειγμα, η διερευνητική διδακτική προσέγγιση (π.χ. πειραματική-εργαστηριακή ή μέσω δραστηριοτήτων ή μέσω μεθόδου project) απαιτεί εξοικείωση και σαφώς περισσότερο διδακτικό χρόνο από την παραδοσιακή διδακτική προσέγγιση. Σύγχρονες έρευνες δείχνουν ότι έχει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα (Senol & Ozge, 2017· Farah & Ayoubi, 2020· Sen, Goeltz & Cuevas, 2021).

1.1.1. Το ΠΣ Χημείας στην Α' και Β' Λυκείου

Η Χημεία στην Α' και Β' τάξη του Γενικού Λυκείου αποτελεί μάθημα γενικής παιδείας και απευθύνεται σε όλους/-ες τους/τις μαθητές/-τριες.

Ως εκ τούτου, το ΠΣ Χημείας της Α' και Β' τάξης Γενικού Λυκείου επιδιώκει να υπερβεί την παραδοσιακή αντίληψη που επικρατεί διαχρονικά στα ΠΣ Χημείας και να δώσει έμφαση στον σχεδιασμό πιο μαθητοκεντρικών και αυθεντικών διδακτικών παρεμβάσεων, καθώς επίσης στην αναβάθμιση της σχέσης ανάμεσα στο εννοιολογικό περιεχόμενο και την πολιτισμική/κοινωνική διάσταση της Χημείας.

Για τους λόγους αυτούς το ΠΣ δίνει έμφαση:

- Στην υποθετικο-παραγωγική προσέγγιση (εισαγωγή υπόθεσης για εμπειρικό φαινόμενο, πειραματισμός - συλλογή δεδομένων - εξαγωγή συμπερασμάτων από τα δεδομένα, επιβεβαίωση ή απόρριψη της υπόθεσης - προτάσεις - γενικό συμπέρασμα).
- Στη χρήση ενεργητικών μεθόδων διδασκαλίας και μάθησης.
- Στην ανακάλυψη και όχι στη μεταφορά γνώσεων.
- Στην οργανική ένταξη πολιτισμικοκοινωνικών στοιχείων.

Ειδικότερα:

- 1) Έχει σαφή και επιτεύξιμα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα, τα οποία πέρα από την κατάκτηση εννοιών δίνουν έμφαση και στην καλλιέργεια δεξιοτήτων και στάσεων.
- 2) Αξιοποιεί συστηματικά τη διερευνητική διδακτική προσέγγιση, συνήθως με χρήση του εργαστηρίου Χημείας.
- 3) Συνδέει κεντρικές ιδέες της Χημείας με την καθημερινότητα των μαθητών/-τριών, την κοινωνία και το περιβάλλον, εισάγοντας ταυτόχρονα αρκετά θέματα σύγχρονης Χημείας. Έτσι, νοηματοδοτείται καλύτερα το περιεχόμενο του μαθήματος και ενισχύεται το ενδιαφέρον και η εμπλοκή των μαθητών/-τριών στο μάθημα.
- 4) Παρουσιάζει περισσότερες ενότητες Χημείας, οι οποίες μελετώνται, όμως, σε μικρότερο βάθος.
- 5) Αξιοποιεί μελέτες περίπτωσης που αναδεικνύουν την αξία της Χημείας, της επιστημονικής έρευνας, της προστασίας περιβάλλοντος, της ορθής διαχείρισης της τεχνολογικής ανάπτυξης και της κοινωνικής δράσης, όταν απαιτείται.
- 6) Εισάγει νέες μορφές αξιολόγησης του/της μαθητή/-τριας με έμφαση στην αξιολόγηση για τη μάθηση.

Το ΠΣ Χημείας στοχεύει στο να αναπτύξει γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις και αξίες που είναι απαραίτητες στον σύγχρονο πολίτη και ειδικότερα επιδιώκεται οι μαθητές/-τριες να:

- Κατακτήσουν ένα επαρκές και συνεκτικό σώμα χημικών γνώσεων, το οποίο αφενός θα τους προσφέρει εννοιολογικά και μεθοδολογικά εργαλεία για να συνεχίσουν να μαθαίνουν αυτόνομα, και αφετέρου να εφοδιάσει τον μελλοντικό πολίτη με μια κουλτούρα επιστημονικής διερεύνησης των πραγμάτων, η οποία θα του δίνει πλεονέκτημα έναντι απόψεων, πεποιθήσεων, προκαταλήψεων και βεβαιοτήτων που αξιοποιούν οι διάφοροι μηχανισμοί χειραγώγησης.
- Αναπτύξουν ικανότητες απαραίτητες τόσο για την πολύπλευρη ανάπτυξή τους όσο και για την ικανοποιητική και ενεργό συμμετοχή τους στη σύγχρονη κοινωνική και πολιτιστική ζωή, όπως αναλυτική και κριτική σκέψη, δημιουργικότητα και καινοτομία, ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, δεξιότητες επικοινωνίας και συνεργασίας, συνετή και εποικοδομητική χρήση των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας.
- Αναπτύξουν αξίες, στάσεις και συμπεριφορές που διακρίνουν τον ενημερωμένο, δημοκρατικό πολίτη.

1.1.2. Το ΠΣ Χημείας στη Γ' Λυκείου

Στη Γ' τάξη η Χημεία διδάσκεται έξι (6) ώρες την εβδομάδα, μόνο στους/στις μαθητές/-τριες του προσανατολισμού Θετικών Σπουδών, στο επιστημονικό πεδίο των «Τεχνολογικών και Θετικών Σπουδών» και στο επιστημονικό πεδίο «Σπουδών Υγείας και Ζωής».

Επειδή το μάθημα συνδέεται ισχυρά με την πρόσβαση στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση, το ΠΣ Χημείας της τάξης αυτής διαφοροποιείται, ως έναν βαθμό, από το αντίστοιχο ΠΣ της Α' και Β' τάξης. Πιο συγκεκριμένα δίνει μεγαλύτερη έμφαση σε πιο απαιτητικές ενότητες σύγχρονης Χημείας και επιδιώκει την κατάκτηση της εννοιολογικής και διαδικαστικής γνώσης που τις δομούν, χωρίς να δίνει έμφαση στην επίλυση μεγάλου αριθμού αλγοριθμικών και μαθηματικοποιημένων ασκήσεων.

Συνοψίζοντας, το ΠΣ Χημείας της Γ' τάξης Γενικού Λυκείου δίνει μεγαλύτερη έμφαση:

- στο εννοιολογικό και διαδικαστικό μέρος με μείωση του αντίστοιχου περιγραφικού και εκτενέστερη ανάπτυξη των κεντρικών εννοιών.
- στο πρακτικό μέρος με ανάπτυξη δεξιοτήτων εφαρμογής της γνώσης.
- στην προαγωγή της επιστημονικής σκέψης, της πρωτοβουλίας, της δημιουργικότητας και των ικανοτήτων των μαθητών/-τριών.
- στην καλλιέργεια δεξιοτήτων, οι οποίες θα αποτελέσουν εφόδια των μαθητών/-τριών για την πρόσβασή τους στην αγορά εργασίας.
- στην κοινωνική ευαισθητοποίηση με την αναφορά των εφαρμογών της Χημείας στην επίλυση καθημερινών προβλημάτων.

1.1.3. Σκοποί και γενικοί στόχοι της διδασκαλίας γνωστικού αντικειμένου

Ο σκοπός της διδασκαλίας της Χημείας στο Γενικό Λύκειο είναι διττός, αφενός να συμβάλει στην ολόπλευρη ανάπτυξη όλων των μαθητών και μαθητριών, ώστε να εξελιχθούν σε ολοκληρωμένες προσωπικότητες, και αφετέρου να τους/τις προετοιμάσει για το διαρκώς μεταβαλλόμενο κοινωνικο-οικονομικό και εργασιακό περιβάλλον των κοινωνιών του 21ου αιώνα, ώστε να μπορούν να δημιουργήσουν, να ευημερήσουν και να συνεισφέρουν στην ανάπτυξή τους.

Οι γενικοί σκοποί του μαθήματος της Χημείας αναπτύσσονται σε τρεις διαστάσεις, γνώσεων, ικανοτήτων-δεξιοτήτων και αξιών, οι οποίες μετουσιώνονται σε κατάλληλες στάσεις και συμπεριφορές προς την κοινωνία.

Στη διάσταση των γνώσεων επιδιώκεται ο/η μαθητής/-τρια να είναι σε θέση να κατακτήσει ένα συνεκτικό σώμα γνώσεων Χημείας που θα του/της επιτρέπει να κατανοεί:

- Τους τρόπους με τους οποίους η Χημεία περιγράφει και μοντελοποιεί τη συμπεριφορά και τις ιδιότητες της ύλης.
- Τη σχέση μεταξύ δομής και ιδιοτήτων των χημικών ειδών.
- Τις θεμελιώδεις αρχές, τις σύγχρονες πρακτικές και τις εφαρμογές της Χημείας στην καθημερινή ζωή.
- Τις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ της Χημείας και άλλων επιστημών, καθώς και τη συνεισφορά της Χημείας σε άλλους τομείς της γνώσης.
- Τα βασικά χαρακτηριστικά της επιστημονικής μεθόδου, με έμφαση στον πειραματικό, διερευνητικό της χαρακτήρα (παρόλο που μπορεί να λάβει μια μεγάλη ποικιλία μορφών).
- Την κοινωνικοπολιτισμική διάσταση της Χημείας και τη σημασία της στη σύγχρονη κοινωνία.
- Τη χημική διάσταση των μεγάλων προβλημάτων που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα (κλιματική αλλαγή, ρύπανση, ασθένειες, ενέργεια, διατροφή), καθώς και τις πιθανές λύσεις που μπορεί να συνεισφέρει η Χημεία, έτσι ώστε να μπορεί να παρακολουθεί ως ενεργός πολίτης τα τεκταινόμενα και να συμμετέχει στις σχετικές πολιτικές αποφάσεις.

Στη διάσταση των ικανοτήτων και δεξιοτήτων επιδιώκεται ο/η μαθητής/-τρια να αναπτύξει:

- Την ικανότητα να χρησιμοποιεί τις θεμελιώδεις αρχές και τις σύγχρονες πρακτικές της Χημείας για να διερευνά, να εξηγεί και να προβλέπει φαινόμενα.
- Την ικανότητα να αναλύει, αξιολογεί και συνθέτει επιστημονικές πληροφορίες.
- Πειραματικές και ερευνητικές δεξιότητες στη Χημεία, συμπεριλαμβανόμενης της χρήσης των σύγχρονων χημικών τεχνολογιών.
- Κριτική επίγνωση της ανάγκης και της αξίας της συνεργασίας και της επικοινωνίας τόσο στις επιστημονικές δραστηριότητες όσο και γενικότερα.
- Την ικανότητα να εντοπίζει σημαντικά προβλήματα στα οποία η Χημεία είναι σε θέση να προτείνει λύσεις και να αποκτήσει δημιουργικότητα και δυνατότητες να συμβάλλει ο/η ίδιος/-α σε καινοτόμες λύσεις.
- Κριτική επίγνωση, ως πολίτης του κόσμου, των ηθικών διαστάσεων των εφαρμογών της Χημείας και της χημικής τεχνολογίας.
- Πολύπλευρα το δυναμικό του/της σε συνδυασμό με τα ενδιαφέροντά του/της.
- Ικανότητες αναστοχασμού, μεταγνωστικές και διά βίου μάθησης.

Στη διάσταση των στάσεων επιδιώκεται ο/η μαθητής/-τρια να:

- Αναπτύξει θετική στάση για τη Χημεία, τις Φυσικές Επιστήμες, την υπεύθυνη επιστημονική έρευνα και τεχνολογική ανάπτυξη και την αειφορική διαχείριση του περιβάλλοντος.
- Υιοθετήσει σύγχρονες θεωρήσεις του κόσμου, ορθολογική ανάλυση των ζητημάτων και λειτουργικές γνώσεις για θέματα που άπτονται της σύγχρονης ζωής σε ατομικό, τοπικό, εθνικό και ευρύτερο επίπεδο και με αυξημένες ικανότητες αυτόνομης και διά βίου μάθησης.
- Καλλιεργήσει στάσεις και συμπεριφορές που διακρίνουν τον ενεργό και δημοκρατικό πολίτη. Τα παραπάνω θα συμβάλλουν:

α) στην προετοιμασία των μαθητών/-τριών για την ευημερία τους στο σύγχρονο περιβάλλον της οικονομικής και πολιτισμικής παγκοσμιοποίησης, το οποίο χαρακτηρίζεται από ραγδαία ανάπτυξη των επιστημών και της τεχνολογίας, αλλά και από πολυπλοκότητα και αβεβαιότητα καθώς και σημαντικές αλλαγές στη δομή της απασχόλησης.

β) στην πολύπλευρη γνωστική, συναισθηματική και πνευματική ανάπτυξη των μαθητών/-τριών, ώστε, ανεξάρτητα από φύλο και καταγωγή, να έχουν τη δυνατότητα να εξελιχθούν σε ολοκληρωμένες

προσωπικότητες (Ν. 1566/85), οι οποίες υπερασπίζονται τις αξίες της ελευθερίας, της δημοκρατίας, της συλλογικότητας και της αλληλεγγύης (Ν. 4186/2013).

1.2. Το περιεχόμενο της Χημείας Λυκείου – Θεματικά Πεδία

Σε επίπεδο περιεχομένου, η διδακτέα ύλη είναι εμπλουτισμένη με σύγχρονα θέματα και τεχνολογικές εφαρμογές της Χημείας, όπως η αιφόρος ανάπτυξη, τα τρόφιμα, τα φάρμακα, τα ναουίλικα, η παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας κ.ά., αναδεικνύοντας τη συνεισφορά της στην πρόοδο, την οικονομική ανάπτυξη και την ευημερία των σύγχρονων κοινωνιών.

Τα παραπάνω ισχύουν τόσο για την Α΄ και Β΄ τάξη του Γενικού Λυκείου που είναι τάξεις Γενικής Παιδείας, όσο και για τη Γ΄ Λυκείου όπου το διδακτικό αντικείμενο εντάσσεται στην Ομάδα Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών και Σπουδών Υγείας. Ειδικότερα στη Γ΄ Λυκείου επιδιώκεται επιπλέον η οικοδόμηση ενός ευρύτερου εννοιολογικού υποβάθρου Χημείας με διεύρυνση του πλάτους και σε ορισμένα σημεία και του βάθους του.

Το περιεχόμενο και οι βασικές έννοιες των ΠΣ Χημείας οργανώνονται σε έξι διακριτά Θεματικά Πεδία που αναπτύσσονται σταδιακά ανά τάξη και συνδέονται στενά μεταξύ τους ως δυναμικά μέρη ενός συνεκτικού όλου. Τα έξι αυτά Θεματικά Πεδία εκτείνονται από την Α΄ Δημοτικού έως τη Γ΄ Γενικού Λυκείου και παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 που ακολουθεί. Επίσης, μια σχηματική απεικόνιση των Θεματικών Πεδίων, καθώς και η ένταξή τους στη ευρύτερη φυσιογνωμία του προτεινόμενου Προγράμματος Σπουδών της Χημείας φαίνεται στο Σχήμα 1.

Επισημαίνεται ότι για τον χημικό γραμματισμό των μαθητών/-τριών υπάρχει ανάγκη για ένταξη κατάλληλων ενοτήτων στα ΠΣ του Δημοτικού, στο πλαίσιο των μαθημάτων «Μελέτη Περιβάλλοντος» και «Φυσικά», καθώς και ανάπτυξη ΠΣ Χημείας στην Α΄ Γυμνασίου στο πλαίσιο είτε διακριτού μαθήματος Χημείας είτε ενιαιοποιημένου μαθήματος Φυσικών Επιστημών (science).

Πίνακας 1: Θεματικά Πεδία και εφαρμογή τους ανά τάξη

Α/Α	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΘΕΜΑΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	ΔΗΜΟΤΙΚΟ						ΓΥΜΝΑΣΙΟ			ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ		
		Α	Β	Γ	Δ	Ε	ΣΤ	Α	Β	Γ	Α	Β	Γ
1	Μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον.												
2	Από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο, στο άτομο και στη δομή του.												
3	Η περιοδικότητα των ιδιοτήτων των χημικών στοιχείων.												
4	Οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών σωματιδίων των υλικών.												
5	Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις												
6	Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία.												



Σχήμα 1: Θεματικά Πεδία Χημείας

Ένα *Θεματικό Πεδίο* αποτυπώνει μια συνολική θέαση της μαθησιακής εμπειρίας των μαθητών/-τριών στο ΠΣ. Επίσης, προσφέρει πληροφορίες σε σημαντικά διδακτικά ερωτήματα, όπως «ποιοι είναι οι κεντρικοί στόχοι μάθησης», «ποια είναι η αφετηρία εκκίνησης», «προς τα πού θα μετακινηθεί η διδασκαλία» και «πώς επιτυγχάνεις τους μαθησιακούς στόχους που έχουν τεθεί». Ακόμη προσφέρει μια βάση για την άσκηση της διδακτικής πράξης, ορίζοντας σημαντικούς σταθμούς μάθησης (ενδιαμέσους και τελικούς). Αυτό που μαθαίνεται σε μια φάση επιτελείται σε ανώτερο επίπεδο στην αμέσως επόμενη, δηλαδή η μαθησιακή διαδικασία εξελίσσεται σε επίπεδα. Καθώς ο/η μαθητής/-τρια μετακινείται από επίπεδο σε επίπεδο, εργαζόμενος/-η ατομικά ή συλλογικά, οι γνώσεις, οι δεξιότητες και οι ικανότητες που αναπτύσσει διευρύνονται και αποκτούν συνοχή.

Στους επόμενους πίνακες (Πίνακες 2-7) παρουσιάζεται η κατανομή του περιεχομένου του Προγράμματος Σπουδών με βάση τις Θεματικές Ενότητες ανά τάξη και τη σύνδεσή τους με τα έξι (6) Θεματικά Πεδία στο μάθημα της Χημείας Γενικού Λυκείου.

Πίνακας 2: Τα Θεματικά Πεδία στην Α' Λυκείου

Θεματικά πεδία	Α' Λυκείου																		
	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	6.1	6.2	6.3	
Θ.Π. 1																			
Θ.Π. 2																			
Θ.Π. 3																			
Θ.Π. 4																			
Θ.Π. 5																			
Θ.Π. 6																			

* ΘΠ 1 = μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον, Θ. 2 = από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο, στο άτομο και στη δομή του, ΘΠ 3 = η περιοδικότητα των ιδιοτήτων των χημικών στοιχείων, ΘΠ 4 = οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών σωματιδίων των υλικών, ΘΠ 5 = μεταβολές ύλης και ενέργειας: οι χημικές αντιδράσεις, ΘΠ 6 = Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία.

Πίνακας 3: Σύνδεση Θεματικών Πεδίων με Θεματικές Ενότητες στην Α' Λυκείου

Θεματικές Ενότητες	Θεματικό Πεδίο
<p>1^η Θεματική Ενότητα: Η Χημεία στην καθημερινή ζωή και την κοινωνία</p> <p>1.1. Η επιστημονική αξία της Χημείας και οι εφαρμογές της. 1.2. Η μεθοδολογία της Χημείας. 1.2.1. Μαθαίνω να εργάζομαι με ασφάλεια στον χώρο του εργαστηρίου. 1.2.2. Η επιστημονική μεθοδολογία στη Χημεία.</p>	<p>ΘΠ 6: Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και την κοινωνία.</p>
<p>2^η Θεματική Ενότητα: Η δομή του ατόμου - Ο Περιοδικός Πίνακας</p> <p>2.1. Η δομή του ατόμου. 2.1.1. Από τον Thomson στον Bohr. 2.1.2. Ατομικός και μαζικός αριθμός – Ισότοπα – Σχετική ατομική και μοριακή μάζα. 2.1.3. Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων.</p>	<p>ΘΠ 2: Από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο, στο άτομο και στη δομή του.</p>
<p>2.2. Ο Περιοδικός Πίνακας. 2.2.1. Η ταξινόμηση των στοιχείων. 2.2.2. Ομάδες και περίοδοι του Περιοδικού Πίνακα.</p>	<p>ΘΠ 3: Η περιοδικότητα των ιδιοτήτων των χημικών στοιχείων.</p>
<p>3^η Θεματική Ενότητα: Ο Χημικός Δεσμός</p> <p>3.1. Ο χημικός δεσμός. 3.1.1. Εισαγωγή στον χημικό δεσμό. 3.1.2. Ο ιοντικός δεσμός. 3.1.3. Ο ομοιοπολικός δεσμός. 3.1.4. Ο μεταλλικός δεσμός. 3.2. Οι διαμοριακές δυνάμεις. 3.2.1. Η διπολική ροπή. 3.2.2. Τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων. 3.2.3. Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών.</p>	<p>ΘΠ 4: Οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών σωματιδίων των υλικών.</p>
<p>4^η Θεματική Ενότητα: Η γλώσσα της Ανόργανης Χημείας</p> <p>4.1. Τα μονοατομικά και πολυατομικά ιόντα. 4.2. Ο αριθμός οξειδωσης.</p>	<p>ΘΠ 5: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>

<p>4.3. Ο συμβολισμός και η γραφή των ανοργάνων ενώσεων.</p> <p>4.4. Η ονοματολογία των ανοργάνων ενώσεων.</p>	
<p style="text-align: center;">5^η Θεματική Ενότητα: Εισαγωγή στις Χημικές Αντιδράσεις</p> <p>5.1. Η αναπαράσταση των χημικών φαινομένων: Οι χημικές εξισώσεις.</p> <p>5.2. Ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων.</p> <p>5.3. Οι μεταθετικές αντιδράσεις.</p> <p style="padding-left: 20px;">5.3.1. Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων.</p> <p style="padding-left: 20px;">5.3.2. Οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης.</p> <p>5.4. Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.</p>	<p style="text-align: center;">ΘΠ 5: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>
<p>5.5. Χημικές αντιδράσεις και καθημερινή ζωή.</p>	<p style="text-align: center;">ΘΠ 1: Μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον.</p>
<p style="text-align: center;">6^η Θεματική Ενότητα: Στοιχειομετρία</p> <p>6.1. Η έννοια του mole.</p>	<p style="text-align: center;">ΘΠ 2: Από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο, στο άτομο και στη δομή του.</p>
<p>6.2. Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί I.</p> <p>6.3. Συγκέντρωση διαλύματος.</p> <p style="padding-left: 20px;">6.3.1. Η συγκέντρωση διαλύματος c (σε mol/L).</p> <p style="padding-left: 20px;">6.3.2. Αραίωση, συμπύκνωση, προσθήκη διαλυμένης ουσίας και ανάμειξη διαλυμάτων.</p>	<p style="text-align: center;">ΘΠ 5: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>

Πίνακας 4: Τα Θεματικά Πεδία στη Β' Λυκείου

Θεματικά πεδία	Β' Λυκείου																								
	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	5.1	5.2	5.3	5.4	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	7.1	7.2	7.3
Θ.Π. 1																									
Θ.Π. 2																									
Θ.Π. 3																									
Θ.Π. 4																									
Θ.Π. 5																									
Θ.Π. 6																									

* ΘΠ 1 = μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον, ΘΠ 2 = από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο, στο άτομο και στη δομή του, ΘΠ 3 = η περιοδικότητα των ιδιοτήτων των χημικών στοιχείων, ΘΠ 4 = οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών σωματιδίων των υλικών, ΘΠ 5 = μεταβολές ύλης και ενέργειας: οι χημικές αντιδράσεις, ΘΠ 6 = Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία.

Πίνακας 5: Σύνδεση Θεματικών Πεδίων με Θεματικές Ενότητες στη Β' Λυκείου

Θεματικές Ενότητες	Θεματικό Πεδίο
<p>1^η Θεματική Ενότητα: Στοιχειομετρικοί Υπολογισμοί</p> <p>1.1. Η καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων. 1.1.1. Το ιδανικό αέριο και οι νόμοι που το διέπουν. 1.1.2. Ο μοριακός όγκος.</p>	<p>ΘΠ 4: Οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών σωματιδίων των υλικών.</p>
<p>1.2. Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί II.</p>	<p>ΘΠ 5: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>
<p>2^η Θεματική Ενότητα: Εισαγωγή στην Οργανική Χημεία - Υδρογονάνθρακες</p> <p>2.1. Εισαγωγή στην Οργανική Χημεία. 2.1.1. Βασικές κατηγορίες οργανικών ενώσεων. 2.1.2. Κορεσμένες – ακόρεστες ενώσεις. 2.2. Κορεσμένοι υδρογονάνθρακες - Αλκάνια. 2.2.1. Προέλευση – Φυσικές Ιδιότητες. 2.2.2. Ονοματολογία – Ισομέρεια. 2.2.3. Καύση αλκανίων. 2.3. Αλκένια. 2.3.1. Προέλευση – Φυσικές Ιδιότητες. 2.3.2. Ονοματολογία – Ισομέρεια. 2.2.3. Χημικές ιδιότητες. 2.4. Αρωματικοί υδρογονάνθρακες.</p>	<p>ΘΠ 5: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>

<p style="text-align: center;">3^η Θεματική Ενότητα: Ενέργεια και Κλιματική αλλαγή</p> <p>3.1. Το πετρέλαιο.</p>	<p style="text-align: center;">ΘΠ 1: Μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον.</p>
<p>3.2. Πηγές ενέργειας – Ενέργεια και ενεργειακή πολιτική.</p>	<p style="text-align: center;">ΘΠ 6: Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία.</p> <p style="text-align: center;">ΘΠ 5: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>
<p>3.3. Κλιματική αλλαγή.</p>	<p style="text-align: center;">ΘΠ 1: Μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον.</p>
<p>3.4. Κυκλική Οικονομία και Πράσινη Χημεία.</p> <p>3.4.1. Εισαγωγή στην Κυκλική Οικονομία.</p> <p>3.4.2. Εισαγωγή στην Πράσινη Χημεία.</p> <p>3.4.3. Εφαρμόζοντας τις αρχές της πράσινης χημείας.</p> <p>3.5. Ο ρόλος της κοινωνίας στη διαμόρφωση των ενεργειακών πολιτικών.</p>	<p style="text-align: center;">ΘΠ 6: Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και την κοινωνία.</p>
<p style="text-align: center;">4^η Θεματική Ενότητα: Θερμοχημεία</p> <p>4.1. Οι ενεργειακές μεταβολές κατά τις χημικές αντιδράσεις.</p> <p>4.2. Θερμιδομετρία.</p>	<p style="text-align: center;">ΘΠ 5: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>
<p style="text-align: center;">5^η Θεματική Ενότητα: Αλκοόλες-Φαινόλες και Καρβοξυλικά Οξέα</p> <p>5.1. Αλκοόλες-Φαινόλες.</p> <p>5.1.1. Δομή, προέλευση και χρήσεις αλκοολών.</p> <p>5.1.2. Ονοματολογία – Ισομέρεια.</p> <p>5.1.3. Φυσικές ιδιότητες.</p> <p>5.1.4. Χημικές ιδιότητες – Η οξείδωση των αλκοολών.</p> <p>5.2. Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα.</p> <p>5.2.1. Προέλευση – Παρασκευές – Φυσικές ιδιότητες.</p> <p>5.2.2. Χημικές ιδιότητες.</p> <p>5.3. Αλκοολούχα ποτά: κατανάλωση και επιπτώσεις.</p>	<p style="text-align: center;">ΘΠ 5: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>
<p>5.4. Σαπούνια – Απορρυπαντικά.</p>	<p style="text-align: center;">ΘΠ 6: Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία.</p>

<p style="text-align: center;">6^η Θεματική Ενότητα: Χημεία και Διατροφή</p> <p>6.1. Εισαγωγή – κατηγορίες θρεπτικών συστατικών. 6.2. Οι υδατάνθρακες και η θρεπτική τους αξία. 6.3. Οι πρωτεΐνες και η θρεπτική τους αξία.</p>	<p style="text-align: center;">ΘΠ 1: Μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον.</p>
<p>6.4. Εργαστηριακές δοκιμασίες σε τρόφιμα.</p>	<p style="text-align: center;">ΘΠ 6: Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία.</p>
<p>6.5. Τα λίπη, τα έλαια και η θρεπτική τους αξία. 6.6. Νερό, κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία.</p>	<p style="text-align: center;">ΘΠ 1: Μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον.</p>
<p>6.7. Πρόσθετα τροφίμων.</p>	<p style="text-align: center;">ΘΠ 6: Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία.</p>
<p style="text-align: center;">7^η Θεματική Ενότητα: Σύγχρονες Εφαρμογές στη Χημεία: Φάρμακα - Πολυμερή</p> <p>7.1. Φαρμακοχημεία. 7.1.1. Ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά των φαρμάκων. 7.1.2. Τρόπος δράσης επιλεγμένων φαρμάκων. 7.1.3. Σχεδιασμός νέων φαρμάκων. 7.2. Πολυμερή. Είδη και ιδιότητες των πολυμερών. 7.3. Νανοτεχνολογία και νανοϋλικά. 7.3.1. Εισαγωγή. 7.3.2. Εφαρμογές των νανοϋλικών.</p>	<p style="text-align: center;">ΘΠ 6: Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία.</p>

Πίνακας 6α: Τα Θεματικά Πεδία στη Γ' Λυκείου (ενότητες 1-2)

Θεματικά πεδία	Γ' Λυκείου														
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
Θ.Π. 1															
Θ.Π. 2															
Θ.Π. 3															
Θ.Π. 4															
Θ.Π. 5															
Θ.Π. 6															

Πίνακας 6β: Τα Θεματικά Πεδία στη Γ' Λυκείου (ενότητες 3-6)

Θεματικά πεδία	Γ' Λυκείου														
	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4	6.1	6.2	6.3	6.4
Θ.Π. 1															
Θ.Π. 2															
Θ.Π. 3															
Θ.Π. 4															
Θ.Π. 5															
Θ.Π. 6															

Πίνακας 6γ: Τα Θεματικά Πεδία στη Γ' Λυκείου (ενότητες 7-8)

Θεματικά πεδία	Γ' Λυκείου													
	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8
Θ.Π. 1														
Θ.Π. 2														
Θ.Π. 3														
Θ.Π. 4														
Θ.Π. 5														
Θ.Π. 6														

* ΘΠ 1 = μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον, ΘΠ 2 = από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο, στο άτομο και στη δομή του, ΘΠ 3 = η περιοδικότητα των ιδιοτήτων των χημικών στοιχείων, ΘΠ 4 = οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών σωματιδίων των υλικών, ΘΠ 5 = μεταβολές ύλης και ενέργειας: οι χημικές αντιδράσεις, ΘΠ 6 = Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία.

Πίνακας 7: Σύνδεση Θεματικών Πεδίων με Θεματικές Ενότητες στη Γ' Λυκείου

Θεματικές Ενότητες	Θεματικό Πεδίο
<p>1^η Θεματική Ενότητα: Σύγχρονες αντιλήψεις για την ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου και το χημικό δεσμό</p> <p>1.1. Τα προβλήματα της Φυσικής στις αρχές του 20ού αιώνα. 1.2. Το ατομικό φάσμα του υδρογόνου και το ατομικό πρότυπο του Bohr. 1.3. Κβαντική θεωρία. 1.4. Η κυματοσυνάρτηση ψ - Η έννοια του τροχιακού. 1.5. Οι κβαντικοί αριθμοί. 1.6. Η φωτοηλεκτρονιακή φασματοσκοπία (PhotoElectron Spectroscopy - PES). 1.7. Η ύπαρξη στιβάδων και υποστιβάδων. 1.8. Οι αρχές της ηλεκτρονιακής δόμησης των στοιχείων.</p>	<p>ΘΠ 2: Από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο, στο άτομο και στη δομή του.</p>
<p>1.9. Ο σύγχρονος Περιοδικός Πίνακας και η περιοδικότητα των ιδιοτήτων των στοιχείων.</p> <p>1.9.1. Ο Περιοδικός Πίνακας. 1.9.2. Τα στοιχεία μετάπτωσης. 1.9.3. Η μεταβολή της ατομικής ακτίνας και της ενέργειας 1^{ου} ιοντισμού στον Περιοδικό Πίνακα. 1.9.4. Η ηλεκτραρνητικότητα και η μεταβολή της στον Περιοδικό Πίνακα.</p>	<p>ΘΠ 3: Η περιοδικότητα των χημικών στοιχείων.</p>
<p>1.10. Από το άτομο στο μόριο.</p> <p>1.10.1. Η Θεωρία Δεσμού Σθένους. 1.10.2. Τα υβριδικά τροχιακά.</p>	<p>ΘΠ 4: Οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών σωματιδίων των υλικών.</p>
<p>2^η Θεματική Ενότητα: Εισαγωγή στις φασματοσκοπικές τεχνικές ανάλυσης</p>	
<p>2.1. Η φασματοσκοπία ορατού-υπεριώδους (UV-Vis). 2.2. Η φασματοφωτομετρία. 2.3. Η υπέρυθη φασματοσκοπία (IR). 2.4. Χρησιμοποιώντας την υπέρυθη φασματοσκοπία. 2.5. Η φασματομετρία μάζας (MS).</p>	<p>ΘΠ 4: Οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών σωματιδίων των υλικών.</p>
<p>3^η Θεματική Ενότητα: Οξειδοαναγωγή – Ηλεκτροχημεία</p> <p>3.1. Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις. 3.1.1. Ημιαντιδράσεις οξείδωσης – αναγωγής. 3.1.2. Ισοστάθμιση χημικών εξισώσεων οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων. 3.2. Ηλεκτροχημεία. 3.2.1. Γαλβανικά στοιχεία. 3.2.2. Το πρότυπο δυναμικό και οι εφαρμογές του.</p>	<p>ΘΠ 5: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>

<p>3.2.3. Μπαταρίες – Κυψέλες καυσίμου.</p>	<p>ΘΠ 6: Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία.</p>
<p>3.3. Ηλεκτρόλυση – Προϊόντα και εφαρμογές.</p>	<p>ΘΠ 5: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>
<p>Πίνακας 7: (συνέχεια).</p>	
<p>4^η Θεματική Ενότητα: Εισαγωγή στη Χημική Θερμοδυναμική</p> <p>4.1. Η αρχή διατήρησης της ενέργειας στα χημικά φαινόμενα. 4.2. Η ενθαλπία. 4.3. Νόμοι της Θερμοχημείας. 4.4. Η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού και η πρότυπη ενέργεια δεσμού.</p>	<p>ΘΠ 5: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>
<p>5^η Θεματική Ενότητα: Χημική Κινητική</p> <p>5.1. Με ποιον τρόπο πραγματοποιείται μια χημική αντίδραση; 5.2. Η ταχύτητα της αντίδρασης. 5.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης. 5.4. Κατάλυση. 5.5. Νόμος ταχύτητας της αντίδρασης – Μηχανισμός αντίδρασης.</p>	<p>ΘΠ 5: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>
<p>6^η Θεματική Ενότητα: Χημική Ισορροπία</p> <p>6.1. Αμφίδρομες αντιδράσεις – Χημική ισορροπία. 6.2. Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση της χημικής ισορροπίας. 6.3. Σταθερά χημικής ισορροπίας (K_c) και πηλίκο αντίδρασης (Q_c). 6.4. Σύνδεση της χημικής ισορροπίας με τη χημική θερμοδυναμική και τη χημική κινητική.</p>	<p>ΘΠ 5: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>
<p>7^η Θεματική Ενότητα: Ιοντική Ισορροπία</p> <p>7.1. Οι ηλεκτρολύτες. 7.1.1. Η διάσταση και ο ιοντισμός των ηλεκτρολυτών. 7.1.2. Οξέα και βάσεις κατά Brønsted-Lowry και κατά Lewis. 7.1.3. Ιοντισμός νερού – pH. 7.1.4. Βαθμός ιοντισμού – Ισχυρά και ασθενή οξέα και βάσεις. 7.2. Ιοντισμός ασθενών οξέων και βάσεων. 7.2.1. Σταθερά ιοντισμού ασθενών οξέων – βάσεων. 7.2.2. Νόμος αραίωσης του Ostwald. 7.3. Επίδραση κοινού ιόντος.</p>	<p>ΘΠ 5: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p> <p>ΘΠ 5: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>

<p>7.4. Ρυθμιστικά διαλύματα.</p> <p>7.5. Δείκτες.</p> <p>7.6. Ογκομέτρηση.</p>	
<p style="text-align: center;">8^η Θεματική Ενότητα: Οργανική Χημεία</p> <p>8.1. Στερεοϊσομέρεια.</p> <p>8.2. Εισαγωγή στις οργανικές αντιδράσεις.</p> <p style="padding-left: 20px;">8.2.1. Πολικότητα δεσμών - Ηλεκτρονιόφιλα και πυρηνόφιλα.</p> <p style="padding-left: 20px;">8.2.2. Κατηγορίες οργανικών αντιδράσεων.</p> <p>8.3. Αντιδράσεις προσθήκης.</p> <p>8.4. Αντιδράσεις απόσπασης.</p> <p>8.5. Αντιδράσεις υποκατάστασης.</p> <p>8.6. Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.</p> <p>8.7. Αντιδράσεις οξέος-βάσης.</p> <p>8.8. Διάκριση και ταυτοποίηση οργανικών ενώσεων.</p>	<p>ΘΠ 5: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>

1.3. Διδακτική πλαισίωση – Σχεδιασμός μάθησης

Η διδακτική προσέγγιση που προτείνεται μέσα από τα νέα ΠΣ για τη Χημεία φιλοδοξεί να ξεπεράσει την επικρατούσα μέθοδο διδασκαλίας στην ανώτερη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση και να εισαγάγει μαθητοκεντρικές διδακτικές προσεγγίσεις. Στην κατεύθυνση αυτή το ΠΣ στηρίζεται σε προτάσεις διδακτικών δραστηριοτήτων που θα εμπλέκουν ενεργά τους/τις μαθητές/-τριες στη διαδικασία μάθησης και η κατάκτηση της νέας γνώσης θα στηρίζεται σε βιωματικές μεθόδους και ομαδικές δραστηριότητες.

Οι δραστηριότητες που προτείνονται στηρίζονται στην αξιοποίηση τόσο του πειράματος όσο και των λεγόμενων νέων τεχνολογιών. Η χρήση πειραματικών διαδικασιών μεταξύ άλλων κινητοποιεί το ενδιαφέρον των μαθητών/-τριών για το μάθημα και την επιστήμη της Χημείας, βοηθά στην καλλιέργεια δεξιοτήτων σε εργαστηριακές τεχνικές και διευκολύνει στην κατανόηση και εμπέδωση των εννοιών, αρχών και νόμων της Χημείας. Η αξιοποίηση νέων τεχνολογιών βοηθά στην καλύτερη προσέγγιση του μικρόκοσμου, μπορεί να βοηθήσει στην εξεύρεση διδακτικού χρόνου μέσα από τον ελάχιστο χρόνο που απαιτούν τα εικονικά πειράματα, ενώ δεν υφίσταται ζήτημα ασφάλειας σε σχέση με το πραγματικό πείραμα. Οι προτεινόμενες δραστηριότητες είναι απόλυτα ενδεικτικές. Κάθε εκπαιδευτικός, διατηρώντας το πλαίσιο της στοχοθεσίας, έχει την ευχέρεια να τροποποιήσει τις δραστηριότητες, πλήρως ή μερικώς, ανάλογα με τη φυσιογνωμία της τάξης του και το προσωπικό του εκπαιδευτικό προφίλ. Ως κύρια διδακτική μέθοδος προκρίνεται η *διερευνητική μέθοδος* διδασκαλίας και μάθησης μέσα από ομαδοσυνεργατικές διαδικασίες. Με τη μέθοδο αυτή η εκκίνηση του μαθήματος στηρίζεται σε ένα ενδιαφέρον ερευνητικό ερώτημα ή πρόβλημα (κλειστό ή/και ανοικτό). Στη συνέχεια οι μαθητές/-τριες διατυπώνουν υποθέσεις στη βάση γνώσεων και εμπειριών που προϋπάρχουν, σχεδιάζουν, προτείνουν και υλοποιούν έρευνες, ανακαλύπτουν σχέσεις μεταξύ μεταβλητών, επιβεβαιώνουν ή απορρίπτουν την υπόθεση που είχαν διατυπώσει και οδηγούνται στην απάντηση του αρχικού ερωτήματος ή τη λύση του προβλήματος. Τέλος, αναστοχαζόμενοι/-ες και μέσα από πιθανές γνωστικές συγκρούσεις σχετικά με την όλη διαδικασία κατακτούν τη νέα γνώση με έγκυρο και στέρεο τρόπο.

Η μέθοδος *Project*, χωρίς να είναι η κύρια μέθοδος, προτείνεται ως δυνατότητα κατά την κρίση του/της εκπαιδευτικού, μέσω της οποίας οι μαθητές/-τριες σε μικρές ομάδες με βιωματικό

τρόπο διερευνούν, βρίσκουν απαντήσεις, καταλήγουν σε προτάσεις, τις θέτουν ενώπιον των συμμαθητών/-τριών τους και τις συζητούν στην ολομέλεια, ώστε να συνθέσουν την τελική τους πρόταση παράγοντας νέα γνώση. Ταυτόχρονα μέσα από τη συνεργασία κατά τη λειτουργία της ομάδας, επιτυγχάνεται η καλλιέργεια ήπιων δεξιοτήτων, όπως της συνεργασίας, της αλληλεξάρτησης, του αλληλοσεβασμού και της ανάπτυξης κοινωνικής συνείδησης.

Μέσα από το πλαίσιο των προτεινόμενων δραστηριοτήτων, γίνεται διασύνδεση του διδασκόμενου αντικειμένου της Χημείας με άλλες επιστήμες, όπως Φυσική, Βιολογία, Ιατρική, Οικονομία, και αναδεικνύεται η σημασία της επιστήμης της Χημείας στην κοινωνία και το περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτό, ορισμένα εξεταζόμενα ζητήματα προσεγγίζονται με διεπιστημονικότητα, με αποτέλεσμα την κατά το δυνατόν ολοκληρωμένη προσέγγιση και κατανόηση του ζητήματος και των επιμέρους σχέσεων που το διέπουν, ιδίως σε θέματα που συνδέονται με την κοινωνία και το περιβάλλον. Οι μαθητές/-τριες ακολουθώντας τις βασικές αρχές και διαδικασίες της επιστημονικής σκέψης και έρευνας καλλιεργούν την ομαδικότητα, τη συνεργασία και την εμβάθυνση, έτσι ώστε και να μαθαίνουν πώς να μαθαίνουν μέσω κλειστών ή ανοιχτών προβλημάτων βιβλιογραφικής ή εργαστηριακής εξάσκησης.

Στο διδακτικό πλαίσιο των νέων Προγραμμάτων Σπουδών (ΠΣ) που προτείνεται, ο/η εκπαιδευτικός δεν είναι ο/η τυπικός/-ή διεκπεραιωτής/-τρια του περιεχομένου και των διδακτικών στόχων του ΠΣ στη σχολική τάξη με τις ιδιαιτερότητες που, λόγω κοινωνικών και οικονομικών διαφοροποιήσεων, είναι αναμενόμενο να παρατηρούνται από τάξη σε τάξη. Ο ρόλος του/της εκπαιδευτικού διαφοροποιείται από το σύνθημα του δασκαλοκεντρικού μοντέλου. Έτσι καλείται να κινηθεί με βάση τους στόχους του ΠΣ, αναπροσαρμόζοντάς τους στο συγκεκριμένο περιβάλλον της κάθε τάξης και ουσιαστικά να «αναδομήσει» το ΠΣ.

Βασική παράμετρο στην επιτυχή εφαρμογή των προτεινόμενων διδακτικών προσεγγίσεων αποτελεί η αξιολόγηση των μαθητών/-τριών. Ειδικότερα η διαγνωστική αξιολόγηση βοηθά στον προσδιορισμό των υφιστάμενων και προαπαιτούμενων γνώσεων, γεγονός που οδηγεί στην καλύτερη στοχοθεσία από πλευράς εκπαιδευτικού, ενώ η διαμορφωτική αξιολόγηση, απαραίτητο συστατικό της διδασκαλίας, οδηγεί στη διαπίστωση της επίτευξης των διδακτικών στόχων και συμβάλλει στη βελτίωση της μάθησης των μαθητών/-τριών. Τα κατάλληλα και διαφορετικής μορφής κριτήρια αξιολόγησης παρέχουν στον/στην εκπαιδευτικό την αναγκαία ανατροφοδότηση σχετικά με διδακτικές ενέργειες που δεν απέδωσαν και απαιτούν βελτιωτική τροποποίηση.

1.4. Οι καινοτομίες των νέων Προγραμμάτων Σπουδών

Το ΠΣ Χημείας του Γενικού Λυκείου χαρακτηρίζεται από μια σειρά καινοτόμα στοιχεία σε σύγκριση με τα ισχύοντα ΠΣ, τα οποία συνοψίζονται στον Πίνακα 8:

Πίνακας 8: Σύγκριση νέων και παλαιών Προγραμμάτων Σπουδών Χημείας Λυκείου

Νέα Προγράμματα Σπουδών	Ισχύοντα Προγράμματα Σπουδών
<p>Δίνουν έμφαση στη διερευνητική διδακτική προσέγγιση.</p> <p>Επισημαίνεται ότι ορισμένες Θεματικές Ενότητες εισάγονται με το πείραμα και μέσω αυτού αναδεικνύονται στοιχεία της θεωρίας και του εννοιολογικού πλαισίου.</p>	<p>Παρόλο που περιλαμβάνουν ποικίλες μεθόδους διδασκαλίας, εστιάζουν περισσότερο στην εννοιολογική γνώση και λιγότερο στις δεξιότητες.</p> <p>Ως εκ τούτου, δεν προτείνουν μια ολοκληρωμένη διερευνητική διδακτική προσέγγιση, ούτε για τις τάξεις γενικής παιδείας.</p>

<p>Δίνουν έμφαση στη σύνδεση της σχολικής γνώσης της Χημείας με την καθημερινή ζωή, καθώς και με σύγχρονες εφαρμογές της Χημείας (αιεφορία, κλιματική αλλαγή, κυκλική οικονομία, συνθετική Χημεία - νέα προϊόντα και υλικά, νανοτεχνολογία - νανοϋλικά κ.ά.).</p>	<p>Σημαντικό μέρος τους διακρίνεται για την παραγωγική προσέγγιση της γνώσης, χωρίς να συνδέεται επαρκώς με την καθημερινή ζωή.</p>
<p>Προωθούν την ομαδική εργασία, με ενεργό εμπλοκή των μαθητών/-τριών με μαθησιακές δραστηριότητες, τόσο εργαστηριακές όσο και με αξιοποίηση των ΤΠΕ, σε ένα πλαίσιο ανάπτυξης γνώσεων, καλλιέργειας δεξιοτήτων τόσο επιστημονικής μεθοδολογίας, όσο και του 21ου αιώνα (ήπιες δεξιότητες).</p> <p>Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στα νέα Προγράμματα Σπουδών Χημείας προτείνονται: Α' τάξη: 5 εργαστηριακές ασκήσεις σε ομάδες, 6 πειράματα επίδειξης και 2 εικονικά εργαστήρια. Β' τάξη: 6 εργαστηριακές ασκήσεις σε ομάδες, και 1 πείραμα επίδειξης. Γ' Τάξη: 14 εργαστηριακές ασκήσεις σε ομάδες, 2 πειράματα επίδειξης και 4 εικονικά εργαστήρια.</p>	<p>Το ισχύον ΠΣ δε δίνει επαρκή έμφαση:</p> <p>α) Σε ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες. β) Στις ήπιες δεξιότητες, όπως: κριτική σκέψη, δημιουργικότητα, επικοινωνία, συνεργασία, σχεδιασμός πειράματος, διαχείριση μεταβλητών, εξαγωγή συμπερασμάτων από πειραματικά δεδομένα, επίλυση προβλήματος και διά βίου μάθηση. γ) στις ολοκληρωμένες δεξιότητες επιστημονικής μεθοδολογίας.</p>
<p>Εισάγουν εναλλακτικές μορφές αξιολόγησης της προόδου των μαθητών/-τριών.</p>	<p>Περιγράφουν αναλυτικά μόνο την αθροιστική αξιολόγηση του/της μαθητή/-τριας.</p>
<p>Εμπλουτίζουν τη διδακτέα ύλη με σύγχρονα θέματα και τεχνολογικές εφαρμογές Χημείας, όπως η αιεφόρος ανάπτυξη, τα τρόφιμα, τα φάρμακα, η παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας κ.ά., αναδεικνύοντας τη συνεισφορά της Χημείας στην πρόοδο, την οικονομική ανάπτυξη και την ευημερία των σύγχρονων κοινωνιών.</p>	<p>Η διδακτέα ύλη δεν περιλαμβάνει σύγχρονα θέματα και τεχνολογικές εφαρμογές Χημείας.</p>
<p>Δίνουν έμφαση στην καλλιέργεια θετικών στάσεων σε θέματα όπως η επιστημονική προσέγγιση των ζητημάτων, οι ενεργειακές πολιτικές και η σύνδεσή τους με τη βιώσιμη ανάπτυξη και την οικονομία κ.ά.</p>	<p>Ακόμη και στις τάξεις γενικής παιδείας τείνουν να δίνουν μεγαλύτερη βαρύτητα στην εννοιολογική γνώση (ανάκληση, κατανόηση εννοιών) παρά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και στάσεων.</p>
<p>Περιορίζουν την επίλυση ασκήσεων με πολύπλοκους υπολογισμούς, που έχουν αλγοριθμικό και μαθηματικοποιημένο χαρακτήρα και δε συνεισφέρουν στην ουσιαστική κατανόηση των χημικών εννοιών και διαδικασιών.</p>	<p>Δε διαθέτουν τέτοιους περιορισμούς.</p>

Ειδικότερα από **πλευράς γνωστικού αντικειμένου** τα νέα στοιχεία που περιλαμβάνουν τα Προγράμματα Σπουδών είναι οι εξής:

A. Για τη Χημεία της Α΄ Γενικού Λυκείου

1. Προτάσσεται η χρήση της ενοποιημένης **ατομικής μονάδας u** εν συγκρίσει με τη μονάδα *amu* και διακρίνεται η **σχετική τυπική μάζα** από τη σχετική μοριακή.
2. Εισάγεται ο **δοτικός ομοιοπολικός δεσμός** (δεσμός συναρμογής) ως ειδική περίπτωση του ομοιοπολικού δεσμού.
3. Εισάγεται η έννοια του **μεταλλικού δεσμού**.
4. Εισάγονται οι **διαμοριακές δυνάμεις**, ώστε οι μαθητές/-τριες να αποκτήσουν μια πρώτη αλλά ολοκληρωμένη εικόνα για τους τρόπους αλληλεπίδρασης των ατόμων και των ιόντων.
5. Εισάγεται η έννοια των **ηλεκτρολυτών και των ιόντων οξωνίου** (υδρονίου).
6. Εισάγεται η **ιοντική περιγραφή των αντιδράσεων** των ηλεκτρολυτών, σε αντίθεση με την τυπική («μοριακή»), η οποία προκαλούσε σημαντικές παρανοήσεις στους/στις μαθητές/-τριες.
7. Ενισχύεται σημαντικά ο **εργαστηριακός, διερευνητικός χαρακτήρας των ενοτήτων** που σχετίζονται με τις μεταθετικές και τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.
8. Προτείνεται η διεξαγωγή των εργαστηριακών ασκήσεων με **τεχνικές μικροκλίμακας**.
9. Εισάγεται συζήτηση για φαινόμενα της **καθημερινής ζωής**, τα οποία εξηγούνται μέσω των αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα.
10. Εισάγεται η έννοια της **μολαρικής μάζας (M)**.
11. Επανεισάγονται οι στοιχειομετρικοί υπολογισμοί, χωρίς το τμήμα που αφορά τον μολαρικό όγκο και την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων, το οποίο μελετάται στην αρχή της Β΄ τάξης.
12. Συνολικά ενισχύεται ο διερευνητικός χαρακτήρας του μαθήματος.

B. Για τη Χημεία της Β΄ Γενικού Λυκείου

1. Εισάγονται **διερευνητικές δραστηριότητες** σύνδεσης των φυσικών ιδιοτήτων διαφόρων οργανικών ενώσεων με τις αναπτυσσόμενες διαμοριακές δυνάμεις.
2. Εισάγεται ενότητα για τους **αρωματικούς υδρογονάνθρακες**.
3. Προστίθεται νέα ενότητα με αντικείμενο «**Ενέργεια και κλιματική αλλαγή**», στο οποίο μεταξύ άλλων γίνεται συζήτηση περί ενεργειακών πολιτικών, στάσεων της ευρύτερης κοινωνίας απέναντι σε περιβαλλοντικά ζητήματα. Εξετάζεται ο ρόλος που καλείται να παίξει η Χημεία στη διαμόρφωση αειφόρων λύσεων, στο πλαίσιο της **Πράσινης Χημείας και της Κυκλικής Οικονομίας**.
4. Εισάγεται ενότητα **θερμοχημείας και θερμοδομετρίας**.
5. Εισάγεται νέα ενότητα «**Χημεία και διατροφή**», στην οποία αναπτύσσονται βασικές έννοιες της χημείας τροφίμων και της βιοχημείας.
6. Εισάγεται ενότητα για τη «**φαρμακοχημεία**».
7. Εισάγεται διακριτή ενότητα για τα «**πολυμερή**», στην οποία δίνεται έμφαση στη σχέση δομής-ιδιοτήτων.
8. Εισάγεται ενότητα για τα «**νανοϋλικά και τη νανοτεχνολογία**».
9. Συνολικά ενισχύεται ο διερευνητικός χαρακτήρας του μαθήματος και η σύνδεσή του με την καθημερινή ζωή.

Γ. Για τη Χημεία της Γ΄ Λυκείου

1. Ενοποιούνται οι θεωρίες που εκκινούν **από το άτομο** και φτάνουν **στο μόριο και τη γεωμετρία του**. Ειδικότερα, ενοποιούνται οι ενότητες της ηλεκτρονιακής δομής των ατόμων, του

περιοδικού πίνακα και των ιδιοτήτων των ατόμων, του δεσμού σθένους του υβριδισμού και της επαγόμενης γεωμετρίας των μορίων.

2. Εισάγεται η μελέτη της **φωτοηλεκτρονιακής φασματοσκοπίας** και μέσω κατάλληλων φασμάτων ερμηνεύεται η ηλεκτρονιακή διαμόρφωση, οι ιδιότητες και η χημική συμπεριφορά των ατόμων.
3. Εισάγεται νέα ενότητα «**Εισαγωγή στις φασματοσκοπικές τεχνικές ανάλυσης**».
4. Παρουσιάζεται ολιστικά η ενότητα της **ηλεκτροχημείας** (οξειδοαναγωγή-γαλβανικά και ηλεκτρολυτικά στοιχεία).
5. Εισάγεται η έννοια της **οξύτητας και βασικότητας κατά Lewis**.
6. Συσχετίζονται οι έννοιες οξέων - βάσεων, οξειδωτικών - αναγωγικών μέσων και ηλεκτρονιόφιλων - πυρηνόφιλων αντιδραστηρίων.
7. Επανεισάγεται ενότητα σχετικά με τη **στερεοχημεία**.
8. Εισάγονται στοιχεία μηχανισμού οργανικών αντιδράσεων με βάση τους όρους **ηλεκτρονιόφιλο και πυρηνόφιλο** και με τη βοήθεια χαρτών ηλεκτροστατικού δυναμικού (ΕΡΜ)
9. Αξιοποιούνται φάσματα στη διάκριση και την ταυτοποίηση οργανικών ενώσεων.
10. Ενισχύεται σημαντικά ο διερευνητικός χαρακτήρας όλων των υπό συζήτηση εννοιών.

1.5. Οι εργαστηριακές ασκήσεις στο νέο Πρόγραμμα Σπουδών

Η διδασκαλία του γνωστικού αντικείμενου της Χημείας διέπεται από έντονο διερευνητικό και ταυτόχρονα εργαστηριακό χαρακτήρα. Μέσα από την εργαστηριακή διαδικασία, ιδίως όταν είναι σχεδιασμένη στη βάση διερευνητικών δραστηριοτήτων, παρέχεται η δυνατότητα να καλλιεργηθεί η παρατήρηση και η κριτική σκέψη, η επίλυση προβλήματος, ο σχεδιασμός και η οργάνωση ενεργειών και η επαλήθευση ή διάψευση μιας υπόθεσης ή πρόβλεψης. Παράλληλα μέσα από την εργαστηριακή άσκηση προωθείται η συνεργατικότητα και η δημιουργικότητα.

Στα νέα Προγράμματα Σπουδών Χημείας προτείνονται:

Α' τάξη: 5 εργαστηριακές ασκήσεις σε ομάδες μαθητών/-τριών, από τις οποίες 4 διερευνητικές. Επίσης, 6 πειράματα επίδειξης και 2 εικονικά εργαστήρια.

Β' τάξη: 6 εργαστηριακές ασκήσεις σε ομάδες μαθητών/-τριών, από τις οποίες 3 διερευνητικές. Επίσης, 1 πείραμα επίδειξης.

Γ' Τάξη: 14 εργαστηριακές ασκήσεις σε ομάδες μαθητών/-τριών, από τις οποίες 9 διερευνητικές. Επίσης, 2 πειράματα επίδειξης και 4 εικονικά εργαστήρια.

Οι εργαστηριακές ασκήσεις που προτείνονται στα νέα Προγράμματα Σπουδών, όπως και όλες οι προτεινόμενες δραστηριότητες είναι ενδεικτικές, και μεταξύ άλλων φιλοδοξούν να αναδείξουν τον εργαστηριακό χαρακτήρα του μαθήματος της Χημείας, να συμβάλουν στην εξοικείωση των μαθητών/-τριών με εργαστηριακές τεχνικές και να προωθούν τον επιστημονικό τρόπο σκέψης. Με δεδομένο ότι οι εργαστηριακές υποδομές στα σχολεία ποικίλλουν, ο/η εκπαιδευτικός έχει την ελευθερία να ανασχεδιάσει την προτεινόμενη εργαστηριακή άσκηση με βάση τις υφιστάμενες υποδομές, αλλά και το μαθητικό δυναμικό στο οποίο απευθύνεται. Είναι όμως σημαντικό σε οποιαδήποτε ανασχεδίαση να διατηρείται το γενικό πλαίσιο κάθε εργαστηριακής άσκησης. Ιδιαίτερα οι εργαστηριακές ασκήσεις, είτε είναι επίδειξης είτε όχι, εφόσον έχουν διερευνητικό χαρακτήρα, θα πρέπει να τον διατηρούν σε ενδεχόμενη τροποποίηση από τον/την εκπαιδευτικό. Κατά συνέπεια, ενδείκνυται να υλοποιούνται οι ενδεικτικές εργαστηριακές ασκήσεις, ενώ οι όποιες τροποποιήσεις επιφέρει κάθε εκπαιδευτικός οφείλουν να μην αλλοιώνουν το βασικό διδακτικό πλαίσιο και τη διδακτική μεθοδολογία που προτείνεται. Ευκαίριο είναι η διεύρυνση των εργαστηριακών ασκήσεων που θα πραγματοποιούνται.

Το εικονικό εργαστήριο είναι επίσης πολύ σημαντικό εκπαιδευτικό εργαλείο, ιδίως για τη μελέτη του μικρόκοσμου ή για πειράματα που ενέχουν δυσκολίες ή παρουσιάζουν επικινδυνότητα. Το εικονικό πείραμα μπορεί να εξοικονομεί χρόνο, όμως σε πρώτη όμως προτεραιότητα βρίσκεται το πραγματικό πείραμα.

1.6. Θεωρίες μάθησης και στοιχεία διδακτικής μεθοδολογίας

1.6.1. Μάθηση

Η μάθηση έχει μελετηθεί από σημαντικούς επιστήμονες ποικίλων κλάδων όπως νευροεπιστήμονες, επιστημολόγους, ψυχολόγους, φυσιολόγους, παιδαγωγούς, εντούτοις παραμένει μια διαδικασία των ζωντανών οργανισμών που δεν έχει πλήρως κατανοηθεί και ερμηνευθεί κατά τρόπο αποδεκτό απ' όλους.

Από το πλήθος των ορισμών που έχουν δοθεί για το πλαίσιο του παρόντος Οδηγού θα χρησιμοποιήσουμε τον ορισμό του Gagne (Φλουρής, 1984, σ. 28): *Μάθηση* είναι η διαδικασία που υποβοηθά τους οργανισμούς να τροποποιήσουν τη συμπεριφορά τους μέσα σε ένα σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα και με μόνιμο τρόπο, έτσι ώστε η ίδια τροποποίηση να μη χρειαστεί να συμβεί ξανά και ξανά σε κάθε ανάλογη περίπτωση. Η αλλαγή ή η τροποποίηση γίνεται αντιληπτή από τους άλλους, αλλά και από το ίδιο το άτομο που μαθαίνει αφού μετά την πραγματοποίησή της είναι σε θέση να εκτελεί ορισμένες πράξεις τις οποίες δεν εκτελούσε προηγουμένως.

Στα ακόλουθα χαρακτηριστικά της μάθησης φαίνεται να υπάρχει συναίνεση (Κασσωτάκης, Φλουρής, 2003):

- Η μάθηση είναι χαρακτηριστικό των ανθρώπων και άλλων ζωικών οργανισμών.
- Η διαδικασία της μάθησης δεν μπορεί να παρατηρηθεί στην ολότητά της άμεσα. Εκείνο που γίνεται αντιληπτό είναι το αποτέλεσμα της.
- Η μάθηση διευκολύνεται όταν επιτελείται κάτω από ορισμένες συνθήκες όπως, π.χ. όταν ενισχύεται η επιθυμητή τροποποίηση της συμπεριφοράς, όταν δημιουργείται μια καλά οργανωμένη προβληματική κατάσταση και όταν υπάρχει κατάλληλη ανατροφοδότηση.
- Η μάθηση επηρεάζεται από παράγοντες, οι οποίοι αφορούν τόσο το υποκείμενο που μαθαίνει (ανάγκες, ενδιαφέροντα διαθέσεις κ.ά.), όσο και την κατάσταση μέσα στην οποία λαμβάνει χώρα (κατάλληλα αρχικά ερεθίσματα, δημιουργία προβληματικής κατάστασης κ.ά.). Επίσης, το αποτέλεσμα που προκαλεί π.χ. ευχαρίστηση, δυσαρέσκεια, επηρεάζει την επανάληψή της.
- Οι νευροφυσιολογικοί μηχανισμοί των ατόμων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία μάθησης, όμως δε μας είναι με ακρίβεια γνωστοί.

1.6.2. Θεωρίες μάθησης και στοιχεία διδακτικής μεθοδολογίας

Μια θεωρία μάθησης προσπαθεί να απαντήσει στο ερώτημα «πώς μαθαίνουμε;», προκειμένου στη συνέχεια να απαντήσει στο ερώτημα «πώς πρέπει να διδάσκουμε ώστε να μαθαίνουν οι εκπαιδευόμενοι», με αποτέλεσμα να προτείνει συγκεκριμένη διδακτική μέθοδο.

Οι θεωρίες μάθησης εκκινούν από τον τρόπο που λειτουργεί ο ανθρώπινος νους, όμως οι νοητικές λειτουργίες είναι ιδιαίτερα πολύπλοκες και επηρεάζονται από ποικιλία παραγόντων: α) τον/τη μαθητή/-τρια (ηλικία, ψυχολογικά χαρακτηριστικά, ατομικές ικανότητες, οικογενειακό, πολιτισμικό και κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον ανάπτυξης), β) το διδακτικό αντικείμενο και το διδακτικό υλικό (Πρόγραμμα Σπουδών, διδακτικά εγχειρίδια, υποστηρικτικό υλικό), γ) τον/την εκπαιδευτικό (γνώση του διδακτικού αντικειμένου, κλίμα που συνδιαμορφώνει στην τάξη, μαθησιακές διαδικασίες, ανατροφοδότηση) και δ) το γενικότερο περιβάλλον μάθησης (σχολικές υποδομές, εξοπλισμός, διαθέσιμα διδακτικά μέσα). Κατά συνέπεια, παρόλο που έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος, δεν έχει

λυθεί το ζήτημα της μάθησης και οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να γνωρίζουν όλες τις βασικές θεωρίες μάθησης με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους.

Δύο είναι τα κύρια ρεύματα που διαμορφώνουν την έρευνα σχετικά με τις θεωρίες μάθησης, αλλά και τη Διδακτική της Χημείας: το παλαιότερο ρεύμα του *συμπεριφορισμού* και το νεότερο του *εποικοδομισμού* (Herron & Nurrenbern, 1996).

Οι συμπεριφοριστές αδιαφορούν για τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στο μυαλό του/της εκπαιδευόμενου/-ης. Θεωρούν ότι ο/η εκπαιδευτικός-αυθεντία με τον σχεδιασμό κατάλληλων ερεθισμάτων, την παροχή των σωστών πληροφοριών και την επανάληψη, οδηγεί τους/τις εκπαιδευόμενους/-ες στη μάθηση, κατά τη λογική ερέθισμα – αντίδραση. Έμφαση δίνεται στην παρουσίαση των σωστών απαντήσεων και των σωστών διαδικασιών σκέψης. Ο/Η εκπαιδευτικός πρέπει να έχει ολοκληρωτικό έλεγχο στη μαθησιακή διαδικασία και οι μαθητές/-τριες να περιορίζονται σε παθητικό ρόλο.

Αντίθετα, οι εποικοδομιστές εστιάζουν στις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στο μυαλό του/της εκπαιδευόμενου/-ης. Θεωρούν ότι η γνώση αναπτύσσεται πατώντας πάνω σε προϋπάρχουσες υποδομές (εποικοδόμηση) με την ανάπτυξη νέων ή πιο σύνθετων εννοιολογικών σχημάτων. Η διαδικασία είναι πολύ πιο αποτελεσματική όταν οι εκπαιδευόμενοι/-ες βρίσκουν ενδιαφέρον το αντικείμενο της μάθησης, είναι ενεργητικοί/-ές, συνεργάζονται και μαθαίνουν αυτόνομα. Με άλλα λόγια, βασική αρχή των νέων μεθόδων είναι η συνειδητή και ενεργός συμμετοχή του/της μαθητή/-τριας σε όλη τη διαδικασία της μάθησης. Επιπλέον, τοποθετείται η μαθησιακή διαδικασία μέσα στα πλαίσια της κοινωνικής επικοινωνίας, αφού, σύμφωνα με τις εποικοδομιστικές αντιλήψεις η γνώση είναι κοινωνική κατασκευή και όχι ακριβής αναπαράσταση της πραγματικότητας (Ματσαγγούρας, 2008).

Μια λίγο πιο αναλυτική διάκριση (Καλκάνης, 2007) των θεωριών μάθησης είναι η ακόλουθη:

1. Συμπεριφοριστικές Θεωρίες
2. Γνωστικές Θεωρίες – Γνωστικός Εποικοδομισμός
3. Ανθρωπιστικές Θεωρίες Μάθησης
4. Θεωρίες Κοινωνικής μάθησης - Κοινωνικός εποικοδομισμός

1.6.3. Συμπεριφοριστικές Θεωρίες

Οι θεωρίες αυτές δίνουν έμφαση στη μελέτη της σχέσης μεταξύ του ερεθίσματος (stimuli) και της ανταπόκρισης (response) που προκαλεί. Ειδικότερα, οι συμπεριφοριστές επιστήμονες προσπάθησαν να δείξουν ότι το ευχάριστο ή δυσάρεστο αποτέλεσμα που συνοδεύει την αντίδραση σε ένα ερέθισμα είναι ο παράγοντας που οδηγεί το άτομο να ενεργεί με συγκεκριμένο τρόπο, δηλαδή να μαθαίνει.

Αξιοσημείωτο είναι ότι αυτό που συμβαίνει στο εσωτερικό του υποκειμένου που μαθαίνει θεωρήθηκε μη παρατηρήσιμο (μαύρο κουτί) και παραβλέφθηκε από τους συμπεριφοριστές.

Ως εκ τούτου, κατά τους συμπεριφοριστές η μάθηση καθορίζεται κυρίως από τα ερεθίσματα του περιβάλλοντος και όχι από τις ιδιότητες του υποκειμένου.

Στο πλαίσιο αυτό δίνεται μεγάλη σπουδαιότητα στο έργο του/της εκπαιδευτικού που πρέπει να διαμορφώσει το κατάλληλο περιβάλλον μάθησης και τα κατάλληλα ερεθίσματα για να προκληθεί η επιθυμητή απόκριση. Επιπλέον, θα πρέπει η απόκριση να ενισχυθεί κατάλληλα, προκειμένου ο/η μαθητής/-τρια να αποκτήσει την επιθυμητή συμπεριφορά.

Ο/Η εκπαιδευτικός προσχεδιάζει τις ερωτήσεις και τις απαντήσεις που θέλει να αναπτύξουν οι μαθητές/-τριες. Με τα κατάλληλα ερεθίσματα προκαλεί τις απαντήσεις τους. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται και ενισχύεται μέσω της επιβράβευσης και της ενθάρρυνσης.

Για την επίτευξη των επιδιώξεων αυτών χρησιμοποιείται η *προγραμματισμένη διδασκαλία*, το σύστημα της οποίας επεξεργάστηκε ο Skinner. Η προγραμματισμένη διδασκαλία είναι ένα σύστημα διδασκαλίας και μάθησης στο οποίο η προκαθορισμένη διδακτική ύλη αναλύεται σε μικρά ξεκάθαρα χωρισμένα μεταξύ τους *βήματα (στάδια)* και οργανώνεται με λογική ακολουθία ώστε οι μαθητές/-τριες να μπορούν να μάθουν εύκολα. Κάθε στάδιο οικοδομείται σκόπιμα πάνω στο προηγούμενό του. Κάθε μαθητής/-τρια μπορεί να προχωρήσει σε αυτή τη σταδιακή διαδικασία ακολουθώντας τον δικό του/της προσωπικό ρυθμό. Όταν βρίσκει το σωστό (μόνος/-η του/της ή με βοήθεια) ενισχύεται μετά από κάθε στάδιο, για να περάσει στο επόμενο. Η ενίσχυση συνίσταται είτε στο να επιβεβαιώνεται/επιβραβεύεται η σωστή απάντηση, αμέσως μόλις την καταγράψει, είτε στο να του/της δίνεται η δυνατότητα να προχωρήσει στο επόμενο στάδιο, μόνο όταν έχει καταγράψει τη σωστή απάντηση. Η διατύπωση «σωστής» απάντησης από μέρος του/της μαθητή/-τριας γίνεται γι' αυτόν/-ήν τον ίδιο ενισχυτικό ερέθισμα. Απαιτείται πολλή προσοχή ώστε οι ερωτήσεις να είναι καλά διατυπωμένες και σε επίπεδο που να μην αποθαρρύνει τους/τις μαθητές/-τριες.

Παρά τη σκληρή κριτική που ασκήθηκε στις συμπεριφοριστικές θεωρίες, πολλές εκπαιδευτικές πρακτικές ακολουθούν συμπεριφοριστικές μεθόδους. Η κριτική εστιάζεται κυρίως στη χαμηλή σημασία που αποδίδεται στις ιδιαιτερότητες κάθε εκπαιδευομένου/-ης και στην περιορισμένη προσοχή που δίνεται στη σχέση εκπαιδευτή-εκπαιδευομένου. Συμπεριφοριστικές τεχνικές ακολουθούν οι εκπαιδευτικές τεχνικές τύπου τεστ, ασκήσεις που βαθμολογούνται με τη χρήση Η/Υ, ορισμένα στάδια διδασκαλίας ξένων γλωσσών, αλλά και τυποποιημένες δεξιότητες, όπως η εκμάθηση πληκτρολόγησης ή η εφαρμογή τεχνικών δεδομένων ή προδιαγραφών. Συχνά στα εκπαιδευτικά λογισμικά Χημείας θα αναγνωρίσουμε στοιχεία από τις συμπεριφοριστικές θεωρίες μάθησης.

Συνοψίζοντας, οι συμπεριφοριστικές θεωρίες έχουν πολύ σημαντικές εφαρμογές στην εκπαιδευτική διαδικασία, συνήθως όμως σε γνώσεις κατώτερου επιπέδου.

1.6.4. Γνωστικές Θεωρίες – Γνωστικός Εποικοδομισμός

Κατά τις θεωρίες αυτές η δόμηση της γνώσης είναι μια λειτουργία που βασίζεται στις προϋπάρχουσες εμπειρίες, τις νοητικές κατασκευές, τις πεποιθήσεις, τις θεωρίες, τις οποίες κάθε μαθητής/-τρια χρησιμοποιεί, προκειμένου να ερμηνεύσει αντικείμενα ή γεγονότα και τις οποίες δεν μπορεί να αγνοεί ή να υποτιμά ο/η εκπαιδευτικός κατά τις διδακτικές του/της επιδιώξεις.

Το υποκείμενο ανακαλύπτει τη λύση ενός προβλήματος μετά τη διερεύνηση και οργάνωση όλων των παραμέτρων και των προσεγγίσεων με ποικιλία μεθόδων. Πρώτα το άτομο αντιλαμβάνεται τους υπάρχοντες αλληλοσχετισμούς των μερών του συνόλου και στη συνέχεια προχωρεί στη σύλληψη, η οποία επέρχεται ως ξαφνική ανακάλυψη και περιέχει πάντοτε ένα νέο, πρόσθετο και δημιουργικό στοιχείο. Η μάθηση χτίζεται σταδιακά, τα απλά στοιχεία αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία χτίζονται τα συνθετότερα. Ο/Η εκπαιδευτικός αξιοποιεί την υπάρχουσα γνώση και εμπειρία των μαθητών/-τριών για να εξασφαλισθεί η πρόσληψη του νέου υλικού.

Αξίζει να μνημονευθούν τα ευρήματα των Piaget, Bruner και Gagne.

Ο Piaget μελέτησε κυρίως την ψυχοπνευματική ανάπτυξη του παιδιού και του εφήβου, γι' αυτό θεωρείται αναπτυξιακός ψυχολόγος. Κατά τον Piaget η νοητική ανάπτυξη δε συντελείται με την ποσοτική άθροιση δεξιοτήτων, αλλά με ποιοτική αλλαγή στη δομή της σκέψης (με την κατάκτηση ενός πιο πολύπλοκου πλέγματος σχημάτων). Οι περίοδοι γνωστικής ανάπτυξης κατά τον Piaget είναι (Κασσωτάκης & Φλουρής, 2003):

- Η αισθησιοκινητική περίοδος (0 - 2 ετών).
- Η περίοδος της προλογικής σκέψης ή προσυλλογιστική περίοδος (2 - 7 ετών).

- Η περίοδος των συγκεκριμένων λογικών πράξεων (7 - 11 ετών).
- Η περίοδος των τυπικών λογικών πράξεων ή περίοδος της αφαιρετικής σκέψης (11 - 15 ετών).
Ο Bruner έδωσε έμφαση στα εξής:

α) Οι νέες γνώσεις πρέπει να παρουσιάζονται με τρόπο συμβατό με τις μαθησιακές δυνατότητες του/της μαθητή/-τριας.

β) Η μάθηση πρέπει να αναπτύσσει σε αυτόν/-ήν που μαθαίνει τη δυνατότητα να προχωρεί παραπέρα από μόνος/-η του/της. Προς τούτο, προτείνει να δίνονται στον/στη μαθητή/-τρια ευκαιρίες να αντιμετωπίσει προβληματικές καταστάσεις και να ενεργεί με τον τρόπο που θα ενεργούσε ένας επιστήμονας (διαδικασίες ανακάλυψης της νέας γνώσης και επίλυσης προβλημάτων). Ανάλογα με τις μαθησιακές ικανότητες υπάρχουν διάφορα επίπεδα καθοδήγησης των μαθητών/-τριών από τον/την εκπαιδευτικό.

γ) Η μάθηση μέσω ανακάλυψης, καθιστά τον/τη μαθητή/-τρια ικανό/-ή να αναπτύσσει γνωστική στρατηγική και δημιουργική σκέψη.

Κατά τον Gagne κάθε νέα μάθηση οικοδομείται πάνω στο σύνολο της προηγούμενης εμπειρίας του ατόμου. Επομένως, σημαντικό ρόλο παίζουν τόσο οι *εσωτερικές* συνθήκες (προσωπικές διαθέσεις, ετοιμότητα του/της εκπαιδευόμενου/-ης), όσο και οι *εξωτερικές* (διδασκτικές ενέργειες). Όλοι/-ες οι μαθητές/-τριες είναι σε θέση να μάθουν καλά ό,τι διδάσκεται στο σχολείο, εφόσον δεν έχουν κάποιο ιδιαίτερο νοητικό πρόβλημα, αρκεί να διαμορφωθούν οι συνθήκες που ευνοούν τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν και να τους δοθεί και ο αναγκαίος προς μάθηση χρόνος. Η συμβολή του εποικοδομισμού στην εκπαίδευση είναι πολυδιάστατη. Εστρεψε την προσοχή: α) στη σημασία της κατανόησης και της εμπλοκής της προηγούμενης εμπειρίας των μαθητών/-τριών (ιδέες των μαθητών/-τριών) και β) στην ανάγκη ο/η μαθητής/-τρια να έχει περισσότερο ενεργό ρόλο στη διαδικασία της μάθησης. Επίσης, αμφισβήτησε την ορθότητα της γνώσης οποιασδήποτε αυθεντίας, εισήγαγε περισσότερο μαθητοκεντρικά και ανοιχτά μοντέλα διδασκαλίας, και ανέδειξε τη σημασία του κοινωνικού πλαισίου της μάθησης. Βοήθησε ώστε να αναδειχθεί η αξία των γόνιμων κοινωνικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ μαθητών/-τριών-εκπαιδευτικού-συμμαθητών/-τριών, με αποτέλεσμα να σχεδιάζονται και να εφαρμόζονται όλο και πιο συχνά ομαδοσυνεργατικές διδασκαλίες. Η διερευνητική, ανακαλυπτική, συνεργατική, αυτόνομη, βιωματική μάθηση υποστηρίζονται συνολικά με την επιστημονική θεωρία και την έρευνα της σχολής του εποικοδομισμού.

Ο εκπαιδευτικός ή παιδαγωγικός *κονστрукτιβισμός*, γνωστός και ως *εποικοδομισμός*, είχε κυρίαρχη και επικρατούσα θέση στη Διδακτική των ΦΕ κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Πολυάριθμες ερευνητικές προσπάθειες σε ευρεία έκταση θεμάτων έχουν διεξαχθεί σε σχέση με αυτήν την προσέγγιση και έχουν συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της διδασκαλίας και εκμάθησης της επιστήμης (Driver 1989, 1994· Millar and Driver 1987), αν και έχουν εκφρασθεί και σκληρές κριτικές απέναντι στην προσέγγιση αυτή (Scerri, 2003· Matthews, 1993· 1997a,b, 2000· Ogborn, 1997). Στον κονστрукτιβισμό η διαδικασία της μάθησης αντιμετωπίζεται ως μια ανθρώπινη δραστηριότητα και η γνώση θεωρείται μια προσωπική και κοινωνική κατασκευή. Ο εκπαιδευτικός κονστрукτιβισμός τονίζει την ατομική δημιουργία της γνώσης, την κατασκευή των εννοιών (Osborne & Fryberg, 1985· Driver, 1989) και τη σημασία της ομάδας για την ανάπτυξη και την επικύρωση των ιδεών (Vygotsky, 1978). Όμως, παρά το γεγονός ότι ο κονστрукτιβισμός υπήρξε το κυρίαρχο ρεύμα στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών για περισσότερο από δύο δεκαετίες, υπήρξαν σημαντικές αντιρρήσεις από την αρχή της εφαρμογής του (Matthews, 1993· Solomon, 1994· Osborne, 1996· Ogborn, 1997· Matthews, 1997a,b, 2000). Η παράδοση του επιστημονικού ρεαλισμού υποστηρίζει ότι οι μαθητές/-τριες πρέπει να αποκτήσουν τη γνώση η οποία αντιστοιχεί σε αυτό που είναι πραγματικό και αληθινό (Koulaïdis &

Ogborn, 1995). Εξάλλου, η ίδια η ερευνητική ομάδα της Driver, εξέχουσας προσωπικότητας και από τους θεμελιωτές του εκπαιδευτικού κονστρουκτιβισμού, υποστήριξε ότι: «... η εκμάθηση της επιστήμης περιλαμβάνει την εισαγωγή στη λογική των Φυσικών Επιστημών. Αν οι μαθητές/-τριες πρόκειται να αποκτήσουν πρόσβαση στο γνωσιακό σύστημα της επιστήμης, η διαδικασία κατασκευής της γνώσης πρέπει να πάει πέραν της προσωπικής εμπειρικής αναζήτησης. Στους/Στις μαθητές/-τριες δεν πρέπει να δοθεί μόνο πρόσβαση σε φυσικές εμπειρίες, αλλά και στις έννοιες και τα πρότυπα της συμβατικής επιστήμης» (Driver, 1994).

1.6.5. Ανθρωπιστικές Θεωρίες Μάθησης

Στις ανθρωπιστικές θεωρίες αποδίδεται ίση σημασία στα αισθήματα και ενδιαφέροντα του/της μαθητή/-τριας και στην οργάνωση και παρουσίαση του προς μάθηση υλικού. Εκτιμούν ότι, αν το προς μάθηση υλικό δεν έχει προσωπικό νόημα για τον/την εκπαιδευόμενο/-η, οι πιθανότητες ουσιαστικής μάθησης είναι μικρές.

Σημασία δεν έχουν τα γεγονότα καθαυτά, αλλά το νόημα και η ερμηνεία που δίνει γι' αυτά το κάθε άτομο.

Ο Α. Η. Maslow (1943) εισηγείται μια ιεραρχική κλίμακα αναγκών (κινήτρων) του ατόμου, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Με τον όρο *αυτοπραγμάτωση* αναφερόμαστε στην επιθυμία του ατόμου να προσεγγίσει την πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων του. Ο Maslow συσχετίζει την κλίμακα των αναγκών με την εσωτερική υποκίνηση του ατόμου για μάθηση, την οποία θεωρεί ως φυσική και πηγαία, έχουσα στόχο την αυτοπραγμάτωση αυτή καθαυτή.



Σημαντικότερος εκπρόσωπος των Ανθρωπιστικών Θεωριών Μάθησης είναι ο C. Rogers, κατά τον οποίο η σημαντική μάθηση επιτυγχάνεται όταν:

- Το άτομο εμπλακεί ενεργητικά σε αυτή, με όλες τις διανοητικές και συναισθηματικές του δυνάμεις.
- Έχει χώρο για αυτενέργεια και πρωτοβουλία σε ένα θετικό και ενθαρρυντικό περιβάλλον. Ακόμα και όταν η αρχική ώθηση ή ερέθισμα προέρχεται από το εξωτερικό, η αίσθηση της ανακάλυψης, της προσέγγισης, της σύλληψης και της κατανόησης προέρχεται από το εσωτερικό του ατόμου.

Με άλλα λόγια, η μάθηση αποτελεί μια βαθύτατα εσωτερική διεργασία, ελεγχόμενη σε τελευταία ανάλυση από τον/την ίδιο/-α τον/την εκπαιδευόμενο/-η. Κατά συνέπεια, ο/η εκπαιδευτικός δεν είναι ένας μεταβιβαστής γνώσεων, αλλά ένας συντονιστής της μαθησιακής διαδικασίας. Ένας δημιουργός καταστάσεων που είναι ενδιαφέρουσες και έχουν νόημα για τον/τη μαθητή/-τρια, προσφέρουν δυνατότητες διερεύνησης στο πλαίσιο ενός γνωστικού πεδίου, και διεξάγονται σε ένα περιβάλλον ενθάρρυνσης, θετικό και υποστηρικτικό.

Η συμβολή των θεωριών των ανθρωπιστών επιστημόνων στις διαδικασίες της εκπαίδευσης είναι προφανής. Ο/Η εκπαιδευτικός που βασίζεται σε αυτές ακολουθεί την παρακάτω στρατηγική. Προσπαθεί να βοηθήσει τους/τις μαθητές/-τριες να αναγνωρίσουν την ανάγκη για μάθηση,

ενδιαφέρεται πολύ για τους προσωπικούς τους στόχους, υποκινεί την ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος και των δυνατοτήτων τους. Πιστεύει βαθιά ότι δε θα μάθουν κάτι ή θα το μάθουν επιφανειακά, αν δε συνειδητοποιήσουν την ανάγκη για να το μάθουν και δεν ενεργοποιήσουν ολόψυχα τις δυνάμεις τους.

1.6.6. Θεωρίες Κοινωνικής μάθησης – Κοινωνικός εποικοδομητισμός

Ο Bandura εστίασε στις διαδικασίες, οι οποίες βοηθούν το άτομο να μάθει παρατηρώντας τη συμπεριφορά των άλλων και κατ' αυτόν τον τρόπο να αποκτήσει σταδιακά τον έλεγχο της ίδιας της συμπεριφοράς του. Σημαντική διάσταση στο έργο του είναι η μάθηση μέσω μίμησης προτύπων (η *δύναμη του παραδείγματος*, κάτι που υπογραμμίζει τον ρόλο του/της παιδαγωγού σε όλες τις μορφές μάθησης). Στην κατεύθυνση αυτή πολύ ενδιαφέρον είναι το γνωστό πείραμα (Bandura, Ross & Ross, 1961) όπου παιδιά προσχολικής ηλικίας παρατήρησαν ενήλικες να χτυπούν μια κούκλα (την Bobo). Σύμφωνα με τα ευρήματα η απλή παρατήρηση της επιθετικότητας, ανεξάρτητα από την ποιότητα της σχέσης μοντέλου-υποκειμένου, είναι επαρκής προϋπόθεση για την παραγωγή μιμητικής επιθετικότητας στα παιδιά.

Κυριότερος εκπρόσωπος του κοινωνικού εποικοδομητισμού είναι ο L. S. Vygotsy, ο οποίος τόνισε την αλληλεπίδραση του βιολογικού με το κοινωνικοπολιτισμικό στοιχείο. Επισήμανε ότι, επειδή οι εμπειρίες κάθε ανθρώπου είναι διαφορετικές, τα στάδια νοητικής ανάπτυξης δεν μπορεί να είναι όμοια σε όλους ούτε καθορίζονται πλήρως με βάση τον ηλικιακό παράγοντα. Επίσης, ότι η ανάπτυξη των ανώτερων ψυχολογικών λειτουργιών του ανθρώπου προσδιορίζονται σε μεγάλο βαθμό από τις κοινωνικοπολιτισμικές επιδράσεις και επομένως η εκπαίδευση αποτελεί βασικό συντελεστή διαμόρφωσης της συμπεριφοράς.

Η μετάδοση της πολιτιστικής παράδοσης και της υπάρχουσας εμπειρίας μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους: i) τη μίμηση, ii) την καθοδηγούμενη συστηματική μάθηση και iii) τη συνεργατική μάθηση.

Ο Vygotsy τόνισε ιδιαίτερα τη δεύτερη μορφή, αλλά οι ιδέες του αφορούν και τις άλλες μορφές μάθησης, ιδιαίτερα τη μάθηση που αποκτάται με συλλογική δράση μέσα σε ομάδες ομηλικών.

Σημαντική διάσταση στο έργο του είναι και η εισήγηση της *ζώνης επικείμενης ανάπτυξης* (zone of proximal development). Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή υπάρχει ένα πραγματικό αναπτυξιακό επίπεδο στο οποίο βρίσκεται το εξελισσόμενο άτομο και ένα εξελισσόμενο επίπεδο στο οποίο μπορεί να φτάσει με τη βοήθεια άλλων, δηλαδή μέσω της διδακτικής διαδικασίας.

1.6.7. Ομαδοσυνεργατική μέθοδος

Το ομαδοσυνεργατικό κίνημα εξελίχθηκε στη σημερινή του μορφή μέσα από τη σύνθεση πολλών και διαφορετικών θεωρητικών σχολών (Ματσαγγούρας, 2000a), όπως:

- Η σχολή του Dewey και των άλλων εκπροσώπων της Νέας Αγωγής, εισηγήθηκε και εφάρμοσε την ομαδοσυνεργατική διδασκαλία για δύο βασικούς λόγους: πρώτον, διότι προωθούσε την κοινωνικοποίηση του ατόμου και τον εκδημοκρατισμό της κοινωνίας και, δεύτερον, διότι εξασφάλιζε με αυθεντικό τρόπο συνθήκες βιωματικής μάθησης, την οποία θεωρούσαν ως τη μόνη αξιόλογη μορφή μάθησης. Επισημαίνεται ότι ο J. Dewey (ό.α. Bigge, 1990) ήταν ο εισηγητής μιας νέας μεθόδου διδασκαλίας, της *βιωματικής* (Learning by doing), η οποία δίνει μεγάλη έμφαση στην ενεργητική συμμετοχή του/της μαθητή/-τριας και στη μάθηση μέσα από πραγματικές προβληματικές καταστάσεις.
- Η κοινωνική ψυχολογία μέσα από τη μελέτη της δυναμικής των ομάδων καταλήγει στο συμπέρασμα ότι είναι πιο εύκολο να ξεπεραστούν οι κοινωνικές προκαταλήψεις και η εχθρική

αντιμετώπιση της διαφορετικότητας, εάν στο σχολείο συνυπάρχουν όλοι/-ες οι μαθητές/-τριες σε συνθήκες φυσικής και ισότιμης αλληλοεπικοινωνίας.

• Τέλος, ο κοινωνικός εποικοδομητισμός, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο. Με την εργασία σε ομάδες ικανοποιούνται τόσο παιδαγωγικοί στόχοι, όπως είναι η χαρά της συνεργασίας και της ομαδικότητας, όσο και κοινωνικοί στόχοι, όπως είναι η προώθηση της συνεργατικότητας και της συλλογικότητας.

Η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία προσφέρει μια σειρά από πλεονεκτήματα, όπως (Ματσαγγούρας 2011):

Γνωστικά

- Εμπλέκει τους/τις μαθητές/-τριες περισσότερο ενεργά στη διαδικασία μάθησης.
- Δημιουργεί ένα πιο άνετο και φιλικό περιβάλλον μάθησης.
- Συμβάλλει στην ανάπτυξη ποικιλίας στρατηγικών αντιμετώπισης ενός ζητήματος που επινοούνται από τα μέλη της ομάδας.
- Βοηθά τα παιδιά με χαμηλή επίδοση να επενδύσουν περισσότερο χρόνο εντός του θέματος που επεξεργάζονται, κάτι που επηρεάζει θετικά την επίδοσή τους.
- Κινητοποιεί τους/τις μαθητές/-τριες να μοιράζονται γνώσεις (αλληλομόρφωση).
- Εκπαιδεύει τους/τις μαθητές/-τριες να υποστηρίζουν τις σκέψεις τους με σαφήνεια, με επινόηση και χρήση επιχειρημάτων, για να πείσουν τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας.
- Καλλιεργεί την κριτική σκέψη και τον αναστοχασμό.
- Διευκολύνει την ανεμπόδιστη επικοινωνία και την ανάδειξη των «κρυμμένων» δυνατοτήτων των μαθητών/-τριών.

Συναισθηματικά

- Καλλιεργεί σχέσεις φιλίας και αμοιβαίας εμπιστοσύνης μεταξύ των μελών.
- Βοηθά στην εξωτερίκευση συναισθημάτων.
- Ωθεί στην αυτοέκφραση και αυτονομία.
- Αναπτύσσει την αναγνώριση, την υποστήριξη από την ομάδα και τη θετική ανατροφοδότηση.
- Ενισχύει την παρακίνηση, την αυτοπεποίθηση, την αυτοεκτίμηση.

Κοινωνικά

Ενισχύει:

- την ανεκτικότητα / αποδοχή διαφορετικότητας.
- την υπευθυνότητα και τη συνέπεια προς τις ομαδικές υποχρεώσεις.
- το θάρρος στην έκφραση της γνώμης.
- την εσωτερική πειθαρχία και αυτοκυριαρχία.
- την ανάπτυξη ενεργών και υπεύθυνων πολιτών με εκτίμηση στη δημοκρατική και συλλογική λήψη αποφάσεων.

Ταυτόχρονα στην ομαδοσυνεργατική διδασκαλία καταλογίζονται διάφορα μειονεκτήματα, όπως:

- Απαιτείται μεγαλύτερος διδακτικός χρόνος για το ίδιο περιεχόμενο.
- Υπάρχει ενδεχόμενο κάποια μέλη της ομάδας να μη συνεργάζονται.
- Ίσως κάποιοι να μην μπορούν να παρακολουθήσουν τον ρυθμό εργασίας των υπολοίπων.
- Υπάρχει αυξημένη δυσκολία στην αξιολόγηση των μαθητών/-τριών.

Κατά την ομαδοσυνεργατική διαδικασία, ο/η εκπαιδευτικός θέτει ή συνδιαμορφώνει με τους/τις μαθητές/-τριες κοινούς σκοπούς, κανόνες, ρόλους και ευθύνες για την ολοκλήρωση του έργου της ομάδας. Επισημαίνεται ότι στην εκπαίδευση κεντρικό άξονα της ομάδας αποτελεί πάντα η υλοποίηση κάποιου εκπαιδευτικού έργου.

Οι εκπαιδευτικές ομάδες λειτουργούν καλύτερα όταν αποτελούνται από τέσσερα ή πέντε μέλη. Όσο αυξάνεται ο αριθμός των μελών μιας ομάδας τόσο η λειτουργία της δυσχεραίνεται, γίνεται χρονοβόρα και η αποτελεσματικότητα της ομάδας μειώνεται. Ακόμα υπάρχει ο κίνδυνος κάποια μέλη της να μπουκν στο περιθώριο λόγω μικρότερης δυνατότητας συμμετοχής. Για τους παραπάνω λόγους οι εκπαιδευτικές ομάδες δεν πρέπει να ξεπερνούν τα έξι μέλη.

Επίσης, λειτουργούν καλύτερα όταν είναι ανομοιογενείς ως προς τα χαρακτηριστικά και τις ικανότητες των μελών της, π.χ. γνώσεις και επιδόσεις, φύλο, συνεργατικότητα, πολιτισμικά χαρακτηριστικά. Η ανομοιογένεια έχει αποδειχθεί ότι δε βοηθά μόνο τους/τις χαμηλής επίδοσης μαθητές/-τριες, αλλά και τους/τις μαθητές/-τριες με υψηλή σχολική επίδοση. Οι τελευταίοι/-ες, αναλαμβάνοντας αλληλοδιδακτικό ρόλο εντός της ομάδας, αναγκάζονται να ανασυγκροτήσουν τη γνώση τους σε ανώτερο επίπεδο οργάνωσης και γενίκευσης, προκειμένου να την εξηγήσουν στους/στις υπόλοιπους/-ες. Αυτές οι διαδικασίες συνιστούν εμβάθυνση της γνώσης και ενίσχυση των στρατηγικών μάθησης.

Μια ομάδα συνήθως περνά από τις ακόλουθες φάσεις (Carple, 1978):

1. *Φάση προσανατολισμού και προσαρμογής.* Στη φάση αυτή τα μέλη της ομάδας συζητούν, ανταλλάσσουν απόψεις και προσπαθούν να οριοθετήσουν τον ρόλο τους. Επειδή οι στόχοι και οι κανόνες δεν είναι πλήρως καθορισμένοι, κάθε μέλος εργάζεται ατομικά και προσπαθεί να προσανατολιστεί και να γνωρίσει τα άλλα μέλη.
2. *Φάση συγκρούσεων.* Στη φάση αυτή παρατηρείται μεγάλος αριθμός συγκρούσεων, αντιπαραθέσεων και προστριβών μεταξύ των μελών της ομάδας. Τα μέλη της ομάδας προσπαθούν να διατηρούν την ατομικότητά τους, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται διάφορες διαλυτικές τάσεις στην ομάδα και χρειάζεται ο/η εκπαιδευτικός να τις γνωρίζει, ώστε να είναι σε θέση να τις χειριστεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.
3. *Φάση σύνδεσης.* Στη φάση αυτή τα μέλη της ομάδας συνειδητοποιούν ότι, αν δεν υπάρχει συνοχή στην ομάδα, αυτή δεν αποδίδει. Έτσι, τα μέλη της ομάδας συμφωνούν στην κατανομή των ρόλων, στον καταμερισμό της εργασίας, στον τρόπο με τον οποίο θα λαμβάνονται οι αποφάσεις και γενικά σε ό,τι έχει σχέση με τη λειτουργία της.
4. *Φάση απόδοσης.* Στη φάση αυτή υπάρχει μια δυναμική ισορροπία στην ομάδα η οποία λειτουργεί και αποδίδει, καθώς η ομάδα έχει ξεπεράσει τα εσωτερικά προβλήματα και επικεντρώνεται στην επίτευξη των στόχων της. Στη φάση αυτή παρατηρείται η ανάπτυξη μηχανισμού επανατροφοδότησης, μέσω του οποίου μπορεί να επαναπροσδιορίζει τους στόχους, τους ρόλους και τις λειτουργίες για την επίτευξη του τελικού σκοπού της.
5. *Φάση τερματισμού.* Στη φάση αυτή η ομάδα ή διαλύεται ή μεταλλάσσεται σε νέα ομάδα, η οποία αναλαμβάνει νέο έργο.

Ο χρόνος παραμονής σε κάθε φάση ποικίλλει. Ο σημαντικότερος παράγοντας για τον χρόνο παραμονής είναι ο συνολικός χρόνος που έχει στη διάθεσή της η ομάδα για να επιτελέσει τον ρόλο της. Αν παρατηρηθεί παραμονή στις αρχικές φάσεις για μεγάλο διάστημα και δε διαλυθεί εκ των έσω η ομάδα, τότε παρεμβαίνει ο/η καθηγητής/-τρια και διερευνά τα αίτια αυτής της καθυστέρησης.

1.6.8. Διερευνητική διδασκαλία και μάθηση

Στη εκπαιδευτική βιβλιογραφία, συναντάμε τους όρους *ανακαλυπτική μάθηση* (discovery learning) με πρώτο εισηγητή τον Bruner (Bigge, 1990), και *διερευνητική μάθηση* (inquiry learning ή inquiry based learning). Η μάθηση μέσω ανακάλυψης προηγήθηκε, ενώ τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται ο όρος διερευνητική μάθηση. Κατά τους Victor και Kellough (2008), μια ουσιαστική διαφορά ανάμεσα στις δύο είναι πως η μάθηση μέσω ανακάλυψης είναι δασκαλοκεντρική, ενώ η μάθηση μέσω διερεύνησης είναι μαθητοκεντρική.

Στην ανακαλυπτική μάθηση, ο/η εκπαιδευτικός είναι αυτός/-ή που αποφασίζει ποια προβλήματα είναι σχετικά με τις ανάγκες του/της μαθητή/-τριας, καθώς και τις στρατηγικές που είναι οι πιο κατάλληλες για τη συλλογή και ανάλυση των σχετικών με την επίλυση του προβλήματος στοιχείων. Αυτό που οι μαθητές/-τριες έχουν να κάνουν είναι να ακολουθήσουν πιστά τις οδηγίες του/της διδάσκοντα/-ουσας, οπότε θα ανακαλύψουν τις σωστές αρχές ή σχέσεις ανάμεσα στις μεταβλητές.

Στη διερευνητική μάθηση οι μαθητές/-τριες έχουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό και στον τρόπο επεξεργασίας των θεμάτων/προβλημάτων. Επίσης, τα θέματα είναι πιο μικρά σε έκταση και βάθος και πιο προσιτά στις δυνατότητες των μαθητών/-τριών.

Στη διερευνητική διδασκαλία το αντικείμενο μάθησης τίθεται με τη μορφή ενός ενδιαφέροντος ερωτήματος/προβλήματος που χρήζει απάντησης. Οι μαθητές/-τριες αναζητούν πληροφορίες και στη συνέχεια διεξάγουν κάποια διερεύνηση ή μικρή έρευνα προκειμένου να απαντήσουν στο ερώτημα/πρόβλημα. Με τη διερευνητική προσέγγιση επιδιώκεται οι μαθητές/-τριες να μάθουν να χρησιμοποιούν συστηματικά τους κανόνες της λογικής και της επιστήμης για την επαλήθευση εννοιών και ιδεών.

Οι μαθητές/-τριες προκειμένου να απαντήσουν στο ερώτημα ή να επιλύσουν το πρόβλημα:

- Παρατηρούν.
- Διατυπώνουν ερωτήσεις.
- Κάνουν υποθέσεις.
- Μελετούν θεωρητικά στοιχεία και συγκεντρώνουν πληροφορίες.
- Ανταλλάσσουν απόψεις.
- Σχεδιάζουν και υλοποιούν πειράματα – Διαχειρίζονται μεταβλητές.
- Επεξεργάζονται τα πειραματικά δεδομένα και βρίσκουν κανονικότητες σε αυτά.
- Εξάγουν συμπεράσματα.
- Ελέγχουν την ορθότητα ή μη των υποθέσεών τους.
- Παρουσιάζουν και τεκμηριώνουν τις απαντήσεις τους.
- Εφαρμόζουν τη νέα γνώση και προχωρούν σε γενίκευση, αν είναι εφικτό.
- Αξιολογούν την εργασία που έκαναν.

Το εκάστοτε ερώτημα/πρόβλημα που θα διατυπώσει ο/η εκπαιδευτικός θα πρέπει να:

- είναι σχετικό με το προς μελέτη θέμα,
- είναι απλό,
- είναι προσιτό στους/στις μαθητές/-τριες,
- συνδέεται με την καθημερινή τους εμπειρία ή να είναι συναφές με όσα έχουν μέχρι στιγμής διδαχθεί και εμπεδώσει, ώστε να τους διεγείρει το ενδιαφέρον.

Η διερευνητική προσέγγιση, όταν συνδέεται με την καθημερινή εμπειρία των μαθητών/-τριών, έχει μια σειρά από θετικές επιδράσεις στη διδακτικο-μαθησιακή διαδικασία, όπως (Mao, Chang & Barufaldi, 1988· Anderson, 2002· Yager & Ackay, 2010· Pathway, 2012· Friesen & Scott, 2013· Harlen, 2013· Salinitri, Palazzolo et al., 2018):

- την αύξηση της κατανόησης εννοιών,
- την καλλιέργεια της κριτικής σκέψης και της δημιουργικότητας,
- την ανάπτυξη πιο θετικής στάσης σχετικά με τις φυσικές επιστήμες,
- την αύξηση της ικανότητας μεταφοράς γνώσης,
- την παρακίνηση των μαθητών/-τριών να εξερευνούν και να ερμηνεύουν τα φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω τους με διαδικασίες ορθολογικές και ανάλογες με αυτές που χρησιμοποιεί ένας επιστήμονας,

- την ενίσχυση της συνεργασίας,
- την ενίσχυση της επικοινωνίας.

Ο βαθμός ελευθερίας της «ερευνητικής» αυτονομίας των μαθητών/-τριών εξαρτάται από τον βαθμό που οι μαθητές/-τριες έχουν εξασκηθεί σε τέτοια μορφή επιστημονικές δεξιότητες καθώς και από την ηλικία τους. Η μέθοδος δίνει καλύτερα αποτελέσματα όταν η καθοδήγηση / βοήθεια είναι η ελάχιστη δυνατή. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι οι διαδικασίες της επιστημονικής διερεύνησης καλό είναι να πραγματοποιούνται στο πλαίσιο της ομαδικής εργασίας των μαθητών/-τριών, επειδή επιτρέπουν την ελεύθερη διαπραγμάτευση των ιδεών μεταξύ των μελών της ομάδας, ώστε να προκύψουν δημιουργικές προτάσεις για την επίλυση του αρχικού ερωτήματος ή προβλήματος, Θα μπορούσε κανείς να συνοψίσει τις φάσεις της διερευνητικής μεθόδου ως εξής (Ματσαγγούρας, 2000b· Χαλκιά, 2010· Ραγιαδάκος, 2011· Καλκάνης, 2013):

Φάση 1: Ανάδειξη του φαινομένου σε ερώτημα ή πρόβλημα

- Διαμόρφωση του ερωτήματος ή προβλήματος στο πλαίσιο των δυνατοτήτων, των εμπειριών και των ενδιαφερόντων μαθητών/-τριών.
- Παρουσίαση από τον/την καθηγητή/-τρια και συζήτηση με τους/τις μαθητές/-τριες

Φάση 2: Προτάσεις για τη διερεύνηση του φαινομένου, ώστε να απαντηθεί το ερώτημα ή το πρόβλημα

- Οι μαθητές/-τριες κάνουν υποθέσεις, προβλέψεις και προτάσεις για το πώς θα γίνει η πειραματική διερεύνηση.

Φάση 3: Επιλογή και εφαρμογή μιας διερευνητικής διαδικασίας

Οι μαθητές/-τριες με την υποστήριξη του/της καθηγητή/-τριας:

- Προσδιορίζουν τις ανεξάρτητες και εξαρτημένες μεταβλητές.
- Σχεδιάζουν τη σωστή διαχείριση των μεταβλητών.
- Επιλέγουν κατάλληλο εργαστηριακό εξοπλισμό.
- Προσδιορίζουν τη μέθοδο συλλογής δεδομένων.
- Ελέγχουν για τυχόν κινδύνους κατά τη διάρκεια του πειράματος (κανόνες ασφαλείας στο εργαστήριο).
- Πραγματοποιούν το πείραμα ή τα πειράματα στο εργαστήριο ή σε εικονικό-ψηφιακό περιβάλλον.
- Καταγράφουν τα πειραματικά αποτελέσματα.

Φάση 4: Εξαγωγή συμπερασμάτων από τα πειραματικά δεδομένα

- Συνοπτική περιγραφή των δεδομένων, αναζήτηση κανονικοτήτων ή/και συσχετίσεων και ερμηνεία τους.
- Εξαγωγή συμπερασμάτων.
- Σύγκριση ευρημάτων με την πρόβλεψη.
- Συζήτηση των ευρημάτων - σύγκλιση.

Φάση 5: Εμπέδωση - Γενίκευση

- Η αξιολόγηση της διαδικασίας (σπουδαιότητα ευρημάτων και περιορισμοί).
- Ανακεφαλαίωση και γενίκευση των συμπερασμάτων.
- Ερωτήσεις, ασκήσεις και εργασίες με σκοπό την παγίωση της αποκτηθείσας γνώσης.

Μια σημαντική διάσταση της διερευνητικής μεθόδου είναι και η εκμάθηση δεξιοτήτων επιστημονικής μεθοδολογίας, που περιλαμβάνουν:

- *Παρατήρηση:* Η παρατήρηση έχει την έννοια του εξετάζω κάτι ενεργά και προς όλες του τις διαστάσεις, διακρίνω τα δομικά στοιχεία του παρατηρούμενου όντος, καθώς και ομοιότητες και διαφορές και μπορώ πλέον να το περιγράψω με σχετική λεπτομέρεια χωρίς να το κοιτάζω. Εύλογο

είναι ότι το επίπεδο της παρατήρησης καθορίζεται από την προϋπάρχουσα γνώση. Έτσι, όταν παρατηρούμε π.χ. την καύση του μαγνησίου, δε βλέπουμε όλοι τα ίδια πράγματα. Άλλου επιπέδου παρατήρηση θα κάνει ο/η επιστήμονας, άλλου ένας/μία μαθητής/-τρια Λυκείου και άλλου ένας/μία μαθητής/-τρια Δημοτικού. Ακόμη, συχνά οι μαθητές/-τριες συγχέουν την παρατήρηση με την εξαγωγή συμπεράσματος. Χρήσιμο είναι να διακρίνονται οι δύο διαδικασίες.

- **Διάκριση και Ταξινόμηση:** Πιο σύνθετες δραστηριότητες από την παρατήρηση. Γίνονται με βάση κάποιο κριτήριο.
- **Μέτρηση:** Ο προσδιορισμός της τιμής ενός μεγέθους με χρήση κατάλληλου εξοπλισμού και μονάδας μέτρησης.
- **Υπολογισμός:** Επί ορισμένων δεδομένων επιτελούμε μια σειρά από μαθηματικές πράξεις προκειμένου να προσδιορίσουμε την τιμή κάποιου μεγέθους.
- **Πρόβλεψη:** Πρόκειται για μία εκτίμηση σχετικά με μια μελλοντική κατάσταση ή ένα γεγονός που βασίζεται σε τρέχοντα δεδομένα και σε προϋπάρχουσες γνώσεις και εμπειρίες. Η ορθότητα μιας πρόβλεψης υποβοηθείται αν προσδιορίσουμε κάποια κανονικότητα ή μοτίβο στα δεδομένα που διαθέτουμε, αν αναζητήσουμε περισσότερες πληροφορίες/δεδομένα για το θέμα ή για παρόμοια θέματα. Επισημαίνεται ότι, ακόμη και αν μια πρόβλεψη αποδειχθεί λανθασμένη, μπορούμε να μάθουμε πολλά από αυτήν. Τέλος, είναι απαραίτητο να ζητάμε από τον/τη μαθητή/-τρια να δικαιολογεί την πρόβλεψή του/της.
- **Επικοινωνία:** Καλλιεργείται όταν οι μαθητές/-τριες περιγράφουν ή καταγράφουν αυτά που παρατηρούν, υποβάλλουν ερωτήσεις, διατυπώνουν υποθέσεις, κάνουν προβλέψεις, δίνουν ερμηνείες (γραπτά ή προφορικά), ακούν εξηγήσεις, συζητούν τις εμπειρίες τους με τους/τις συμμαθητές/-τριές τους και τον/την καθηγητή/-τρια, καταγράφουν, αναπαριστούν και παρουσιάζουν δεδομένα δικά τους ή της ομάδας τους. Ακόμη, χρησιμοποιούν τον συμβολισμό που είναι αναγκαίος στα μαθήματα των ΦΕ.
- **Έλεγχος μεταβλητών:** Σημαντική δεξιότητα αποτελεί η ικανότητα των μαθητών/-τριών να προσδιορίζουν τις μεταβλητές που μπορούν να επηρεάσουν το αποτέλεσμα του πειράματος και να τις διακρίνουν σε ανεξάρτητες και εξαρτημένες. Επίσης, να διαχειρίζονται μια μόνο ανεξάρτητη μεταβλητή σε κάθε πειραματισμό (οι υπόλοιπες να είναι σταθερές), προκειμένου να μελετήσουν την εξέλιξη της εξαρτημένης μεταβλητής.
- **Λειτουργικός ορισμός μεταβλητών:** Ο προσδιορισμός του τρόπου με τον οποίο θα μετρηθεί η εξαρτημένη μεταβλητή.
- **Σχεδιασμός και διεξαγωγή πειράματος:** Η δεξιότητα περιλαμβάνει τη διατύπωση του ερευνητικού ερωτήματος, την υπόθεση εργασίας, τον προσδιορισμό και τον έλεγχο των μεταβλητών, τον λειτουργικό ορισμό των μεταβλητών, τον σχεδιασμό ενός «αμερόληπτου» πειράματος, τη διεξαγωγή του πειράματος, τη συλλογή και την ερμηνεία των δεδομένων, την εξαγωγή συμπερασμάτων και την παρουσίαση των ευρημάτων.
- **Ερμηνεία δεδομένων:** Περιλαμβάνει την οργάνωση των δεδομένων, την αναγνώριση κανονικοτήτων, την εξαγωγή συμπερασμάτων από τα δεδομένα, ακόμη και την αξιολόγηση συμπερασμάτων που κάποιοι άλλοι έχουν εξαγάγει από δεδομένα.

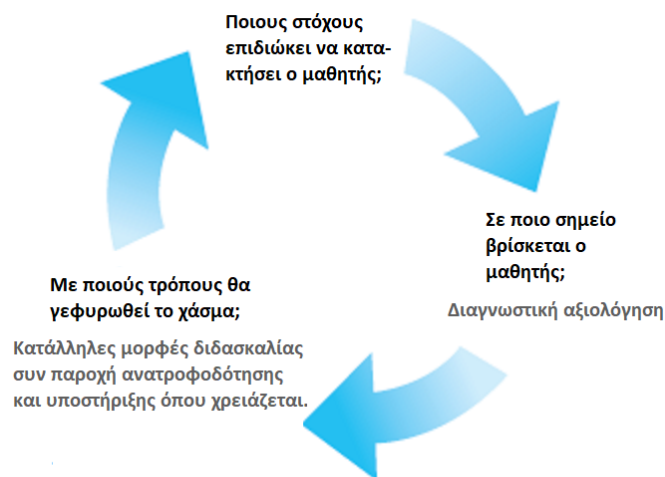
1.7. Η αξιολόγηση του/της μαθητή/-τριας

Η αξιολόγηση του/της μαθητή/-τριας αποτελεί αναπόσπαστη συνιστώσα της μαθησιακής διαδικασίας. Ο/Η εκπαιδευτικός πρέπει να σχεδιάσει τη διδασκαλία του/της με βάση τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα του ΠΣ, καθώς και τα χαρακτηριστικά και το ενδιαφέρον των μαθητών/-τριών του/της. Στη συνέχεια, καθώς υλοποιείται το μάθημα πρέπει παράλληλα να

αξιολογεί τη συμμετοχή, την προσπάθεια και τον βαθμό κατάκτησης των επιδιωκόμενων γνώσεων και δεξιοτήτων από όλους/-ες τους/τις μαθητές/-τριες, προκειμένου άμεσα να προβαίνει σε κατάλληλες αλλαγές στη διεξαγωγή της διδασκαλίας ή να παρέχει κατάλληλη ανατροφοδότηση στους/στις μαθητές/-τριες. Επιπλέον, στην αρχή της επόμενης διδακτικής ώρας, μετά τη μελέτη της ενότητας στο σπίτι από τους/τις μαθητές/-τριες και την υλοποίηση των εργασιών που τους δόθηκαν, μπορεί να αξιολογήσει πιο ολοκληρωμένα τις επιδόσεις των μαθητών/-τριών του/της.

Η αξιολόγηση διακρίνεται σε τρεις τύπους:

- **Διαγνωστική αξιολόγηση** (Κασσωτάκης 2013): Αφορά τη συγκέντρωση και ερμηνεία πληροφοριών για τους/τις μαθητές/-τριες, η οποία πραγματοποιείται κατά την έναρξη ορισμένης εκπαιδευτικής περιόδου (π.χ. έναρξη σχολικού έτους ή τετραμήνου) ή διδακτικής ενότητας. Αφορά, ως επί το πλείστον, τους/τις μαθητές/-τριες για τους/τις οποίους/-ες ο/η εκπαιδευτικός δε διαθέτει επαρκείς πληροφορίες. Αποσκοπεί στον προσδιορισμό του επιπέδου των προαπαιτούμενων γνώσεων και δεξιοτήτων σε ορισμένο πεδίο (από πού ξεκινάνε), προκειμένου να οργανωθεί κατάλληλα η διδασκαλία, ώστε να τους παράσχει την πρόσθετη διδακτική στήριξη που τυχόν χρειάζονται.



- **Διαμορφωτική αξιολόγηση (formative evaluation) και αξιολόγηση για τη μάθηση (Assessment for learning)**: Είναι κάθε αξιολόγηση που έχει ως πρώτη προτεραιότητα τη βελτίωση της μάθησης των μαθητών/-τριών. Οι περισσότεροι/-ες ερευνητές/-τριες χρησιμοποιούν τους όρους «Διαμορφωτική αξιολόγηση» και «Αξιολόγηση για τη Μάθηση» ως ισοδύναμους και η λογική αυτή θα ακολουθήθει στον Οδηγό αυτό. Σκοπός της αξιολόγησης για τη μάθηση είναι να αναδειχθούν στοιχεία σχετικά με τη νοητική πορεία των μαθητών/-τριών προς την κατάκτηση των επιδιωκόμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων, ώστε άμεσα να γίνουν αλλαγές στη διδασκαλία ή/και να τους δοθεί κατάλληλη υποστήριξη για τα επόμενά τους βήματα. Η αξιολόγηση για τη μάθηση είναι συνήθως άτυπη, ενσωματωμένη σε όλες τις όψεις της διδασκαλίας και της μάθησης και διεξάγεται από τους/τις διαφορετικούς/-ές εκπαιδευτικούς ως τμήμα του δικού τους ατομικού στιλ διδασκαλίας (Black, Harrison, Lee, Marshall & Wiliam, 2003). Επισημαίνεται ότι η αξιολόγηση για τη μάθηση περιλαμβάνει και τη διαγνωστική αξιολόγηση. Τέλος, η αξιολόγηση για τη μάθηση συνδέεται με τις κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες μάθησης, καθώς και τη μεταγνώση.

- **Αθροιστική/τελική αξιολόγηση (αξιολόγηση της μάθησης)**: Είναι η συνολική εκτίμηση του αποτελέσματος που επιτεύχθηκε σε σύγκριση με τους στόχους που είχαν τεθεί στην αρχή της διδακτικής περιόδου. Επειδή το αποτέλεσμα της τελικής αξιολόγησης μπορεί, εκ των υστέρων, να ληφθεί υπόψη για τον σχεδιασμό ανάλογων μελλοντικών εκπαιδευτικών εγχειρημάτων, με στόχο την αποτελεσματικότερη εφαρμογή τους, έχει και διαμορφωτική αξία.

Επισημαίνεται ότι τόσο η αξιολόγηση για τη μάθηση όσο και η αξιολόγηση της μάθησης, αν και έχουν διαφορετικές προθέσεις, είναι εξίσου σημαντικές στην εκπαίδευση. Κατά κανόνα, τα ίδια αξιολογικά αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο διαμορφωτικά όσο και αθροιστικά, ως εκ τούτου οι δύο όροι θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως διαφορετικές ερμηνείες αξιολογικών δεδομένων, παρά ως διαφορετικά είδη αξιολόγησης.

1.7.1. Προβλήματα της αξιολόγησης των μαθητών/-τριών

Οι πρακτικές αξιολόγησης των μαθητών/-τριών, καθώς και ο τρόπος παρουσίασης της επίδοσής τους παραμένει, σε γενικές γραμμές, ίδιος εδώ και δεκαετίες. Σε αυτές σε πολύ μεγάλο βαθμό κυριαρχεί (Αποστολόπουλος, 2017):

- Η αθροιστική/τελική αξιολόγηση.
- Ο παθητικός ρόλος των μαθητών/-τριών.
- Η έμφαση στην αξιολόγηση δηλωτικών γνώσεων.
- Η χρήση ενός αριθμού για την αποτύπωση της προόδου του/της μαθητή/-τριας. Πρόκειται για ένα πλαίσιο που δεν υπηρετεί με επάρκεια σκοπούς όπως:
 - Την ολόπλευρη, αρμονική και ισόρροπη ανάπτυξη των διανοητικών και ψυχοσωματικών δυνάμεων όλων των μαθητών/-τριών, ώστε να εξελιχθούν σε ολοκληρωμένες προσωπικότητες.
 - Τη διαμόρφωση δημοκρατικών, ενεργών, σκεπτόμενων, δημιουργικών πολιτών.
 - Την κατάκτηση πολυεπίπεδων δεξιοτήτων και ικανοτήτων, οι οποίες είναι απαραίτητες στους/στις μαθητές/-τριες και μελλοντικούς πολίτες, ώστε να είναι ικανοί να δημιουργήσουν και να ευημερήσουν στις κοινωνίες του 21ου αιώνα, καθώς και να συμβάλλουν στην ανάπτυξή τους.
 - Την έμφαση που δίνουν τα ΠΣ σε μαθητοκεντρικές διδακτικές προσεγγίσεις και στην κατάκτηση όχι μόνο γνώσεων αλλά και δεξιοτήτων και στάσεων.

1.7.2. Αθροιστική/τελική αξιολόγηση ή αξιολόγηση της μάθησης (evaluation of learning)

Σκοπός της είναι να αποτιμηθεί σε ποιο βαθμό οι μαθητές/-τριες κατέκτησαν τις γνώσεις και δεξιότητες που επιδιωκόταν να κατακτήσουν στο τέλος της ενότητας ή μιας χρονικής περιόδου.

Για την αξιολόγηση των μαθητών/-τριών σε γραπτή δοκιμασία χρησιμοποιούνται οι ερωτήσεις ελεύθερης απάντησης (ανοιχτού τύπου) και οι ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου (κλειστού τύπου).

1.7.2.1. Τα χαρακτηριστικά της καλής αξιολόγησης

Τα κύρια χαρακτηριστικά μιας καλής εξεταστικής διαδικασίας είναι (Κασσωτάκης, 2013):

- **Η εγκυρότητα.** Δείχνει κατά πόσο η εξεταστική διαδικασία (τεστ) μετρά αυτό που σχεδιάστηκε για να μετρήσει. Υπάρχουν διάφορα είδη εγκυρότητας, για παράδειγμα η εγκυρότητα περιεχομένου εξετάζει κατά πόσο ένα τεστ ελέγχει το σύνολο των θεμάτων που περιλαμβάνονται στην εξεταστέα ύλη ή που επιδίωξε να ελέγξει ο/η αξιολογητής/-τρια.
- **Η αξιοπιστία.** Μια εξεταστική διαδικασία θεωρείται αξιόπιστη, αν τα αποτελέσματα που δίνει σε διαφορετικές χρονικές φάσεις σχετίζονται ισχυρά μεταξύ τους, εφόσον οι συνθήκες εφαρμογής της δε μεταβλήθηκαν σημαντικά.
- **Η αντικειμενικότητα.** Αντικειμενική είναι μία εξεταστική διαδικασία όταν τα αποτελέσματά της δεν επηρεάζονται από παράγοντες άσχετους με την αξία του κρινόμενου, όπως συμπάθεια ή αντιπάθεια του κριτή προς τον κρινόμενο, η υποκειμενική αντίληψη της ορθότητας μιας απάντησης από τον κριτή, η ψυχική κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο κριτής κ.ά. Αν τα αποτελέσματα που προκύπτουν από διαφορετικές αξιολογικές διαδικασίες ή από διαφορετικούς αξιολογητές συμπίπτουν, τότε αυτές μπορούν να θεωρηθούν αντικειμενικές. Στην πράξη η επίτευξη απόλυτης αντικειμενικότητας στην αξιολόγηση των μαθητών/-τριών είναι δύσκολη έως ανέφικτη, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται ερωτήσεις ελεύθερης ανάπτυξης και λαμβάνονται υπόψη και άλλα στοιχεία, όπως η κρίση του/της εξεταζόμενου/-ης, η πρωτοτυπία των ιδεών του/της κ.ά.

- **Η διακριτικότητα.** Είναι η ικανότητα μιας εξεταστικής διαδικασίας να κατατάσσει τους/τις αξιολογούμενους/-ες σε διαφορετικές αξιολογικές κατηγορίες, π.χ. άριστοι, πολύ καλοί, καλοί, μέτριοι και αδύναμοι. Αντίθετα αν μια εξεταστική διαδικασία κατατάσσει την πλειονότητα των μαθητών/-τριών σε μία κατηγορία π.χ. στους αδύναμους ή στους πολύ καλούς ή στους μέτριους, δεν έχει ικανοποιητική διακριτικότητα.
- **Η πρακτικότητα (χρηστικότητα).** Εφόσον είναι εύκολη στη χρήση της τόσο από πλευράς εξεταστών, όσο και από πλευράς εξεταζομένων. Αν κατά την εξέταση απαιτούνται υλικά που δύσκολα μεταφέρονται ή χρειάζονται πολύπλοκες και λεπτομερείς επεξηγήσεις ή απαιτείται πολύς χρόνος για την απάντησή ή τη διόρθωσή τους, τότε η εξεταστική δοκιμασία δεν έχει τις απαιτούμενες προδιαγραφές πρακτικότητας.
- **Η οικονομία.** Εφόσον η αξιολογική διαδικασία δεν έχει μεγάλο οικονομικό κόστος, π.χ. δεν απαιτεί πολύ χρόνο ή πολύ προσωπικό κατά την εξέταση ή τη διόρθωση, το οποίο πρέπει να αποζημιωθεί. Κρίσιμης σημασίας είναι να προσδιορίζονται με τη μεγαλύτερη δυνατή σαφήνεια τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα, την επίτευξη των οποίων επιδιώκουν να ελέγξουν οι διαδικασίες της αξιολόγησης. Αυτά δεν μπορεί να είναι άλλα από αυτά που προβλέπει το ΠΣ κάθε μαθήματος. Άλλωστε, η διδασκαλία και η αξιολόγηση πρέπει να αποτελούν στο πλαίσιο της καθημερινής σχολικής τάξης δύο όψεις του ίδιου νομίσματος.

Επίσης, τονίζεται ότι η υπερβολική βαρύτητα που δινόταν στο παρελθόν και σε μεγάλο βαθμό δίνεται και σήμερα στη χώρα μας στη δηλωτική γνώση (απομνημόνευση πληροφοριών) έχει πολύ αρνητική επίδραση στη μάθηση. Οι μαθητές/-τριες αφιερώνουν πολύ χρόνο στην απομνημόνευση «ξηρών» γνώσεων, πράγμα επιζήμιο για την ανάπτυξη της κριτικής και δημιουργικής τους σκέψης. Επιπλέον, οι γνώσεις που απομνημονεύθηκαν λησμονούνται μετά από χρονικό διάστημα λίγων μηνών.

Για να αποφευχθεί η αποσπασματικότητα των παραδοσιακών εξεταστικών δοκιμασιών και η έντονη αμφισβήτηση του κύρους των κρίσεων σχετικά με τις γνώσεις και τις δεξιότητες των μαθητών/-τριών οι οποίες στηρίζονται στην έκβαση τέτοιων δοκιμασιών, δίνεται βαρύτητα στη συνεχή αξιολόγηση των μαθητών/-τριών. Η συνεχής αξιολόγηση λαμβάνει χώρα παράλληλα με την εξέλιξη της διδακτικο-μαθησιακής διαδικασίας, ενσωματώνεται σε αυτήν και αποτελεί ουσιαστικό της στοιχείο. Έτσι, η κρίση για κάθε μαθητή/-τρια είναι απόρροια μιας διαδικασίας συνεχούς παρακολούθησης της πορείας του/της προς την κατάκτηση των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων. Βασικά στοιχεία της είναι η προφορική εξέταση και η συνεχής παρατήρηση. Η προφορική εξέταση δεν είναι η αποσπασματική ατομική εξέταση του/της μαθητή/-τριας στο μάθημα που ολοκληρώθηκε, αλλά η συστηματική παρατήρηση, η συνεχής παρακολούθηση και η συνολική συμμετοχή του/της στο μάθημα της ημέρας.

Η παλαιά τακτική, να αφιερώνονται τα πρώτα 10' - 15' της διδακτικής ώρας, δε θεωρείται ενδεδειγμένη, γιατί χάνεται πολύς χρόνος, με παθητικούς τους περισσότερους μαθητές, χωρίς να προκύπτει ανάλογη ωφέλεια.

1.7.2.2. Ερωτήσεις ελεύθερης απάντησης

Οι ερωτήσεις ελεύθερης απάντησης διακρίνονται σε ερωτήσεις μακροσκελούς απάντησης και σύντομης απάντησης.

Ερωτήσεις μακροσκελούς απάντησης

Σε αυτές τις ερωτήσεις ο/η μαθητής/-τρια απαντά ελεύθερα εκθέτοντας τις σκέψεις και τους συλλογισμούς του/της. Χαρακτηρίζονται και ως ερωτήσεις πραγματείας διότι πολλές φορές ο/η μαθητής/-τρια διατυπώνει προσωπικές απόψεις, οι οποίες ίσως εμπεριέχουν λογικές σχέσεις που θεωρεί ότι πρέπει να γίνουν αποδεκτές ως αληθείς.

Βέβαια σε αυτές μπορούν να καταταχθούν και οι διάφορες ασκήσεις και τα προβλήματα που δίνονται προς επίλυση στη Χημεία, στη Φυσική και στα Μαθηματικά (Κασσωτάκης, 2013).

Οι ερωτήσεις αυτές ενδείκνυνται για να μετρηθούν σύνθετα μαθησιακά αποτελέσματα. Πρέπει να συνδέονται, όσο είναι δυνατόν, απευθείας με τα μαθησιακά αποτελέσματα που επιδιώκει ο/η εκπαιδευτικός να μετρηθούν. Σε αυτές οφείλει να διατυπώνει τις ερωτήσεις, έτσι ώστε να απαιτούν μια ξεκάθαρα προσδιορισμένη αντιμετώπιση από τον/τη μαθητή/-τρια, για να μη δημιουργείται η ανάγκη για πρόσθετες διευκρινιστικές ερωτήσεις, παρά μόνο αν το γνωστικό αποτέλεσμα το απαιτεί. Οι ερωτήσεις ελεύθερης απάντησης είναι κατάλληλες για τον έλεγχο της κατανόησης, αλλά και δεξιοτήτων εφαρμογής, ανάλυσης αποτελεσμάτων, σύνθεσης συμπερασμάτων και αξιολόγησης συμπερασμάτων που έχουν διατυπώσει άλλοι. Από την άλλη πλευρά, έχουν σημαντικά μειονεκτήματα, όπως ότι δεν προσφέρονται για την εξέταση μεγάλης σε έκταση ύλης, τόσο η απάντησή τους όσο και η διόρθωσή τους είναι χρονικά απαιτητικές, υποτιμούν τους/τις μαθητές/-τριες που υστερούν στη γλωσσική έκφραση, η αξιολόγησή τους παρουσιάζει υψηλό βαθμό υποκειμενικότητας κ.ά.

Για όλους αυτούς τους λόγους προτείνεται η εφαρμογή τους να περιορίζεται στον έλεγχο στόχων, η επίτευξη των οποίων δεν μπορεί να διαπιστωθεί με άλλου τύπου ερωτήσεις (Κασσωτάκης, 2013).

Βασικοί κανόνες για τη βαθμολόγηση των ερωτήσεων ανοιχτού τύπου μακροσκελούς απάντησης:

- Οι απαντήσεις πρέπει να βαθμολογούνται σύμφωνα με τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα, τα οποία έλεγχαν οι ερωτήσεις.
- Στις ερωτήσεις πρέπει να αναγράφονται οι μονάδες τις οποίες παίρνει κάθε υποερώτημα. Οι μονάδες πρέπει να υπολογίζονται με τη χρήση ενός υποδείγματος απάντησης ως οδηγού. Αν οι απαντήσεις είναι εκτεταμένες, οι μονάδες πρέπει να υπολογίζονται με τη μέθοδο της εκτίμησης, χρησιμοποιώντας ως οδηγό ξεκάθαρα προσδιορισμένα κριτήρια.
- Πριν ξεκινήσει η βαθμολόγηση κάθε ερώτησης, καλό είναι ο/η βαθμολογητής/-τρια να έχει διαβάσει πρώτα έναν αριθμό απαντήσεων τυχαία επιλεγμένων, της τάξης του ενός τρίτου του συνόλου των απαντήσεων.
- Αν υπάρχουν θέματα στα οποία υπάρχει αμφιβολία ως προς την ορθότητα της αξιολόγησης, καλό είναι να ζητείται η άποψη και άλλων καθηγητών/-τριών.

Ερωτήσεις σύντομης απάντησης

Σε αυτές τις ερωτήσεις η έκταση της απάντησης πρέπει να είναι περιορισμένη σε λίγες γραμμές. Από πολλούς/-ές παιδαγωγούς κατατάσσονται στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Το σκεπτικό τους είναι ότι η απάντηση, αν και πρέπει να είναι σύντομη, μπορεί να διατυπωθεί με διαφορετικούς τρόπους, οι οποίοι εξαρτώνται και διαφοροποιούνται από την προσωπικότητα του/της μαθητή/-τριας που δίνει την απάντηση. Υπάρχουν όμως ορισμένες ερωτήσεις σύντομης απάντησης, των οποίων η απάντηση αναφέρεται σε κάποιο συγκεκριμένο στοιχείο, διεργασία, συσχέτιση ή γεγονός, που, αν δεν αναφερθεί, η ποικιλία των διατυπώσεων είναι χωρίς νόημα. Αν μάλιστα προβλεφθούν από τον/τη συντάκτη/-κτρια όλες οι τυχόν ισοδύναμες λύσεις έτσι ώστε να μην υπεισέρχεται ο παράγοντας υποκειμενικής αξιολόγησης, τότε αυτές ισοδυναμούν με ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου.

1.7.2.3. Ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου ή κλειστού τύπου

Οι ερωτήσεις αυτές δεν αφήνουν περιθώρια υποκειμενικής εκτίμησης στον/στη βαθμολογητή/-τρια. Σε γενικές γραμμές, οι ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου μετρούν κυρίως τη

δυνατότητα του/της εξεταζόμενου/-ης να ανακαλεί και να αναγνωρίζει γεγονότα, τύπους, νόμους κ.ά. Ένα τεστ με ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου μπορεί να συνταχθεί από κάθε εκπαιδευτικό με σχετική πείρα.

Πλεονεκτήματα των ερωτήσεων αυτών:

- Η αξιολόγησή τους θεωρείται αντικειμενική.
- Διορθώνονται γρήγορα και εύκολα.
- Αξιολογείται μεγάλη ποσότητα εξεταζόμενης ύλης.
- Βοηθούν τους/τις μαθητές/-τριες με μικρή γλωσσική ικανότητα στην έκφραση.

Μειονεκτήματα των ερωτήσεων αυτών:

- Δεν αξιολογείται η ευρύτητα των γνώσεων των μαθητών/-τριών.
- Δεν αξιολογείται η συνθετική και δημιουργική ικανότητα των μαθητών/-τριών.
- Κάποιες απαντήσεις μπορεί να είναι σωστές από τύχη.
- Υπάρχει μεγαλύτερη δυνατότητα στους/στις μαθητές/-τριες να αντιγράψουν, αν και αυτό αντιμετωπίζεται αν οι ερωτήσεις εμφανίζονται με διαφορετική σειρά σε κάθε εξεταζόμενο/-η.

Τέλος, ένα σταθμισμένο τεστ με ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου, δηλαδή ένα τεστ που επιτυγχάνει να προσδιορίσει την επίδοση του/της μαθητή/-τριας σε σύγκριση με εκείνη ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος μαθητών/-τριών (ομάδα αναφοράς) κατασκευάζεται από εξειδικευμένους επιστήμονες.

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

Οι ερωτήσεις αυτές αποτελούνται από το στέλεχος (stem) και μία λίστα εναλλακτικών απαντήσεων.

- Το στέλεχος (stem) είναι το μέρος στο οποίο αναγράφεται το βασικό περιεχόμενο της ερώτησης. Σε αυτό είτε παρατίθεται ένα κείμενο το οποίο απαιτεί κάποια απάντηση ή λογική συνέχεια, είτε παρουσιάζεται κάποιο δεδομένο, όπως ένα διάγραμμα ή σχήμα, από το οποίο να εξαγονται συμπεράσματα κατόπιν συνδυασμού γνώσεων, παρατήρησης και σκέψης.
- Η λίστα εναλλακτικών απαντήσεων συνήθως αποτελείται από 4 έως 5 σε αριθμό απαντήσεις ή λογικές συνέχειες, στις οποίες συμπεριλαμβάνεται και η σωστή (key). Ο/Η μαθητής/τρια πρέπει να μελετήσει προσεκτικά όλες τις απαντήσεις που του/της δίνονται στη λίστα των εναλλακτικών απαντήσεων και να διαλέξει τη σωστή. Οι υπόλοιπες (παρεμβολές) σκοπεύουν να προβληματίσουν τον/τη μαθητή/-τρια, δημιουργώντας «θόρυβο» (σύγχυση) μέσα από τον οποίο οφείλει ο/η εξεταζόμενος/-η να διακρίνει το «σήμα» (τη σωστή). Απαραίτητη προϋπόθεση για την κατασκευή επιτυχημένων ερωτήσεων αυτής της μορφής είναι η ομοιομορφία στο ύφος των εναλλακτικών απαντήσεων, στη διατύπωσή τους, στην έκτασή τους και σε άλλα στοιχεία έτσι, ώστε να μην είναι δυνατόν να ξεχωρίζει η σωστή απάντηση από τη δομή της.

Απαντήσεις στις οποίες απαιτείται να γίνουν πολλοί υπολογισμοί, ουσιαστικά να επιλυθεί μια άσκηση ή ένα πρόβλημα με νοητική απαίτηση πάνω από δύο βήματα, δεν είναι κατάλληλες για ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Επιτρεπτές εναλλακτικές απαντήσεις μπορεί να είναι αριθμητικά δεδομένα που για να εξαχθούν απαιτείται κατανόηση έννοιας και απλός μαθηματικός υπολογισμός της μιας ή δύο αριθμητικών πράξεων.

Καλό επίσης είναι να αποφεύγονται οι αρνητικές προτάσεις (που περιέχουν «δεν και ρήμα» ή εμπεριέχουν στερητικά μόρια). Εξάλλου, οι απαντήσεις πρέπει να έχουν λεπτές ειδοποιούς διαφορές ώστε να προβληματίζουν τον/την εξεταζόμενο/-η, εκτός, συνήθως, από μία που πρέπει να απορρίπτεται από τον/τη μαθητή/-τρια που έχει μελετήσει, με την πρώτη ματιά.

Οι ερωτήσεις αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των μαθητών/-τριών στη γνώση, την κατανόηση, την επέκταση, την εφαρμογή και άλλα μαθησιακά επίπεδα της ταξινομίας του Bloom, σε διεργασίες, μετασχηματισμούς και φαινόμενα, σε πολύ σύντομο χρόνο.

Ακόμα έχουν και το πλεονέκτημα ότι μπορούν να δοθούν πολλές παραλλαγές της ίδιας ερώτησης αλλάζοντας τη σειρά των απαντήσεων, για μαθητές/-τριες που κάθονται σε γειτονικές θέσεις.

Για την αξιολόγηση με χρήση ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής, δίνεται στους/στις μαθητές/-τριες χρόνος που καθορίζεται από τον αριθμό και τη δυσκολία των ερωτήσεων. Συνήθως, 2-3 λεπτά ανά ερώτηση θεωρείται επαρκής χρόνος.

Αν δοθεί μεγάλος χρόνος, αρχίζει να υπάρχει η δυνατότητα αντιγραφής, ενώ αν δοθεί μικρός χρόνος, τότε οι μαθητές/-τριες δεν προλαβαίνουν να σκεφθούν και αρχίζουν να απαντούν στην τύχη.

Ερωτήσεις διαζευκτικής απάντησης, του τύπου «σωστό - λάθος»

Στις ερωτήσεις αυτές ο/η εξεταζόμενος/-η καλείται να αξιολογήσει κάθε πρόταση, από μια λίστα προτάσεων που του δίνονται, αν είναι σωστή ή λανθασμένη. Μπορεί να είναι μεμονωμένες ή να δίνεται μια λίστα προτάσεων με περιεχόμενο από ορισμένο πεδίο ύλης, οι οποίες συνιστούν ένα εξεταζόμενο θέμα. Οι προτάσεις δεν είναι απαραίτητο να απαιτούν απλά ανάκληση γνώσης. Μπορεί να είναι εκτιμήσεις επί κειμένου, διαγράμματος ή σχήματος, το οποίο τίθεται ως βάση. Ασφαλώς δεν πρέπει να είναι προτάσεις αποφαντικές (προσωπικής κρίσης) του υποκειμένου το οποίο απαντά. Επίσης, συνιστάται να αποφεύγονται οι αρνητικές προτάσεις (δεν και ρήμα) και να μη ζητείται από τον/τη μαθητή/-τρια να εξετάσει την ταυτόχρονη ορθότητα δύο ή περισσότερων, έστω και σχετικών, εννοιών.

Για να αποφευχθεί η επίδραση του παράγοντα τύχη, που σε αυτές τις ερωτήσεις είναι 50%, μπορούν να χρησιμοποιηθούν δικλίδες ασφαλείας όπως:

- Να ζητείται στις εσφαλμένες προτάσεις να υπογραμμισθούν οι λέξεις που κάνουν την πρόταση λανθασμένη.
- Να ζητείται να διορθωθεί η λανθασμένη πρόταση στην ορθή της μορφή.
- Να ζητείται αιτιολόγηση.

Στις περιπτώσεις αυτές αποκτούν χαρακτήρα ανοικτού τύπου, σύντομης απάντησης.

Να αναφέρουμε ότι δεν είναι απαραίτητο να χαρακτηρίζονται μόνο με τους όρους «σωστό-λάθος», μπορούν να χαρακτηριστούν και ως: μεγαλύτερο-μικρότερο, ίδιο-διαφορετικό, ποτέ-συχνά - πάντα, φυσικό-χημικό κτλ.

Οι ερωτήσεις διαζευκτικής απάντησης πλεονεκτούν για πολλούς λόγους. Εξασφαλίζουν ταχύ έλεγχο ευρέος φάσματος εξεταστέας ύλης, διορθώνονται εύκολα και μπορούν να «ανοιχθούν» κατά βούληση μεγεθύνοντας την αξιοπιστία και εγκυρότητα του εξεταστικού μέσου.

Ο χρόνος που συνήθως δίνεται για μία ερώτηση σωστού-λάθους είναι από 0,5 έως 1 λεπτό.

Ερωτήσεις σύζευξης

Στις ερωτήσεις αυτού του τύπου ζητείται από τον/την εξεταζόμενο/-η να συσχετίσει δεδομένα δύο (ή τριών) ομάδων στοιχείων. Ο αριθμός των στοιχείων κάθε ομάδας συνήθως είναι διαφορετικός. Η αντιστοιχία μπορεί να είναι αμφιμονοσήμαντη (ένα προς ένα στοιχείο) ή σε ένα στοιχείο να αντιστοιχούν δύο από την παράλληλη σειρά. Είναι δυνατόν τα προς συσχέτιση στοιχεία να τοποθετούνται σε παράλληλες στήλες ή σειρές. Ο/Η εξεταζόμενος/-η συσχετίζει τα στοιχεία των δύο (ή τριών) ομάδων συνδέοντάς τα με μια γραμμή ή γράφοντας τα διατεταγμένα ζεύγη, αν τα στοιχεία των δύο (ή τριών) ομάδων έχουν αριθμηθεί (με διαφορετική αρίθμηση). Στις ερωτήσεις σύζευξης εντάσσονται και οι πίνακες διπλής εισόδου, με στοιχεία στην κάθετη στήλη που πρέπει να κατηγοριοποιηθούν σε ενότητες που αναφέρονται στην πρώτη σειρά του πίνακα.

Όλα τα στοιχεία των ομάδων πρέπει απαραίτητα να είναι στην ίδια σελίδα για να μη δημιουργείται τεχνητή σύγχυση στον/στη μαθητή/-τρια. Ο αριθμός των συσχετιζόμενων στοιχείων κυμαίνεται ανάλογα με την ηλικία των εξεταζόμενων και τον βαθμό δυσκολίας που θέλει ο/η εξεταστής να έχει η ερώτηση. Απαραίτητη είναι και η γραμματική και συντακτική ομοιογένεια των στοιχείων κάθε ομάδας. Τα πλεονεκτήματα των ερωτήσεων σύζευξης (matching block) είναι, όπως και για τους άλλους τύπους κλειστών ερωτήσεων, η σάρωση μεγάλου φάσματος εξεταστέας ύλης, η ευελιξία στην κατασκευή, η δυνατότητα διαβάθμισης της δυσκολίας τους και ο μικρός χρόνος αξιολόγησης.

Ερωτήσεις διάταξης

Ερωτήσεις διάταξης, ιεράρχησης ή κλιμάκωσης είναι οι ερωτήσεις κλειστού τύπου στις οποίες ζητείται από τον/τη μαθητή/-τρια να διατάξει σε λογική σειρά κάποια στοιχεία με βάση το κριτήριο που αναφέρεται στο στέλεχος της ερώτησης. Τα στοιχεία μπορεί να είναι λέξεις, προτάσεις, αριθμοί, σύμβολα, σχήματα κ.ά.

Ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού

Σε αυτές τις ερωτήσεις δίνεται στον/στην εξεταζόμενο/-η ένα κείμενο από το οποίο λείπουν στοιχεία (όπως λέξεις, χαρακτηριστικοί όροι, χημικοί τύποι, μαθηματικές εκφράσεις κτλ.) και καλείται ο/η μαθητής/-τρια από τα συμφραζόμενα να συμπεράνει τον όρο που λείπει και να συμπληρώσει την πρόταση. Συχνά δίνονται οι ελλείποντες όροι σε κατάλογο και ο/η εξεταζόμενος/-η επιλέγει ποιον/-α θα τοποθετήσει στην κατάλληλη θέση του κειμένου. Μια άλλη παραλλαγή είναι να είναι εμφανής ο αριθμός των ελλειπόντων γραμμάτων κάθε κενού. Αν θέλει ο/η εξεταστής υψηλότερο βαθμό δυσκολίας, δεν παρατίθενται οι απαντήσεις προς επιλογή ούτε καθορίζεται ο αριθμός των γραμμάτων. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όταν επιδιώκεται ο έλεγχος γνωστικών δεξιοτήτων ή η γνώση μεθόδου διεξαγωγής, δεν είναι απαραίτητο η συμπλήρωση να προκύπτει από τα συμφραζόμενα.

Προϋποθέσεις για επιτυχημένες ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού (completion) είναι το κείμενο να είναι κατανοητό για το επίπεδο των εξεταζόμενων μαθητών/-τριών. Πρέπει να αποφεύγονται τα πολλά κενά στην ίδια πρόταση, να εμπεριέχονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία στα συμφραζόμενα έτσι, ώστε να μη δημιουργούνται αμφιβολίες και ασάφεια, και να είναι επαρκής ο διαθέσιμος κενός χώρος. Τέλος, η σωστή απάντηση να είναι είτε μοναδική είτε να είναι ένα σύνολο ομοίων λέξεων ή φράσεων (Κασσωτάκης κ.ά., 1998· Oosterhof, 2010· Κασσωτάκης, 2013).

1.7.3. Εναλλακτικές μορφές αξιολόγησης του/της μαθητή/-τριας

Με στόχο τη βελτίωση της αξιολόγησης της επίδοσης του/της μαθητή/-τριας και την εξάλειψη των αδυναμιών του παραδοσιακού μοντέλου αξιολόγησης, τις τελευταίες δεκαετίες άρχισαν να εφαρμόζονται νεότερες/εναλλακτικές μορφές αξιολόγησης. Οι μορφές αυτές επιδιώκουν να ενισχύσουν την ποιοτική διάσταση της αξιολόγησης και την ενεργό συμμετοχή του/της μαθητή/-τριας σε αυτήν, ώστε να γίνει πιο «ορατή» η μαθησιακή προσπάθεια. Πρόκειται για τις λεγόμενες **αυθεντικές μορφές αξιολόγησης** (authentic evaluation or assessment). Ο όρος οφείλεται στο γεγονός ότι το παραπάνω κίνημα προσπαθεί να συσχετίσει την αξιολόγηση τόσο με την υποβοήθηση της μάθησης, όσο και με πραγματικές «αυθεντικές» καταστάσεις της ζωής ή παρόμοιές τους, καθώς και με τις αντίστοιχες εμπειρίες των μαθητών/-τριών. Η εξάπλωση των παραπάνω τρόπων αξιολόγησης ενισχύθηκε από τις μεταβολές στον τρόπο προσέγγισης της διδακτικομαθησιακής διαδικασίας, οι οποίες προήλθαν από το κίνημα του κοινωνικού εποικοδομισμού το οποίο βασίζεται στη θεωρία του

Vygotsky, το κίνημα της κριτικής σκέψης, το κίνημα της ολιστικής προσέγγισης της γνώσης, από την ανάπτυξη και τη διάδοση της συνεργατικής μαθησιακής διαδικασίας, καθώς και από τις σύγχρονες ψυχολογικές θεωρίες, όπως η θεωρία για τους πολλαπλούς τύπους νοημοσύνης. Στην ενίσχυση της τάσης προς «αυθεντικές μορφές αξιολόγησης» συνέβαλε σημαντικά και η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών στη διενέργεια εξεταστικών δοκιμασιών. Αυτό οφείλεται στη δυνατότητα παρουσίασης στους/στις εξεταζόμενους/-ες προβληματικών καταστάσεων που προσομοιάζουν με αυτές της πραγματικής ζωής (Κασσωτάκης 2013).

Το σχολείο του 21^{ου} αιώνα (UNESCO 1999) δεν μπορεί να βασίζεται στη μετάδοση γνώσεων, δεδομένου ότι η γνώση αυξάνεται με ρυθμό που το σχολείο δεν μπορεί να παρακολουθήσει, επίσης διατίθεται στον πολίτη όποτε τη χρειάζεται μέσα από τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα όπως το διαδίκτυο και οι βάσεις δεδομένων. Επιπρόσθετα, δεν μπορεί να περιορίζει τον/τη μαθητή/-τρια σε ρόλο παθητικό στη διαδικασία της αξιολόγησής του/της, αντίθετα πρέπει να τον/τη βοηθά να αναπτύξει αυτογνωσία, δεξιότητες αυτο- και ετερο-αξιολόγησης και μεταγνωστικές δεξιότητες (μαθαίνω πώς να μαθαίνω), οι οποίες θα του/της χρειαστούν πολλές φορές στην ενήλικη ζωή του/της. Συνοψίζοντας, η αξιολόγηση στο σύγχρονο σχολείο δεν μπορεί να επιμένει στην αποτίμηση της δηλωτικής γνώσης, δηλαδή της ικανότητας ανάκλησης γνώσεων ή αναγνώρισης της ορθής απάντησης μεταξύ εναλλακτικών εκδοχών. Ούτε μπορεί να αγνοεί την ανάγκη αξιολόγησης της επίδοσης ομαδικών προσπαθειών ή την ανάγκη αποτίμησης των ικανοτήτων ή δεξιοτήτων όπως ο σχεδιασμός και η υλοποίηση πειράματος, η επίλυση προβλήματος, οι ήπιες/εγκάρσιες δεξιότητες κ.λπ.

Επειδή οι νέες μορφές αξιολόγησης περιλαμβάνουν την αξιολόγηση αυθεντικών ή συναφών έργων των μαθητών/-τριών, τα διαβαθμισμένα κριτήρια καθίστανται αναγκαία για την κατά το δυνατόν αντικειμενική τους αποτίμηση και την αύξηση της συμφωνίας μεταξύ διαφορετικών κριτών (Κασσωτάκης, 2013).

1.7.4. Ικανότητες και δεξιότητες

Στη χώρα μας χρησιμοποιείται κυρίως ο όρος *δεξιότητες (skills)*, ενώ στη διεθνή βιβλιογραφία συναντούμε πολύ συχνά και τον όρο *ικανότητες (competences)*.

Δεν υπάρχει συναίνεση γύρω από το τι ακριβώς σημαίνει η έννοια δεξιότητα. Το νόημά της διαφοροποιείται (Attewell, 1990) ανάλογα με το γνωστικό πεδίο προέλευσης του/της επιστήμονα που δίνει τον ορισμό, ανάλογα με τη χρονική περίοδο, π.χ. πριν από 60 χρόνια αναφερόταν σε πρακτικές δεξιότητες τεχνικών επαγγελματιών, ενώ μεταγενέστερα δινόταν μεγαλύτερη έμφαση στη γνωστική διάσταση της έννοιας έναντι της πρακτικής.

Κατά τον Attewell (1990) στο τέλος του 20ού αιώνα θεωρείται ότι αποτελούσε έναν συνδυασμό επαρκούς γνώσης και σωματικής επιδεξιότητας, μέσω των οποίων το άτομο μπορεί να επιτυγχάνει ένα επαρκές επίπεδο επίδοσης σε πρακτικά ή γνωστικά θέματα, σε έναν συγκεκριμένο τομέα.

Ορισμένοι ακόμη ενδεικτικοί ορισμοί είναι οι ακόλουθοι:

- Η ικανότητα να εκτελείς εργασίες και να επιλύεις προβλήματα (Cedefop, 2008).
- Η δυνατότητα εφαρμογής της γνώσης και η χρήση τεχνογνωσίας για την ολοκλήρωση εργασιών και την επίλυση προβλημάτων (Cedefop, 2014· Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2016). Στο πλαίσιο αυτό περιλαμβάνει γνωστικά στοιχεία (χρήση λογικής, χρήση διαισθητικής και δημιουργικής σκέψης) και πρακτικά στοιχεία (χειροκινητική επιδεξιότητα και χρήση μεθόδων, υλικών, εργαλείων και οργάνων).

Κατά τον ΟΟΣΑ (OECD, 2019) η ανάγκη έμφασης σε δεξιότητες συνδέεται με:

- την τεχνολογική αλλαγή με έμφαση στις ΤΠΕ, η οποία επηρεάζει όλους τους τομείς της ζωής,

- τις αλλαγές στη δομή της απασχόλησης,
- την οικονομική και πολιτισμική παγκοσμιοποίηση.

Επιπλέον, σημαντικό ρόλο παίζει και η αυξανόμενη ζήτηση για εργαζόμενους/-ες με υψηλότερου επιπέδου γνωστικές δεξιότητες, οι οποίες απαιτούν κατανόηση και επιτυχή διαχείριση σύνθετων πληροφοριών, δεξιότητες ψηφιακές, συνεργασίας, δράσης/επίλυση προβλημάτων, επικοινωνίας σε μεταβαλλόμενα κοινωνικο-πολιτισμικά πλαίσια κ.ά.

Υπάρχει σαφής προτεραιοποίηση των δεξιοτήτων τα τελευταία χρόνια στο σύνολο σχεδόν των εκπαιδευτικών συστημάτων και σε όλες τις διαστάσεις της εκπαίδευσης, η οποία συνδέεται ισχυρά με τις αλλαγές στην αγορά εργασίας (Αποστολόπουλος, 2021). Ταυτόχρονα, ο όρος δεξιότητες γνωρίζει και μια σειρά από κατηγοριοποιήσεις με σχετικά ασαφή όρια, όπως ήπιες δεξιότητες (soft skills), κομβικές δεξιότητες (generic skills), βασικές δεξιότητες (basic skills), εγκάρσιες ή πολυεπίπεδες δεξιότητες (transversal skills), μεταφερόμενες δεξιότητες (transferable skills), δεξιότητες μάθησης, δεξιότητες ζωής, δεξιότητες του νου, δεξιότητες επιστήμης και τεχνολογίας κ.ά.

Ομοίως, δεν υπάρχει συναίνεση γύρω από το τι ακριβώς σημαίνει ικανότητα. Κατά τους Rychen & Salganik (2003), δείχνει τη δυνατότητα να ανταποκρίνεται κάποιος/-α στις απαιτήσεις ενός περίπλοκου έργου, αντλώντας και κινητοποιώντας ψυχοκοινωνικούς πόρους (που περιλαμβάνουν γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις) σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο. Κατά την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2016), είναι η δυνατότητα να χρησιμοποιεί και να εφαρμόζει κάποιος γνώσεις και δεξιότητες για να αντιμετωπίζει νέες καταστάσεις και απρόβλεπτες προκλήσεις, αυτόνομα και με υπευθυνότητα.

Γίνεται σαφές ότι η ικανότητα είναι ευρύτερη έννοια της δεξιότητας, αφού επιπλέον περιλαμβάνει:

- Εφαρμογή σε ασυνήθιστες – απρόβλεπτες καταστάσεις.
- Αυτόνομη και υπεύθυνη δράση.
- Την ύπαρξη κατάλληλων στάσεων.

Στη λογική των ικανοτήτων συναντά κανείς την έννοια του γραμματισμού π.χ. όπως εφαρμόζεται στον διαγωνισμό PISA (Αποστολόπουλος, 2021), το πλαίσιο αναφοράς ικανοτήτων για τον δημοκρατικό πολιτισμό (reference framework of competences for a democratic culture) (Council of Europe, 2018α,β) και την παγκόσμια ικανότητα (global competence) (OECD 2018). Η τελευταία ικανότητα αναφέρεται στη δυνατότητα να εξετάζει κανείς τοπικά, παγκόσμια και διαπολιτισμικά θέματα, να κατανοεί και να εκτιμά διαφορετικές οπτικές και όψεις του κόσμου, να αλληλεπιδρά με σεβασμό και επιτυχία με άλλους και να αναλαμβάνει υπεύθυνη δράση σε σχέση με την αιεφόρο ανάπτυξη και τη συλλογική ευημερία. Για παράδειγμα, ο εγγραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες συνδέεται με τη δυνατότητα του ατόμου (OECD, 2016):

- (α) Εξηγεί φαινόμενα με επιστημονικό τρόπο.
- (i) Να αναγνωρίζει έναν μεγάλο αριθμό φυσικών φαινομένων και τεχνολογικών εφαρμογών.
- (ii) Να δίνει εξηγήσεις για τα φαινόμενα αυτά.
- (iii) Να αξιολογεί ερμηνείες που δίνουν άλλοι σε σχέση με τα φαινόμενα αυτά.
- (β) Αξιολογεί και να σχεδιάζει επιστημονική διερεύνηση.
- (i) Να περιγράφει επιστημονικές έρευνες.
- (ii) Να θεωρεί σημαντικές τις επιστημονικές έρευνες.
- (iii) Να προτείνει τρόπους να απαντηθούν ερωτήματα με επιστημονικό τρόπο (σχεδιασμός πειράματος - έλεγχος μεταβλητών).
- (γ) Εξάγει συμπεράσματα από επιστημονικά δεδομένα.

- (i) Να αναλύει και να αξιολογεί επιστημονικά δεδομένα, ισχυρισμούς και επιχειρήματα σε μια ποικιλία περιπτώσεων και να εξάγει κατάλληλα συμπεράσματα.

1.7.5. Η μεταγνώση (metacognition) και η μάθηση

Ο όρος *μεταγνώση* περιλαμβάνει όχι μόνο σκέψεις για τις σκέψεις, όπως αρχικά είχε θεωρηθεί, αλλά και τη γνώση που έχει κάποιος/-α για τη γνώση, τις νοητικές του/της διαδικασίες και τις συναισθηματικές του/της καταστάσεις, καθώς και την ικανότητα να μπορεί συνειδητά και σκόπιμα να ελέγχει και να κατευθύνει αυτή τη γνώση, τις νοητικές διαδικασίες και συναισθηματικές του/της καταστάσεις (Κασιμάτη, 2020).

Κατά τους Paris and Winograd (1990, όπ. αναφ. στο Κασιμάτη 2020), η μεταγνώση εισάγει δύο βασικά χαρακτηριστικά: α) την αυτοαξιολόγηση και β) την αυτοδιαχείριση της νόησης. Η αυτοαξιολόγηση αναφέρεται στη θεωρητική πτυχή της μεταγνώσης και συγκεκριμένα στους προσωπικούς στοχασμούς που κάνουν οι άνθρωποι γύρω από τις νοητικές τους καταστάσεις, τις ικανότητες, τα κίνητρα και τα χαρακτηριστικά τους ως εκπαιδευόμενο/-ες. Τέτοιοι στοχασμοί συνδέονται με ερωτήματα του τύπου «τι γνωρίζω;», «πώς σκέφτομαι;» και «πότε και πώς μπορώ να εφαρμόσω συγκεκριμένες στρατηγικές μάθησης;». Η αυτοδιαχείριση της νόησης αναφέρεται στην πρακτική μορφή της μεταγνώσης, και συγκεκριμένα στην κινητοποίηση των νοητικών διαδικασιών που είναι υπεύθυνες για την επίλυση ενός προβλήματος, τα εναλλακτικά σχέδια που οργανώνουν οι εκπαιδευόμενο/-ες, προτού καταπιαστούν με ένα έργο, τις προσαρμογές που κάνουν ενώ εργάζονται και τις αναθεωρήσεις που κάνουν μετά την ολοκλήρωση του έργου τους.

Με άλλα λόγια, η καλλιέργεια της μεταγνώσης δημιουργεί τις προϋποθέσεις για μαθητές/-τριες με υψηλό επίπεδο αυτονομίας, που μαθαίνουν διά βίου και είναι ικανοί/-ές να ανταποκρίνονται με επιτυχία στον ταχύτατο πολλαπλασιασμό των γνώσεων και των προκλήσεων των σύγχρονων κοινωνιών.

Η μεταγνώση στηρίζει και στηρίζεται στη συνεργατική μάθηση και η ανάπτυξή της βοηθά τον/τη μαθητή/-τρια: α) να συνειδητοποιεί όλο και περισσότερο το πώς μαθαίνει (καλύτερα), β) να εμπλουτίζει τα μαθησιακά του/της εργαλεία, γ) να μπορεί να παρακολουθήσει την πρόοδό του/της, αλλά και να την επηρεάσει στον βαθμό που γνωρίζει πώς μαθαίνει καλύτερα, και δ) να αναπτύσσει «διοικητικό έλεγχο» των στρατηγικών μάθησης, αντί να αντιδρά παθητικά.

Με άλλα λόγια, για την καλλιέργεια της μεταγνώσης προτείνονται διδακτικές προσεγγίσεις διερεύνησης και επίλυσης προβλήματος, οι οποίες υπηρετούνται άριστα από τη Χημεία και τα μαθήματα Φυσικών Επιστημών. Επίσης, προτείνονται προσεγγίσεις αξιολόγησης που αντιστοιχούν στην αξιολόγηση για τη μάθηση (ατομικός φάκελος αυτοαξιολόγηση, ετεροαξιολόγηση κ.λπ.), η οποία θα αναλυθεί στην επόμενη ενότητα. Στην κατεύθυνση αυτή, σημαντικές διαστάσεις της καθημερινότητας στην τάξη είναι ο/η εκπαιδευτικός, μεταξύ άλλων, να παροτρύνει τους/τις μαθητές/-τριες να παρακολουθούν πώς σκέπτονται και τι τους/τις εμποδίζει να φθάσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα, να τους ενθαρρύνει να υποβάλουν ερωτήσεις σε όλες τις φάσεις της μαθησιακής διαδικασίας, να τους/τις βοηθά να τακτοποιήσουν ιδέες και σκέψεις, να ζητά όχι μόνο το αποτέλεσμα, αλλά και τη διαδικασία σκέψης και να τους/τις ενημερώνει για τα κριτήρια αξιολόγησης. Επίσης, πρέπει οι μαθητές/-τριες να κάνουν απολογισμό σχετικά με το τι καινούριο έμαθαν, πώς το έμαθαν και γιατί το έμαθαν.

1.7.6. Αξιολόγηση για τη μάθηση

Η μάθηση καθορίζεται, σε πολύ μεγάλο βαθμό, από το τι κάνουν οι μαθητές/-τριες και ο/η εκπαιδευτικός μέσα στην αίθουσα διδασκαλίας. Πρόκειται για ένα δύσκολο έργο. Οι εκπαιδευτικοί καθημερινά πρέπει να διαχειριστούν πολυσύνθετες και απαιτητικές καταστάσεις, οι οποίες απορρέουν από τις προσωπικές, συναισθηματικές και κοινωνικές ανάγκες μιας ομάδας είκοσι πέντε (25) ή και περισσότερων μαθητών/-τριών μεικτών ικανοτήτων και την ανάγκη να τους/τις βοηθήσουν να μάθουν άμεσα τη διδασκόμενη ύλη, καθώς και να ενισχύσουν την ικανότητά τους να μαθαίνουν διά βίου (Αποστολόπουλος, 2017).

Για να βελτιωθούν η μάθηση και οι επιδόσεις των μαθητών/-τριών πολλοί/-ές ερευνητές/-τριες προτείνουν τη σημαντική ενίσχυση των διαδικασιών διαμορφωτικής αξιολόγησης των μαθητών/-τριών. Οι Black και William (1998) σε μια ανασκόπηση πάνω από 250 σχετικών ερευνών από διάφορες χώρες συμπεραίνουν ότι η διαμορφωτική αξιολόγηση αποτελεί μέθοδο σημαντικής βελτίωσης της επίδοσης των μαθητών/-τριών. Στην ίδια κατεύθυνση είναι και τα ευρήματα των Rodriguez (2004) και Hattie & Timperley (2007).

Μάλιστα, οι Black και William (1998) αναφέρουν ότι οι έρευνες συγκλίνουν στο εύρημα ότι η διαμορφωτική αξιολόγηση βοηθά περισσότερο τους/τις μαθητές/-τριες με τις χαμηλότερες επιδόσεις. Συνεπώς, συμβάλλει διττά στους σκοπούς ενός δημοκρατικού εκπαιδευτικού συστήματος, αφού αυξάνει τη μέση επίδοση των μαθητών/-τριών και ταυτόχρονα μειώνει την απόκλιση μεταξύ των επιδόσεων τους.

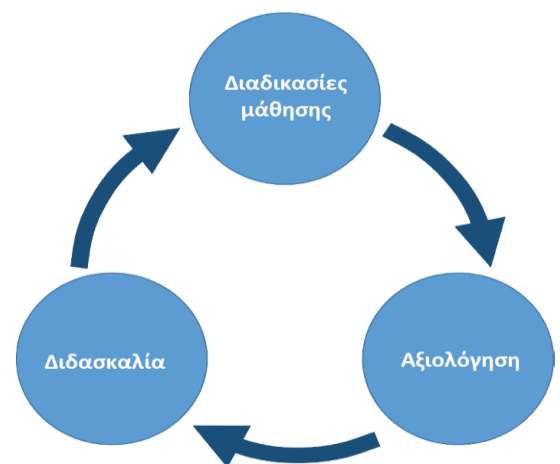
Οι περισσότεροι ερευνητές χρησιμοποιούν τους όρους «Διαμορφωτική αξιολόγηση» και «Αξιολόγηση για τη Μάθηση» ως ισοδύναμους, άλλοι (Black, Harrison, Lee, Marshall & William, 2004) τους αντιλαμβάνονται ως ελαφρώς διαφορετικούς.

Όπως αναφέρθηκε, η αξιολόγηση για τη μάθηση ή διαμορφωτική αξιολόγηση είναι κάθε αξιολόγηση που έχει ως πρώτη προτεραιότητα τη βελτίωση της μάθησης των μαθητών/-τριών. Μια δραστηριότητα μπορεί να υποστηρίξει τη μάθηση εάν παρέχει πληροφορίες, οι οποίες θα μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο από τους/τις εκπαιδευτικούς, όσο και από τους/τις μαθητές/-τριες. Πληροφορίες που θα βοηθήσουν τους/τις εκπαιδευτικούς να αποτιμήσουν πόσο κατάλληλες είναι οι μαθησιακές δραστηριότητες που χρησιμοποιούν, ώστε να προβούν άμεσα σε βελτιωτικές κινήσεις, αν χρειάζεται. Επίσης, να αναγνωρίσουν πώς πορεύεται κάθε μαθητής/-τρια προς τον μαθησιακό στόχο, ώστε ο/η εκπαιδευτικός να τους προσφέρει κατάλληλη υποστήριξη. Πληροφορίες που βοηθούν τους/τις μαθητές/-τριες να εκτιμήσουν τι επιτυγχάνουν οι ίδιοι/-ες και τι οι συμμαθητές/-τριές τους.

Διαφέρει σαφώς από την αξιολόγηση που αποσκοπεί στη λογοδοσία, την κατάταξη ή την πιστοποίηση της ικανότητας των μαθητών/-τριών.

Η αξιολόγηση για τη μάθηση είναι συνήθως άτυπη, ενσωματωμένη με όλες τις όψεις της διδασκαλίας και της μάθησης και διαφοροποιείται από τον/την έναν/μία εκπαιδευτικό στον/στην άλλο/-η, όπως και ο ιδιαίτερος τρόπος που διδάσκει ο/η καθένας/-ία.

Έτσι, η αξιολόγηση του/της μαθητή/-τριας προσεγγίζεται ως μια συστηματική και καλά οργανωμένη διαδικασία συλλογής και ανάλυσης δεδομένων που αποσκοπεί (Black & William, 1998· Κασσωτάκης, 2013· Πετροπούλου, Κασσιμάτη & Ρετάλης, 2015· Νίκα κ.ά., 2017):



α) Στη συνεχή παρακολούθηση και ανίχνευση ελλείψεων και εμποδίων στη μάθηση με σκοπό την παροχή κατάλληλης ανατροφοδότησης και υποστήριξης.

β) Στη διάγνωση δυνατών σημείων και αδυναμιών στις διδακτικές επιλογές με σκοπό τη βελτίωσή τους.

γ) Στην ενεργό εμπλοκή των μαθητών/-τριών στην αξιολόγησή τους.

δ) Στην αποτίμηση της προόδου των γνώσεων και των δεξιοτήτων των μαθητών/-τριών, σε συνάρτηση πάντα με τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα.

Ως εκ τούτου, η αξιολόγηση του/της μαθητή/-τριας είναι αναπόσπαστο στοιχείο της διδακτικο-μαθησιακής διαδικασίας.

Το πλαίσιο αυτό δίνει τη δυνατότητα να αξιολογηθούν και οι επιζητούμενες δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα (ήπιες/εγκάρσιες δεξιότητες), όπως συνεργασίας, επικοινωνίας, δημιουργικότητας, αναλυτικής και κριτικής σκέψης, επίλυσης προβλήματος, ψηφιακές δεξιότητες, υπευθυνότητας, αυτοαποτελεσματικότητας, αυτόνομης μάθησης κ.ά.

Η αξιολόγηση για τη μάθηση:

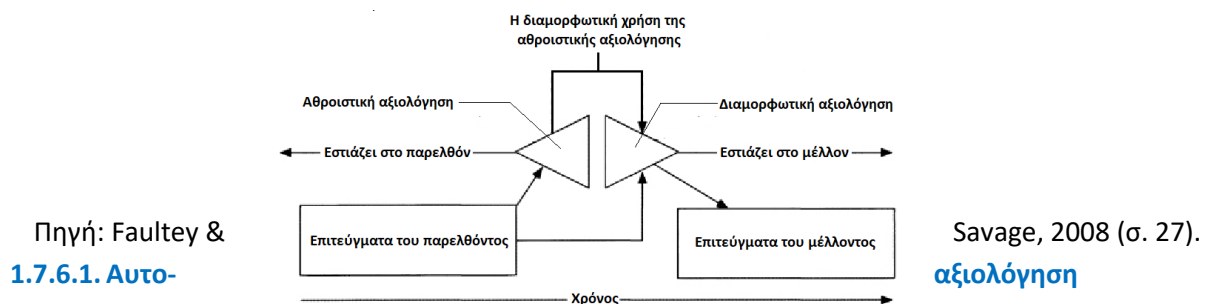
α) δίνει ρόλο στον μαθητή στη διαδικασία αξιολόγησής του, αξιοποιώντας διαδικασίες:

- αυτοαξιολόγησης,
- ετεροαξιολόγησης,
- συμπλήρωσης ατομικού φάκελου (portfolio).

β) εμπλουτίζει τον τρόπο συλλογής πληροφοριών από τον/την εκπαιδευτικό δίνοντας έμφαση στην παρατήρηση των ομάδων κατά την υλοποίηση των δραστηριοτήτων, με τη χρήση λίστας παρατήρησης που έχει τη μορφή διαβαθμισμένων κριτηρίων (ρουμπρίκα αξιολόγησης), με την ουσιαστική συζήτηση κατά τη διάρκεια του μαθήματος, και με τη διαμόρφωση πλαισίου που επιτρέπει τον αναστοχασμό των μαθητών/-τριών.

Επισημαίνεται ότι το εμπλουτισμένο πλαίσιο αξιολόγησης του/της μαθητή/-τριας είναι το πλέον κατάλληλο να αξιολογηθεί και ο βαθμός ανάπτυξης των επιζητούμενων δεξιοτήτων είτε πρόκειται για νοητικές δεξιότητες στη Χημεία και εργαστηριακές δεξιότητες (σκληρές δεξιότητες - hard skills), είτε πρόκειται για τις λεγόμενες δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα ή ήπιες δεξιότητες.

Τονίζεται ότι τα παραπάνω δε μειώνουν την αξία της αθροιστικής/τελικής αξιολόγησης ως πηγής πληροφοριών, με τις γραπτές δοκιμασίες και τις αναθέσεις εργασιών που περιλαμβάνει. Άλλωστε, η αθροιστική αξιολόγηση έχει και διαμορφωτική αξία, όπως προαναφέρθηκε και φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Είναι μια διαδικασία διαμορφωτικής αξιολόγησης, κατά την οποία οι μαθητές και οι μαθήτριες (Νίκα κ.ά., 2017) προβληματίζονται σχετικά με την ποιότητα της εργασίας τους και κρίνουν τον βαθμό στον οποίο αντανακλά την επίτευξη συγκεκριμένων και σαφών στόχων ή κριτηρίων.

Οι Black και Wiliam (1998) ισχυρίζονται ότι η μάθηση στηρίζεται σε τρία στοιχεία, τα οποία πρέπει να γίνουν σε κάποιον βαθμό κατανοητά από τον/τη μαθητή/-τρια: να μπορεί να αναγνωρίζει

τον επιδιωκόμενο στόχο, να έχει εικόνα πού βρίσκεται γνωστικά και να έχει αντίληψη του τρόπου με τον οποίο θα γεφυρώσει το κενό μεταξύ των δύο. Τα ερευνητικά ευρήματα δείχνουν σαφώς ότι η αυτοαξιολόγηση βοηθά σημαντικά στην οικοδόμηση των παραπάνω τριών στοιχείων εκ μέρους του/της μαθητή/-τριας, άρα και στη μάθηση. Επίσης, ότι αποτελεί πολύ ισχυρό μέσο αυτογνωσίας και ενίσχυσης των εσωτερικών κινήτρων για μάθηση.

Ως μέσα αυτοαξιολόγησης του/της μαθητή/-τριας μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- Ελεύθερα σημειώματα του/της μαθητή/-τριας για την προσπάθειά του/της, τις δυνατότητές του/της, τις αδυναμίες του/της, την απόδοσή του/της κ.λπ.
- Συμπλήρωση κατάλληλων φύλλων αυτοαξιολόγησης.
- Διόρθωση και βαθμολόγηση πρόχειρων διαγωνισμάτων από τους/τις ίδιους/-ες τους/τις μαθητές/-τριες.

Ακολουθεί ένα ενδεικτικό φύλλο αυτοαξιολόγησης για την υποενότητα «Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων» της Χημείας Α΄ Λυκείου (Πίνακας 9).

Από τις ήπιες/εγκάρσιες δεξιότητες έχουν επιλεγεί να αξιολογηθούν οι δεξιότητες συνεργασίας, επικοινωνίας και αναλυτικής και κριτικής σκέψης με κριτήρια που, κατά κύριο λόγο, βασίζονται στο πλαίσιο κριτηρίων που έχει δημιουργήσει το Council of Europe (2018β).

Πίνακας 9: Κριτήρια αυτοαξιολόγησης για την ενότητα των αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων

Αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων ΚΡΙΤΗΡΙΑ	1	2	3	4
<i>Κριτήρια σχετικά με τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα στο γνωστικό αντικείμενο</i>				
Γνωρίζω τους λόγους για τους οποίους γίνεται μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων.				
Μπορώ να συμπεράνω αν γίνεται μια αντίδραση διπλής αντικατάστασης, εφόσον έχω στη διάθεσή μου τους πίνακες με τα ιζήματα και τα αέρια.				
Μπορώ να ισοσταθμίζω χημικές εξισώσεις διπλής αντικατάστασης στη μοριακή τους μορφή.				
Μπορώ να ισοσταθμίζω χημικές εξισώσεις διπλής αντικατάστασης στην ιοντική τους μορφή.				
Μπορώ να πραγματοποιήσω στο εργαστήριο αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης ακολουθώντας τις οδηγίες.				
Μπορώ να πραγματοποιήσω στο εργαστήριο αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης, χωρίς βοήθεια και με ασφάλεια.				
Μπορώ να σχεδιάσω και να υλοποιήσω στο εργαστήριο ένα πείραμα για να βρω ποιο ιόν υπάρχει σε ένα δείγμα, αν έχω πρόσβαση στο βιβλίο Χημείας.				
<i>Κριτήρια σχετικά με τη δεξιότητα της συνεργασίας</i>				
Οικοδομώ θετικές σχέσεις με άλλους ανθρώπους σε μια ομάδα.				
Συμβάλλω στην ομαδική εργασία στον βαθμό που μου αναλογεί ή και περισσότερο.				

Βοηθώ τους άλλους στην εργασία τους, όπου χρειάζεται.				
Βοηθώ ένα νέο μέλος να ενταχθεί στην ομάδα.				
Όταν υπάρχουν διαφωνίες στην ομάδα, προσπαθώ να επιτύχω συναίνεση, ώστε να εκπληρώσει η ομάδα τους στόχους της.				
Πάντα ενημερώνω την ομάδα μου για τυχόν συναφείς ή χρήσιμες πληροφορίες που γνωρίζω, σχετικές με το θέμα που επεξεργαζόμαστε.				
Παρακινώ συχνά τα μέλη της ομάδας μου να προσπαθήσουμε να ολοκληρώσουμε το έργο που αναλάβαμε.				
Όταν συνεργάζομαι με άλλους/άλλες, τους/τις υποστηρίζω, ακόμη και όταν έχουν διαφορετικές απόψεις από τις δικές μου.				
<i>Κριτήρια σχετικά με τη δεξιότητα της επικοινωνίας</i>				
Ακούω προσεκτικά τις διαφορετικές απόψεις.				
Ζητώ από τους/τις ομιλητές/-τριες να επαναλάβουν κάτι από αυτά που είπαν, όταν αυτό δε μου είναι σαφές.				
Μπορώ να εκφράσω προφορικά αρκετά καλά τις σκέψεις μου για ένα θέμα.				
Μπορώ να εκφράσω γραπτά αρκετά καλά τις σκέψεις μου για ένα θέμα.				
Μπορώ να παραγάγω ψηφιακό πολυτροπικό κείμενο ή παρουσίαση.				
Μπορώ να επικοινωνήσω ψηφιακά το υλικό που παρήγαγα.				
Κατανοώ επαρκώς ένα σχετικά απαιτητικό κείμενο.				
Μπορώ να αντλώ πληροφορίες από εικόνες, σχήματα, πίνακες και διαγράμματα.				
Παρακολουθώ τις χειρονομίες των ομιλητών/-τριών και τη γενική γλώσσα του σώματός τους, ώστε να κατανοώ καλύτερα αυτά που λέγονται.				
Κάνω ερωτήσεις που δείχνουν ότι κατανοώ επαρκώς αυτά που είπε ο/η ομιλητής/-τρια.				
Μπορώ να ερμηνεύω τι θέλει να πει και τι προθέσεις έχει ο/η ομιλητής/-τρια.				
Μπορώ να διαπραγματευτώ θέματα και αρκετές φορές να πείσω τους/τις συνομιλητές/-τριές μου.				

Δίνω προσοχή σε αυτά που υπονοούνται, αλλά δε λέγονται.				
Μπορώ να αναγνωρίσω τις διαφορετικές επικοινωνιακές συμβάσεις που χρησιμοποιούνται στον γραπτό και στον προφορικό λόγο.				
Αντιλαμβάνομαι ότι άτομα με διαφορετικό πολιτισμικό υπόβαθρο μπορεί να αντιδρούν με διαφορετικούς τρόπους στην ίδια κατάσταση.				
<i>Κριτήρια σχετικά με τη δεξιότητα της αναλυτικής και κριτικής σκέψης</i>				
Μπορώ να περιγράψω τα κίνητρά μου.				
Μπορώ να περιγράψω καταστάσεις που οι σκέψεις και τα συναισθήματά μου επηρεάζουν τη συμπεριφορά μου.				
Μπορώ να εντοπίσω ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των νέων πληροφοριών/στοιχείων και της ήδη γνωστής ύλης.				
Χρησιμοποιώ δεδομένα για να υποστηρίξω τις απόψεις μου.				
Μπορώ να διακρίνω μεταξύ ενός πραγματικού περιστατικού και ενός συμπεράσματος ή μια άποψης σχετικής με το περιστατικό.				
Μπορώ να αναλύσω στοιχεία προκειμένου να αξιολογήσω ένα επιχείρημα.				
Μπορώ να κάνω διάκριση μεταξύ σχετικών και μη σχετικών πληροφοριών και αποδεικτικών στοιχείων.				
Αναλογίζομαι κατά πόσο οι πληροφορίες που χρησιμοποιώ είναι σωστές/ακριβείς.				
Θέτω προτεραιότητες πριν πάρω μια απόφαση.				
Μπορώ να προσδιορίσω αιτιακές σχέσεις στην κατάσταση/φαινόμενο που αναλύεται.				
Μπορώ να εντοπίσω τυχόν ελλείψεις ή ασυνέπειες ή αντιφάσεις στην κατάσταση/φαινόμενο που αναλύεται.				
Μπορώ να χρησιμοποιήσω σαφή και εξειδικευμένα κριτήρια, ή αρχές ή αξίες για να κάνω κρίσεις.				
Μπορώ να αναστοχάζομαι κριτικά πάνω στη συμπεριφορά μου καθώς και πάνω στην εργασία που έχω κάνει.				

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Η χρησιμοποιούμενη κλίμακα είναι διαβαθμισμένη ως εξής:

α) προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα στο γνωστικό αντικείμενο: 1=καθόλου, 2=λίγο, 3=αρκετά και 4=πολύ,

β) ήπιες/εγκάρσιες δεξιότητες: 1=αρχόμενη, 2=βασική, 3=επαρκής, 4=πολύ ανεπτυγμένη.

1.7.6.2. Ετεροαξιολόγηση

Οι μαθητές και οι μαθήτριες σε συνδυασμό με τις διαδικασίες αυτοαξιολόγησης μπορούν να αναλάβουν την αξιολόγηση είτε συγκεκριμένων συμμαθητών/-τριών τους (με τους οποίους ήταν μαζί στην ίδια ομάδα) είτε τον τρόπο που δούλεψε η ομάδα ως σύνολο. Έτσι προβληματίζονται όχι μόνο σε σχέση με τις δικές τους προσπάθειες και με τη δική τους εργασία αλλά και με την εργασία των συμμαθητών/-τριών τους.

Γενικά, οι μαθητές/-τριες είναι πολύ ικανοί/-ές στην αποτίμηση της ποιότητας μιας εργασίας με βάση κριτήρια που έχουν προκαθοριστεί. Επιπλέον, η ετεροαξιολόγηση τους/τις βοηθά να βλέπουν ο ένας τον άλλον τόσο ως συνεργάτες, όσο και ως πόρους μάθησης. Οι Sebba, Crick, Yu, Lawson, Harlen και Durant (2008) σε μια συστηματική ανασκόπηση των ερευνών που έχουν γίνει σχετικά με την επίδραση της αυτο- και ετερο-αξιολόγησης στους/στις μαθητές/-τριες της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι έχει θετικά αποτελέσματα σε τρεις διαστάσεις: Υψηλότερα μαθησιακά επιτεύγματα, αύξηση της αυτοεκτίμησης και ενίσχυση της δέσμευσης των μαθητών/-τριών με τη μάθηση.

Θα πρέπει να δοθεί προσοχή στα παρακάτω σημεία που αφορούν τις συνθήκες ετεροαξιολόγησης:

α) Θα πρέπει πρώτα να διασφαλιστεί το κατάλληλο κλίμα συνεργασίας και αλληλοϋποστήριξης στην τάξη για να εφαρμοστεί η ετεροαξιολόγηση, προκειμένου να αποφευχθούν τυχόν συγκρούσεις μεταξύ των μαθητών/-τριών (Κασσωτάκης, 2013).

β) Στην ετεροαξιολόγηση πρέπει να χρησιμοποιούνται τα ίδια κριτήρια με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στην αυτοαξιολόγηση, έτσι ώστε να διευκολύνεται η κατανόηση των κριτηρίων επιτυχίας.

Ακολουθεί ένα ενδεικτικό φύλλο ετεροαξιολόγησης για την υποενότητα «Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων» (Πίνακας 10). Από τις ήπιες/εγκάρσιες δεξιότητες έχει επιλεγεί να αξιολογηθεί μόνο η δεξιότητα της συνεργασίας με κριτήρια που, κατά κύριο λόγο, βασίζονται στο πλαίσιο κριτηρίων που έχει δημιουργήσει το Council of Europe (2018β).

Πίνακας 10: Φύλλο ετεροαξιολόγησης για την ενότητα των αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων

Αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Καθόλου	Λίγο	Αρκετά	Πολύ
<i>Κριτήρια σχετικά με τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα στο γνωστικό αντικείμενο</i>				
Ο/Η γνωρίζει τους λόγους για τους οποίους πραγματοποιείται μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων				
Ο/Η μπορεί να συμπεράνει αν γίνεται μια αντίδραση διπλής αντικατάστασης, εφόσον έχει στη διάθεσή του/της τους πίνακες με τα ιζήματα και τα αέρια.				
Ο/Η μπορεί να ισοσταθμίσει χημικές εξισώσεις διπλής αντικατάστασης στη «μοριακή» τους μορφή.				
Ο/Η μπορεί να ισοσταθμίσει χημικές εξισώσεις διπλής αντικατάστασης στην ιοντική τους μορφή.				
Ο/Η μπορεί να διεξάγει στο εργαστήριο αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης ακολουθώντας τις οδηγίες.				
Ο/Η μπορεί να διεξάγει στο εργαστήριο αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης, χωρίς βοήθεια και με ασφάλεια.				

Ο/Η ... μπορεί να σχεδιάσει και να υλοποιήσει στο εργαστήριο ένα πείραμα για να βρει ποιο ιόν υπάρχει σε ένα δείγμα, αν έχει πρόσβαση στο βιβλίο Χημείας.				
<i>Κριτήρια σχετικά με τη δεξιότητα της συνεργασίας*</i>				
Ο/Η ... οικοδομεί θετικές σχέσεις με άλλους ανθρώπους σε μια ομάδα.				
Ο/Η ... συμβάλλει στην εργαστηριακή διερεύνηση στον βαθμό που του/της αναλογεί ή και περισσότερο.				
Ο/Η ... βοηθά τους άλλους στην εργασία τους, όπου χρειάζεται.				
Ο/Η ... βοηθά ένα νέο μέλος να ενταχθεί στην ομάδα.				
Ο/Η ... προσπαθεί να επιτύχει συναίνεση όταν υπάρχουν διαφωνίες στην ομάδα, ώστε να επιτύχουμε τους στόχους που έχουμε βάλει.				
Ο/Η ... όταν εργάζεται ως μέλος μιας ομάδας, πάντα ενημερώνει για τυχόν συναφείς ή χρήσιμες πληροφορίες που γνωρίζει.				
Ο/Η ... παρακινεί/ εμπνέει ενθουσιασμό στην ομάδα για να ολοκληρώσει το έργο της.				
Ο/Η ... όταν συνεργάζεται με άλλους/άλλες, τους/τις υποστηρίζει, ακόμη και όταν έχουν διαφορετικές απόψεις από τις δικές του.				

* Για τις δεξιότητες η χρησιμοποιούμενη κλίμακα μπορεί να θεωρηθεί ότι αντιστοιχεί στη διαβάθμιση: 1 = αρχόμενη, 2 = βασική, 3 = επαρκής και 4 = πολύ ανεπτυγμένη.

1.7.6.3. Η παρατήρηση του έργου των μαθητών/-τριών

Η παρατήρηση των μαθητών/-τριών διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σε όλες τις μορφές αξιολόγησης. Ορισμένοι συγγραφείς (Oosterhof, 2010) τονίζουν τη σημασία της αναφέροντας ότι «Καμιά άλλη μορφή αξιολόγησης δεν παρέχει πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τη συνεχή παρακολούθηση της προόδου των μαθητών/-τριών». Η παρατήρηση αξιοποιείται τόσο στο πλαίσιο της αθροιστικής όσο και στο πλαίσιο των αυθεντικών μορφών αξιολόγησης, π.χ. αξιολόγηση για τη μάθηση. Έχει ιδιαίτερη αξία όταν πραγματοποιείται κατά την αντιμετώπιση από τον/τη μαθητή/-τρια πραγματικών προβλημάτων ή αναλόγων προσομοιώσεων και εστιάζει στις διαδικασίες (διαδικαστική γνώση) που εφαρμόζει ο/η μαθητής/-τρια στις περιπτώσεις αυτές. Έτσι, παρέχει στον/στην εκπαιδευτικό πληροφορίες που δεν μπορούν να συλλεχθούν με άλλο τρόπο. Αποτελεί, επίσης, την κύρια μέθοδο συλλογής πληροφοριών κατά την εκτέλεση πειραμάτων, τη χρήση οργάνων και άλλων ανάλογων δραστηριοτήτων. Επιπρόσθετα, σε περιπτώσεις αξιολόγησης μαθησιακών αποτελεσμάτων που δεν εντάσσονται στον γνωστικό τομέα (στάσεις, ακαδημαϊκή αυτοαντίληψη, δημιουργία

κινήτρων, καλλιέργεια ενδιαφερόντων κ.ά.), η παρατήρηση αποτελεί ένα από τα πιο αξιόπιστα μέσα ελέγχου της επίτευξής τους (Κασσωτάκης, 2013).

Με άλλα λόγια, έχει τη δυνατότητα να επισημάνει ποια είναι η αλληλεπίδραση του/της μαθητή/-τριας με την ομάδα, ποια είναι η αλληλεπίδρασή του/της με το περιεχόμενο της μάθησης, τι έχει μάθει, πώς το έχει μάθει, τι τον/την κινητοποιεί κ.ά.

Η παρατήρηση των μαθητών/-τριών και η καταγραφή της πρέπει να γίνεται με τρόπο συστηματικό, προκειμένου να μπορεί να αξιοποιηθεί με ουσιαστικό τρόπο στην αξιολόγησή τους. Αυτό, βέβαια, δε σημαίνει ότι πρέπει να εφαρμόζεται στην καθημερινή διδακτική πράξη, αλλά όποτε κρίνεται απαραίτητο. Επιπλέον, δεν απαιτείται λεπτομερής καταγραφή εξειδικευμένων μορφών συμπεριφοράς και ενδελεχής ανάλυσή τους, αλλά πρόκειται για μια γενική αποτύπωση του τρόπου εργασίας και συνεργασίας του/της μαθητή/-τριας.

Ακολουθεί μια ενδεικτική κλείδα παρατήρησης για την αξιολόγηση δεξιοτήτων επιστημονικής μεθοδολογίας (Πίνακας 11).

Η χρησιμοποιούμενη κλίμακα μπορεί να θεωρηθεί ότι αντιστοιχεί στη διαβάθμιση: 1 = αρχόμενη, 2 = βασική, 3 = επαρκής και 4 = πολύ ανεπτυγμένη.

Πίνακας 11: Κλείδα παρατήρησης για την αξιολόγηση δεξιοτήτων επιστημονικής μεθοδολογίας

Ομάδα Α	Μαθητής 1	Μαθητής 2	Μαθητής 3
<i>Κριτήρια σχετικά με δεξιότητες επιστημονικής μεθοδολογίας.</i>			
Δείχνει αυξημένο ενδιαφέρον για το εργαστήριο της Χημείας.			
Εργάζεται με ασφάλεια στο εργαστήριο Χημείας.			
Έχει καλές πρακτικές δεξιότητες στον χειρισμό, αναλώσιμων υλικών, σκευών και οργάνων.			
Διατηρεί τον πάγκο εργασίας του/της τακτοποιημένο.			
Μπορεί να λαμβάνει ακριβείς μετρήσεις.			
Μπορεί να εκτελεί τους απαραίτητους μαθηματικούς υπολογισμούς.			
Μπορεί να διαχειριστεί τις μεταβλητές ενός πειράματος.			
Μπορεί να συμβάλλει ουσιαστικά στον σχεδιασμό ενός πειράματος.			
Μπορεί να συμβάλλει ουσιαστικά στην υλοποίηση ενός πειράματος.			

- Αναδεικνύει στον χρόνο τις προσπάθειες, τα επιτεύγματα και την πρόοδο του/της μαθητή/-τριας, καθώς επίσης και τις σκέψεις του/της για διάφορες όψεις της μαθησιακής διαδικασίας και του μαθήματος.
- Ενισχύει τη μαθητική αυτενέργεια/λήψη αποφάσεων με την επιλογή των περιεχομένων, τη διατύπωση αξιολογήσεων σχετικά με όψεις της μαθησιακής διαδικασίας και του μαθήματος.
- Προσφέρει ευκαιρίες στον/στη μαθητή/-τρια να αναστοχαστεί πάνω στην αναπτυξιακή του/της πορεία (δυνατά σημεία, σημεία προς βελτίωση).

Επιπρόσθετα:

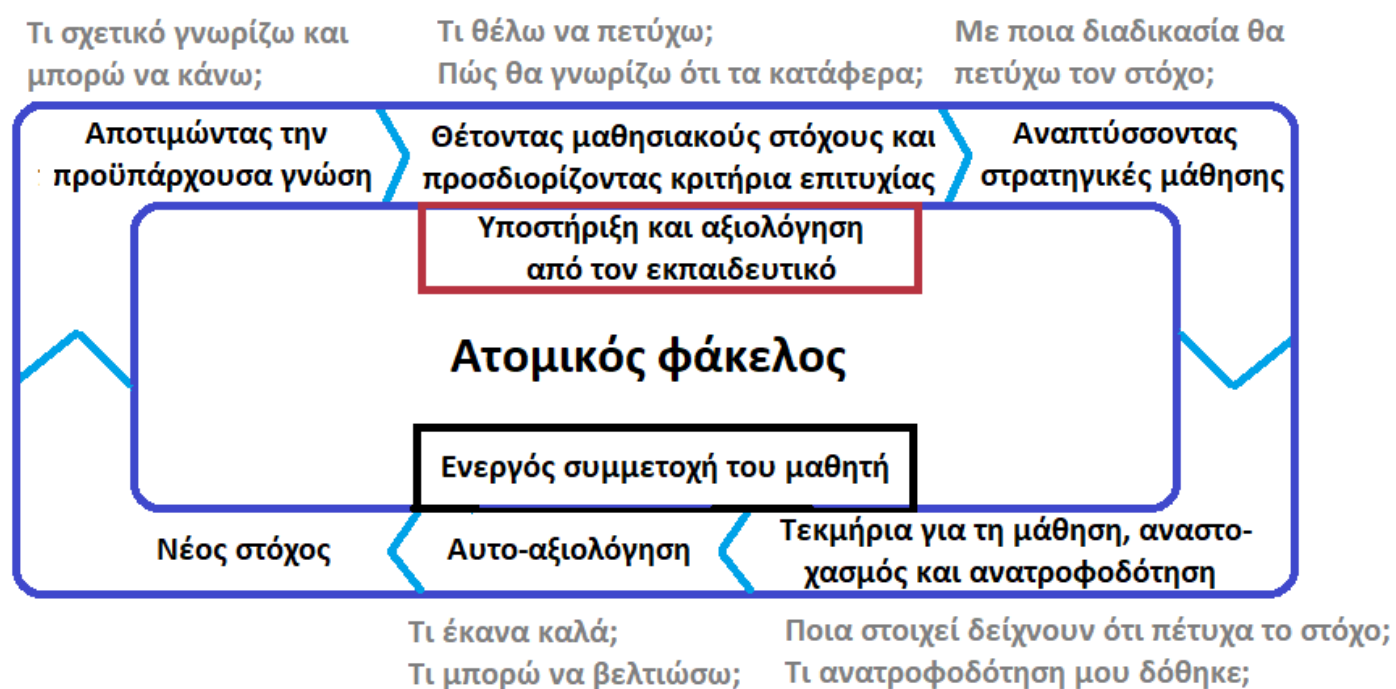
Αν ο/η μαθητής/-τρια καλείται να τεκμηριώνει στοιχεία που δείχνουν τα επιτεύγματά του/της και τον τρόπο που έφτασε σε αυτά, ενισχύει τις μεταγνωστικές του/της δεξιότητες.

Αναδιοργανώνει τη σχέση εκπαιδευτικού – μαθητή/-τριας γιατί βοηθά εκπαιδευτικό και μαθητή/-τρια να εμπλακούν σε αναστοχαστικό διάλογο.

Παρέχει στον/στην εκπαιδευτικό ανατροφοδότηση για την επιτυχία της διδασκαλίας του/της και τον/τη βοηθά να βελτιώνει τις διδακτικές του/της προσεγγίσεις και τον τρόπο εφαρμογής των σχεδίων δράσης.

Δίνει στο εκπαιδευτικό σύστημα πληροφορίες σχετικά με τα δυνατά και αδύναμα σημεία του ΠΣ και των διδακτικών εγχειριδίων.

Μια συνοπτική περιγραφή του τρόπου ανάπτυξης και της χρησιμότητας του ατομικού φακέλου παρουσιάζεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Πηγή: Assessment of Transversal Skills 2020 Toolkit (<https://resources.ats2020.eu/resource-details/ADM/toolkit>) (τροποποιημένο).

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ένα πολύ περιορισμένο σε ερωτήσεις και απολύτως ενδεικτικό παράδειγμα έναρξης ατομικού φακέλου, ο οποίος ξεκινά με ερωτήματα που συνδέονται με το 1^ο Κεφάλαιο της Χημείας Α' Λυκείου.

Χημεία Α' Λυκείου



Επώνυμο		
Όνομα		
Τμήμα		
Τάξη		
Ποιος είμαι		
Γράφω μια φράση που με εκφράζει.		
Βάζω μια φωτογραφία ή ένα σκίτσο που με εκφράζει.		
Γράφω τι θα ήθελα να μάθω από τη Χημεία φέτος.		
Γράφω τους μακροπρόθεσμους στόχους μου για το μάθημα της Χημείας.		
1^ο Κεφάλαιο: Εισαγωγή - Η Χημεία στην καθημερινή ζωή και στην κοινωνία		
Σχόλιο/Ερώτημα	Απάντηση	Τεκμηρίωση
Ο σημαντικότερος για μένα στόχος του 1 ^{ου} κεφαλαίου ήταν:		
Η πιο ενδιαφέρουσα δραστηριότητα/εργαστήριο του 1 ^{ου} κεφαλαίου ήταν:		
Τι καινούριο έμαθα από το κεφάλαιο αυτό;		
Τι με βοήθησε περισσότερο στο να το μάθω;		
Τι δεν έχω καταλάβει ή δυσκολεύτηκα να καταλάβω στο κεφάλαιο αυτό;		
Η δεξιότητα που αξιοποίησα περισσότερο στο 1 ^ο κεφάλαιο είναι:		
Τι θα άλλαζα στο περιεχόμενο του κεφαλαίου;		
Τι δε θα άλλαζα στο περιεχόμενο του κεφαλαίου;		
Τι θα άλλαζα στον τρόπο που δουλέψαμε το περιεχόμενο του κεφαλαίου;		

Τι δε θα άλλαζα στον τρόπο που δουλέψαμε το περιεχόμενο του κεφαλαίου;		
---	--	--

Εύλογο είναι ότι στον παραπάνω φάκελο μπορούν να προστεθούν, άμεσα ή στην πορεία, και πολλά άλλα στοιχεία, όπως ερωτήματα σχετικά με δεξιότητες, με το εργαστήριο χημείας, φύλλα αυτο-αξιολόγησης, απαντημένα ολιγόλεπτα τεστ, εργασίες, φωτογραφίες, σχόλια συναισθηματικής ή αναστοχαστικής υφής, αφίσες, σκίτσα κ.ά.

2. Παρουσίαση των Προγραμμάτων Σπουδών Χημείας Λυκείου

2.1. Συγκεντρωτική απεικόνιση

Στον Πίνακα 12 δίνεται η συγκεντρωτική απεικόνιση των Προγραμμάτων Σπουδών της Χημείας για τις τρεις τάξεις του Γενικού Λυκείου.

Πίνακας 12: Συγκεντρωτική απεικόνιση των Προγραμμάτων Σπουδών της Χημείας

Γνωστικό αντικείμενο: Χημεία Γενικού Λυκείου				
Θεματικά Πεδία	Θεματικές Ενότητες	Γενικοί στόχοι (των Θεματικών Ενότητων ανά τάξη)		
		A	B	Γ
		Οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση:		
Μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον	A' Λυκείου 5.5. Χημικές αντιδράσεις και καθημερινή ζωή.	<ul style="list-style-type: none"> να περιγράφουν και να εξηγούν διάφορα φαινόμενα καθημερινής ζωής, με τη βοήθεια χημικών αντιδράσεων. 		
Μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον	B' Λυκείου 3.1. Το πετρέλαιο. 3.2. Πηγές ενέργειας - Ενέργεια και ενεργειακή πολιτική. 3.3. Κλιματική αλλαγή.		<ul style="list-style-type: none"> να αναγνωρίζουν τον ρόλο της πετροχημικής βιομηχανίας στην οικονομική ανάπτυξη και στον σύγχρονο τρόπο ζωής. να αναφέρουν τις κυριότερες πηγές ενέργειας. να συσχετίζουν την κλιματική αλλαγή με ανθρωπογενείς δραστηριότητες. 	

Μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον	<p>Β' Λυκείου</p> <p>6.1. Εισαγωγή-Κατηγορίες θρεπτικών συστατικών.</p> <p>6.2. Οι υδατάνθρακες και η θρεπτική τους αξία.</p> <p>6.3. Οι πρωτεΐνες και η θρεπτική τους αξία.</p> <p>6.4. Εργαστηριακές δοκιμασίες σε τρόφιμα.</p> <p>6.5 Τα λίπη, τα έλαια και η θρεπτική τους αξία.</p> <p>6.6. Νερό, κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία.</p> <p>6.7. Πρόσθετα τροφίμων.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • να αναφέρουν τις κατηγορίες των θρεπτικών συστατικών. • να διακρίνουν τα είδη και τη βασική χημική δομή των θρεπτικών συστατικών. • να περιγράψουν τα τέσσερα επίπεδα οργάνωσης των πρωτεϊνών. • να αναγνωρίζουν τον ρόλο του νερού και διαφόρων ιχνοστοιχείων στη ζωή. • να αναφέρουν την αναγκαιότητα χρήσης πρόσθετων τροφίμων και τις επιπτώσεις στην υγεία από τη χρήση ακατάλληλων πρόσθετων στα τρόφιμα. 	
Από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο, στο άτομο και στη δομή του	<p>Α' Λυκείου</p> <p>2.1. Δομή ατόμου.</p> <p>2.1.1. Από τον Thomson στον Bohr.</p> <p>2.1.2. Ατομικός και μαζικός αριθμός – Ισότοπα - Σχετική ατομική και μοριακή μάζα.</p> <p>2.1.3. Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • να περιγράψουν τα στοιχειώδη σωματίδια που συγκροτούν το άτομο. • να διατυπώνουν τον ορισμό του ατομικού και του μαζικού αριθμού. • να χρησιμοποιούν πίνακες των Αr για να κάνουν υπολογισμούς σχετικών Mr. • να ορίζουν την έννοια των ισοτόπων. • να κατανέμουν σε στιβάδες τα ηλεκτρόνια των ατόμων που έχουν ατομικό αριθμό 1-20 και 31-38. 		
Από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο, στο	<p>Α' Λυκείου</p> <p>4.1. Τα μονοατομικά και πολυατομικά ιόντα.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • να γράφουν τους τύπους και τα ονόματα ορισμένων μονοατομικών και πολυατομικών ιόντων. 		

<p>άτομο και στη δομή του</p>	<p>4.3. Ο συμβολισμός και η γραφή των ανοργάνων ενώσεων. 4.4. Η ονοματολογία των ανόργανων ενώσεων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • να αναγνωρίζουν την κατηγορία στην οποία ανήκουν διάφορες ανόργανες ενώσεις και τον μηχανισμό γραφής των ενώσεων αυτών. • να ονομάζουν κατά IUPAC διάφορες ανόργανες χημικές ενώσεις εφόσον δίνεται ο χημικός τύπος τους καθώς και αντίστροφα. 		
<p>Από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο, στο άτομο και στη δομή του</p>	<p>Γ' Λυκείου</p> <p>1.1. Τα προβλήματα της Φυσικής στις αρχές του 20ού αιώνα. 1.2. Το ατομικό φάσμα του υδρογόνου και το ατομικό πρότυπο του Bohr. 1.3. Κβαντική θεωρία. 1.4. Η κυματοσυνάρτηση ψ - Η έννοια του τροχιακού. 1.5. Οι κβαντικοί αριθμοί. 1.6. Η φωτοηλεκτρονική φασματοσκοπία (PhotoElectron Spectroscopy - PES). 1.7. Η ύπαρξη στιβάδων και υποστιβάδων. 1.8. Οι αρχές της ηλεκτρονιακής δόμησης των στοιχείων.</p>			<ul style="list-style-type: none"> • να αναφέρουν τα κύρια χαρακτηριστικά της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. • να περιγράψουν τα βασικά χαρακτηριστικά του ατομικού προτύπου του Bohr και να το συσχετίζουν με το γραμμικό φάσμα εκπομπής του ατόμου του υδρογόνου. • να εξηγούν τι εκφράζει και τι τιμές παίρνει ο κάθε κβαντικός αριθμός (n, l, m_l, m_s). • να περιγράψουν τις βασικές αρχές της φωτοηλεκτρονικής φασματοσκοπίας (PES). • να γράφουν την ηλεκτρονιακή διαμόρφωση των ατόμων στη θεμελιώδη τους κατάσταση με βάση τα φάσματα PES για $Z = 1-21$. • να περιγράψουν τις βασικές αρχές της ηλεκτρονιακής δόμησης και να τις εφαρμόζουν για να

				προσδιορίσουν την ηλεκτρονιακή δομή μιας σειράς στοιχείων.
<p>Η περιοδικότητα των ιδιοτήτων των χημικών στοιχείων</p>	<p>Α' Λυκείου</p> <p>2.2. Περιοδικός Πίνακας.</p> <p>2.2.1. Η ταξινόμηση των στοιχείων.</p> <p>2.2.2. Ομάδες και περίοδοι του Περιοδικού Πίνακα.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • να εξηγούν την αναγκαιότητα ταξινόμησης των στοιχείων σε ομάδες και περιόδους. • να αναφέρουν ποια στοιχεία χαρακτηρίζονται ως μέταλλα και ποια ως αμέταλλα. • να προσδιορίζουν τη θέση ενός στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα από τον ατομικό του αριθμό και αντίστροφα. 		

<p>Η περιοδικότητα των ιδιοτήτων των χημικών στοιχείων</p>	<p>Γ' Λυκείου</p> <p>1.9. Ο σύγχρονος Περιοδικός Πίνακας και η περιοδικότητα των ιδιοτήτων των στοιχείων.</p> <p>1.9.1. Ο Περιοδικός Πίνακας.</p> <p>1.9.2. Τα στοιχεία μετάπτωσης.</p> <p>1.9.3. Η μεταβολή της ατομικής ακτίνας και της ενέργειας 1^{ου} ιοντισμού στον Περιοδικό Πίνακα.</p> <p>1.9.4. Η ηλεκτραρνητικότητα και η μεταβολή της στον Περιοδικό Πίνακα.</p>			<ul style="list-style-type: none"> • να συσχετίζουν την ηλεκτρονιακή δόμηση με την κατάταξη των στοιχείων στο Περιοδικό Πίνακα. • να εξηγούν χαρακτηριστικές ιδιότητες των στοιχείων του d-τομέα (στοιχεία μετάπτωσης). • να συνδέουν την ατομική ακτίνα, την ενέργεια 1^{ου} ιοντισμού, την ηλεκτραρνητικότητα με την ηλεκτρονιακή δομή και τη θέση του ατόμου στον Περιοδικό Πίνακα.
<p>Οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών σωματιδίων των υλικών</p>	<p>Α' Λυκείου</p> <p>3.1. Ο χημικός δεσμός.</p> <p>3.1.1. Εισαγωγή στον χημικό δεσμό.</p> <p>3.1.2. Ο ιοντικός δεσμός.</p> <p>3.1.3. Ο ομοιοπολικός δεσμός.</p> <p>3.1.4. Ο μεταλλικός δεσμός.</p> <p>3.2. Οι διαμοριακές δυνάμεις.</p> <p>3.2.1. Η διπολική ροπή.</p> <p>3.2.2. Τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων.</p> <p>3.2.3. Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • να αναφέρουν ορισμένα θεμελιώδη χαρακτηριστικά των ατόμων και τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται η ατομική ακτίνα και η ηλεκτραρνητικότητα. • να περιγράφουν τον τρόπο δημιουργίας του ιοντικού, ομοιοπολικού και μεταλλικού δεσμού. • να προσδιορίζουν τους μοριακούς ή εμπειρικούς και ηλεκτρονιακούς τύπους ορισμένων απλών ιοντικών και ομοιοπολικών ενώσεων. • να περιγράφουν τα διάφορα είδη διαμοριακών δυνάμεων. 		

		<ul style="list-style-type: none"> • να συσχετίζουν χαρακτηριστικές ιδιότητες ουσιών με τις διαμοριακές δυνάμεις 		
Οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών σωματιδίων των υλικών	<p>Γ' Λυκείου</p> <p>1.10. Από το άτομο στο μόριο.</p> <p>1.10.1. Οι βασικές αρχές της Θεωρίας Δεσμού Σθένους.</p> <p>1.10.2. Τα υβριδικά τροχιακά.</p>			<ul style="list-style-type: none"> • να περιγράφουν τις βασικές αρχές της Θεωρίας Δεσμού Σθένους και των Υβριδικών Τροχιακών. • να συσχετίζουν τον υβριδισμό ορισμένων μορίων ή ιόντων με τη γεωμετρία τους.
Οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών σωματιδίων των υλικών	<p>Γ' Λυκείου</p> <p>2.1. Η φασματοσκοπία ορατού-υπεριώδους (UV-Vis).</p> <p>2.2. Η φασματοφωτομετρία.</p> <p>2.3. Η υπέρυθη φασματοσκοπία (IR).</p> <p>2.4. Χρησιμοποιώντας την υπέρυθη φασματοσκοπία.</p> <p>2.5. Η φασματομετρία μάζας (MS).</p>			<ul style="list-style-type: none"> • να μελετούν χαρακτηριστικά φάσματα απορρόφησης UV-Vis έγχρωμων ενώσεων. • να προσδιορίζουν φασματοφωτομετρικά τη συγκέντρωση δείγματος. • να ταυτοποιούν απλά φάσματα IR, εντοπίζοντας ομάδες (δεσμούς) με χαρακτηριστικές κορυφές στο υπέρυθρο φάσμα. • να ορίζουν τη φασματομετρία μάζας (MS) ως την αναλυτική τεχνική με την οποία επιτυγχάνεται ποιοτικός προσδιορισμός ενώσεων και να μελετούν φάσματα MS ενώσεων.

<p>Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις</p>	<p>Β΄ Λυκείου</p> <p>4.1 Οι ενεργειακές μεταβολές κατά τις χημικές αντιδράσεις. 4.2. Θερμιδομετρία.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • να ταξινομούν τις χημικές αντιδράσεις σε ενδόθερμες και εξώθερμες. • να διατυπώνουν τον θεμελιώδη νόμο της θερμιδομετρίας και να προσδιορίζουν πειραματικά τη θερμότητα μιας αντίδρασης. 	
<p>Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις</p>	<p>Γ΄ Λυκείου</p> <p>4.1. Η αρχή διατήρησης της ενέργειας στα χημικά φαινόμενα. 4.2. Η ενθαλπία. 4.3. Νόμοι της Θερμοχημείας. 4.4. Η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού και η πρότυπη ενέργεια δεσμού.</p>			<ul style="list-style-type: none"> • να διατυπώνουν τον 1ο νόμο της θερμοδυναμικής. • να σχεδιάζουν απλά γραφήματα της μορφής (H) - πορείας αντίδρασης για ενδόθερμες και εξώθερμες αντιδράσεις. • να εφαρμόζουν τους νόμους του Hess και των Lavoisier-Laplace. • να ορίζουν την πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού μιας ουσίας και την πρότυπη ενέργεια δεσμού ενός διατομικού μορίου.
<p>Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις</p>	<p>Α΄ Λυκείου</p> <p>5.1. Η αναπαράσταση των χημικών φαινομένων: Οι χημικές εξισώσεις. 5.2. Ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων. 5.3. Οι μεταθετικές αντιδράσεις. 5.3.1. Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • να ισοσταθμίζουν σχετικά απλές χημικές εξισώσεις. • να αναφέρουν τους παράγοντες που επηρεάζουν πόσο γρήγορα γίνεται μια αντίδραση. • να ταξινομούν τις χημικές αντιδράσεις σε ενδόθερμες και εξώθερμες. • να μελετούν τις ιδιότητες των υδατικών διαλυμάτων. 		

	<p>5.3.2. Οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης.</p> <p>5.4. Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • να αναγνωρίζουν πότε συμβαίνει μία αντίδραση απλής, διπλής αντικατάστασης και εξουδετέρωσης. • να ισοσταθμίζουν χημικές εξισώσεις απλής, διπλής αντικατάστασης και εξουδετέρωσης. • να πραγματοποιούν πειράματα με αντιδράσεις απλής, διπλής αντικατάστασης και εξουδετέρωσης. 		
<p>Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις</p>	<p>A' Λυκείου</p> <p>6.1. Η έννοια του mole.</p> <p>6.2. Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί I.</p> <p>6.3. Συγκέντρωση διαλύματος.</p> <p>6.3.1. Η συγκέντρωση διαλύματος c (σε mol/L).</p> <p>6.3.2. Αραίωση, συμπύκνωση, προσθήκη διαλυμένης ουσίας και ανάμειξη διαλυμάτων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • να μετατρέπουν mol σε μάζα ή/και αριθμό μορίων/σωματιδίων και αντίστροφα. • να εκτελούν απλούς στοιχειομετρικούς υπολογισμούς. • να υπολογίζουν τη συγκέντρωση διαλύματος που προκύπτει με διάλυση ουσιών μέσα σε νερό, με αραίωση ή ανάμειξη. • να εκτελούν πειράματα παρασκευής διαλυμάτων και αραίωσης – συμπύκνωσης. 		
<p>Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις</p>	<p>B' Λυκείου</p> <p>1.1 Η καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων.</p> <p>1.1.1. Το ιδανικό αέριο και οι νόμοι που το διέπουν.</p> <p>1.1.2. Ο μολαρικός όγκος.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • να διατυπώνουν τον ορισμό του μολαρικού όγκου (V_m) και να εφαρμόζουν τη σχέση $PV=nRT$ σε υπολογισμούς. • να επιλύουν προβλήματα στοιχειομετρικών υπολογισμών που 	

	1.2 Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί II.		περιλαμβάνουν περίσσεια αντιδραστήριου.	
Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις	<p>Β' Λυκείου</p> <p>2.2. Κορεσμένοι υδρογονάνθρακες – Αλκάνια.</p> <p>2.2.1. Προέλευση - Φυσικές ιδιότητες.</p> <p>2.2.2. Ονοματολογία – Ισομέρεια.</p> <p>2.2.3. Καύση αλκανίων.</p> <p>2.3. Αλκένια.</p> <p>2.3.1. Προέλευση - Φυσικές ιδιότητες.</p> <p>2.3.2. Ονοματολογία – Ισομέρεια.</p> <p>2.3.3. Χημικές ιδιότητες.</p> <p>2.4. Αρωματικοί υδρογονάνθρακες.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • να αναφέρουν φυσικές ιδιότητες αλκανίων και αλκενίων. • να ονομάζουν τα αλκάνια και τα αλκένια με δεδομένο τον συντακτικό τους τύπο και το αντίστροφο. • να προσδιορίζουν τα ισομερή των αλκανίων και αλκενίων. • να κάνουν υπολογισμούς με αντιδράσεις καύσης και προσθήκης. • να αναγνωρίζουν τη δομή και τους μοριακούς τύπους απλών αρωματικών υδρογονανθράκων. 	
Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις	<p>Β' Λυκείου</p> <p>5.1. Αλκοόλες-Φαινόλες.</p> <p>5.1.1. Δομή – Προέλευση και χρήσεις αλκοολών.</p> <p>5.1.2. Ονοματολογία – Ισομέρεια.</p> <p>5.1.3. Φυσικές Ιδιότητες.</p> <p>5.1.4. Χημικές ιδιότητες. Η οξείδωση των αλκοολών.</p> <p>5.2. Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα.</p> <p>5.2.1. Προέλευση – Παρασκευές - Φυσικές ιδιότητες.</p> <p>5.2.2. Χημικές ιδιότητες.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • να ταξινομούν τις αλκοόλες σε βασικές κατηγορίες. • να ονομάζουν απλές κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες. • να προσδιορίζουν τα ισομερή κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών. • να περιγράφουν με αντιδράσεις τον όξινο χαρακτήρα των καρβοξυλικών οξέων. • να σχεδιάζουν και να υλοποιούν πειράματα οξείδωσης αλκοολών, ανίχνευσης του όξινου χαρακτήρα των καρβοξυλικών οξέων. 	

Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις	<p style="text-align: center;">Α' Λυκείου</p> <p style="text-align: center;">4.2. Αριθμός οξείδωσης.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • να εφαρμόζουν τους κανόνες υπολογισμού του αριθμού οξείδωσης ενός ατόμου σε μια χημική ουσία. 		
Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις	<p style="text-align: center;">Γ' Λυκείου</p> <p style="text-align: center;">3.1. Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.</p> <p>3.1.1. Ημιαντιδράσεις οξείδωσης – αναγωγής.</p> <p>3.1.2. Ισοστάθμιση χημικών εξισώσεων οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων.</p> <p style="text-align: center;">3.2. Ηλεκτροχημεία.</p> <p>3.2.1. Γαλβανικά στοιχεία.</p> <p>3.2.2. Το πρότυπο δυναμικό και εφαρμογές του.</p> <p>3.3. Ηλεκτρόλυση – Προϊόντα και εφαρμογές.</p>			<ul style="list-style-type: none"> • να διακρίνουν μια οξειδοαναγωγική αντίδραση από μία μεταθετική. • να συμπληρώνουν χημικές εξισώσεις οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων. • να περιγράφουν τη διάταξη και τη λειτουργία ενός απλού γαλβανικού στοιχείου (του στοιχείου Daniell). • να υπολογίζουν το πρότυπο δυναμικό γαλβανικού στοιχείου ΔΕο. • να διερευνούν την ηλεκτρόλυση ορισμένων υδατικών διαλυμάτων και τηγμάτων.
Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις	<p style="text-align: center;">Γ' Λυκείου</p> <p>5.1. Με ποιον τρόπο πραγματοποιείται μια χημική αντίδραση;</p> <p>5.2. Η ταχύτητα της αντίδρασης.</p>			<ul style="list-style-type: none"> • να ορίζουν και να υπολογίζουν τη στιγμιαία και μέση ταχύτητα αντίδρασης. • να αναφέρουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα της

	<p>5.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης.</p> <p>5.4. Κατάλυση.</p> <p>5.5. Νόμος της ταχύτητας αντίδρασης - Μηχανισμός αντίδρασης.</p>			<p>αντίδρασης και να εξηγούν την επίδρασή τους σε αυτή.</p> <ul style="list-style-type: none"> • να εξηγούν τη δράση των καταλυτών με παραδείγματα. • να εξαγάγουν τον νόμο της ταχύτητας με βάση πειραματικά δεδομένα. • να συσχετίζουν τον νόμο ταχύτητας με τον μηχανισμό της αντίδρασης.
<p>Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις</p>	<p>Γ' Λυκείου</p> <p>6.1. Αμφίδρομες αντιδράσεις – Χημική ισορροπία.</p> <p>6.2. Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση της χημικής ισορροπίας.</p> <p>6.3. Σταθερά χημικής ισορροπίας (Kc) και πηλίκο αντίδρασης (Qc).</p> <p>6.4. Σύνδεση της χημικής ισορροπίας με τη χημική θερμοδυναμική και τη χημική κινητική.</p>			<ul style="list-style-type: none"> • να ορίζουν τη χημική ισορροπία και την απόδοση αντίδρασης εξηγώντας παράλληλα τον ρόλο τους στις χημικές αντιδράσεις και τη βιομηχανία. • να ερμηνεύουν διαγράμματα c-t χρόνου και U-t σε αμφίδρομες αντιδράσεις. • να αναφέρουν τους παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση χημικής ισορροπίας και να διατυπώνουν την αρχή Le Chatelier. • να εφαρμόζουν τη σταθερά χημικής ισορροπίας (Kc) και το πηλίκο (Qc) για μια αμφίδρομη αντίδραση.
<p>Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι</p>	<p>Γ' Λυκείου</p> <p>7.1. Οι ηλεκτρολύτες.</p>			<ul style="list-style-type: none"> • να διακρίνουν τη διάσταση των ιοντικών ενώσεων από τον

<p>χημικές αντιδράσεις</p>	<p>7.1.1. Η διάσταση και ο ιοντισμός των ηλεκτρολυτών.</p> <p>7.1.2. Οξέα και βάσεις κατά Brønsted-Lowry και κατά Lewis.</p> <p>7.1.3. Ιοντισμός νερού – pH.</p> <p>7.1.4. Βαθμός ιοντισμού– Ισχυρά και ασθενή οξέα και βάσεις.</p> <p>7.2. Ιοντισμός ασθενών οξέων – βάσεων.</p> <p>7.2.1. Σταθερά ιοντισμού ασθενών οξέων-βάσεων.</p> <p>7.2.2. Νόμος αραίωσης του Ostwald.</p> <p>7.3. Επίδραση κοινού ιόντος.</p> <p>7.4. Ρυθμιστικά διαλύματα.</p> <p>7.5. Δείκτες.</p> <p>7.6. Ογκομέτρηση.</p>			<p>ιοντισμό των ομοιοπολικών ενώσεων.</p> <ul style="list-style-type: none"> • να γράφουν αντιδράσεις ιοντισμού οξέων-βάσεων κατά Brønsted-Lowry αναγνωρίζοντας τα συζυγή ζεύγη. • να διακρίνουν τα οξέα και τις βάσεις σε ισχυρά/-ές και ασθενή/-είς. • να συσχετίζουν την ισχύ τους με τη χημική δομή και με βάση το + I και - I επαγωγικό φαινόμενο. • να γράφουν αντιδράσεις ιοντισμού οξέων-βάσεων κατά Brønsted-Lowry αναγνωρίζοντας τα συζυγή ζεύγη. • να εφαρμόζουν τις σταθερές ιοντισμού ασθενών οξέων (K_a) και ασθενών βάσεων (K_b). • να ανακαλύπτουν τον νόμο αραίωσης του Ostwald και να τον εφαρμόζουν με τις κατάλληλες προσεγγίσεις. • να γράφουν τη χημική εξίσωση αυτοϊοντισμού του νερού. • να αναγνωρίζουν την επίδραση κοινού ιόντος στον βαθμό ιοντισμού ενός ηλεκτρολύτη. • να περιγράφουν τους τρόπους παρασκευής ρυθμιστικών διαλυμάτων.
-----------------------------------	--	--	--	--

				<ul style="list-style-type: none"> • να ερμηνεύουν την αντίσταση των ρυθμιστικών διαλυμάτων στη μεταβολή του pH. • να διατυπώνουν τον ορισμό της ογκομέτρησης εξουδετέρωσης, του ισοδύναμου και του τελικού σημείου. • να κατασκευάζουν και να ερμηνεύουν τις καμπύλες ογκομέτρησης.
<p>Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις</p>	<p>Γ' Λυκείου</p> <p>8.1. Στερεοϊσομέρεια.</p> <p>8.2. Εισαγωγή στις οργανικές αντιδράσεις.</p> <p>8.2.1. Πολικότητα δεσμών - Ηλεκτρονιόφιλα και πυρηνόφιλα.</p> <p>8.2.2. Κατηγορίες οργανικών αντιδράσεων.</p> <p>8.3. Αντιδράσεις προσθήκης.</p> <p>8.4. Αντιδράσεις απόσπασης.</p> <p>8.5. Αντιδράσεις υποκατάστασης.</p> <p>8.5.1. Αντιδράσεις</p>			<ul style="list-style-type: none"> • να ορίζουν τις έννοιες του ηλεκτρονιόφιλου και πυρηνόφιλου χαρακτήρα των οργανικών ενώσεων δίνοντας παραδείγματα. • να αναγνωρίζουν τις βασικές κατηγορίες οργανικών αντιδράσεων. • να συμπληρώνουν αντιδράσεις προσθήκης σε αλκένια και αλκίνια με τα αντιδραστήρια H₂, X₂, HX και H₂O και να αναγνωρίζουν τη δυνατότητα διάκρισης μεταξύ αλκενίων και αλκανίων. • να συμπληρώνουν αντιδράσεις προσθήκης, καθώς και απόσπασης

	<p>πυρηνόφιλης υποκατάστασης. 8.5.2. Ο αρωματικός δακτύλιος. 8.6. Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις. 8.7. Αντιδράσεις οξέος-βάσης. 8.8. Διάκριση και ταυτοποίηση οργανικών ενώσεων.</p>			<p>σε αλκυλαλογονίδια, αλκυλοδιαλογονίδια, σε αλκοόλες και διόλες.</p> <ul style="list-style-type: none"> • να συμπληρώνουν αντιδράσεις υποκατάστασης. • να εξηγούν τη σταθερότητα του αρωματικού δακτυλίου. • να συμπληρώνουν τις χημικές εξισώσεις διαφόρων οργανικών ενώσεων και να εκτελούν κατάλληλα πειράματα. • να εντοπίζουν τα οργανικά οξέα και τις οργανικές βάσεις κατά Brønsted- Lowry, να συγκρίνουν την ισχύ τους. • να διακρίνουν δύο ή περισσότερες οργανικές ενώσεις.
<p>Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία</p>	<p>A' Λυκείου</p> <p>1.1. Η επιστημονική αξία της Χημείας και οι εφαρμογές της. 1.2. Η μεθοδολογία της Χημείας. 1.2.1. Μαθαίνω να εργάζομαι, με ασφάλεια, στον χώρο του εργαστηρίου. 1.2.2. Η επιστημονική μεθοδολογία στη Χημεία.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • να διαπιστώνουν τη χρησιμότητα και τη μεθοδολογία της Χημείας. • να γνωρίζουν τα όργανα και τους κανόνες του εργαστηρίου. 		

<p>Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία</p>	<p>Β΄ Λυκείου</p> <p>3.4. Κυκλική Οικονομία και Πράσινη Χημεία.</p> <p>3.4.1. Εισαγωγή στην Κυκλική Οικονομία.</p> <p>3.4.2. Εισαγωγή στην Πράσινη Χημεία.</p> <p>3.4.3. Εφαρμόζοντας τις αρχές της Πράσινης Χημείας.</p> <p>3.5. Ο ρόλος της κοινωνίας στη διαμόρφωση των ενεργειακών πολιτικών.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • να περιγράψουν τις βασικές αρχές της Πράσινης Χημείας και της Κυκλικής Οικονομίας. • να περιγράψουν και να αξιολογούν ως προς τη χρησιμότητά τους τις διάφορες πηγές ενέργειας. 	
<p>Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία</p>	<p>Γ΄ Λυκείου</p> <p>3.2.3. Μπαταρίες-κυψέλες καυσίμου.</p> <p>3.3. Ηλεκτρόλυση – Προϊόντα και εφαρμογές.</p>			<ul style="list-style-type: none"> • να περιγράψουν τις μπαταρίες ως συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από χημικές αντιδράσεις. • να αναφέρουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την ανάπτυξη κυψελών καυσίμου. • να διερευνούν την ηλεκτρόλυση ορισμένων διαλυμάτων και τηγμάτων. • να αναφέρουν εφαρμογές της ηλεκτρόλυσης στη βιομηχανία.
<p>Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην</p>	<p>Β΄ Λυκείου</p> <p>5.3. Αλκοολούχα ποτά – κατανάλωση και επιπτώσεις.</p> <p>5.4. Σαπούνια - Απορρυπαντικά.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • να προσδιορίζουν την περιεκτικότητα σε αιθανόλη διαφόρων αλκοολούχων ποτών. 	

τεχνολογία και στην κοινωνία			<ul style="list-style-type: none"> • να εξηγούν την απορρυπαντική δράση των σαπουνιών και των απορρυπαντικών • να παρασκευάζουν σαπούνι. 	
<p>Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία</p>	<p>Β' Λυκείου</p> <p>7.1. Φαρμακοχημεία.</p> <p>7.1.1. Ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά των φαρμάκων.</p> <p>7.1.2. Τρόπος δράσης επιλεγμένων φαρμάκων.</p> <p>7.1.3. Σχεδιασμός νέων φαρμάκων.</p> <p>7.2. Πολυμερή. Είδη και ιδιότητες των πολυμερών.</p> <p>7.3. Νανοτεχνολογία και νανοϋλικά.</p> <p>7.3.1. Εισαγωγή.</p> <p>7.3.2. Εφαρμογές των νανοϋλικών.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • να εξηγούν γιατί υπάρχει ανάγκη για ανάπτυξη νέων φαρμάκων. • να αναγνωρίζουν τη σημασία της Χημείας στον σχεδιασμό και τη σύνθεση νέων φαρμάκων και περιγράφουν τα στάδια που ακολουθούνται για τον σκοπό αυτό. • να συμπληρώνουν ορισμένες αντιδράσεις πολυμερισμού. • να συσχετίζουν μηχανικές ιδιότητες των πολυμερών με τη μοριακή τους δομή. • να ορίζουν τα νανοϋλικά και τη νανοτεχνολογία. • να συσχετίζουν τις ιδιότητες των νανοϋλικών με το μέγεθός τους. • να δίνουν παραδείγματα εφαρμογών της Χημείας, όπως η χρήση: <ul style="list-style-type: none"> α) του γραφενίου. β) των νανοσωλήνων άνθρακα. γ) των νανοσωματιδίων αργύρου, που παρουσιάζουν αντιμικροβιακές ιδιότητες. δ) των νανο-λιποσωμάτων ως φορέων φαρμάκων, για παράδειγμα στη χρήση 	

			<p>των mRNA εμβολίων για τον SARS-COV-2.</p> <ul style="list-style-type: none">• να παρασκευάζουν μια κολλοειδή διασπορά νανοσωματιδίων άνθρακα και να διαπιστώνουν τον φθορισμό τους.	
--	--	--	--	--

2.2. Αναλυτική απεικόνιση των νέων Προγραμμάτων Σπουδών για τις τρεις τάξεις του Γενικού Λυκείου

Στις παρακάτω ενότητες παρουσιάζονται τα νέα Προγράμματα Σπουδών της Χημείας για τις τρεις τάξεις του Γενικού Λυκείου, μαζί με ενδεικτικές κατανομές διδακτικών ωρών, χρήσιμες ιστοσελίδες και προτεινόμενο ψηφιακό υλικό, καθώς και άλλες παρατηρήσεις και οδηγίες.

2.2.1. Αναλυτική απεικόνιση του Προγράμματος Σπουδών της Α' τάξης Γενικού Λυκείου

Στον Πίνακα 13, κατωτέρω, δίνεται το πλήρες ΠΣ, ενώ στους Πίνακες 14 και 15 δίνονται σχετικά προσαρτήματα ενδεικτικών διδακτικών ωρών και ενδεικτικό ψηφιακό υλικό, αντίστοιχα.

Πίνακας 13: Το Πρόγραμμα Σπουδών της Α' Λυκείου. Με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται τα μαθησιακά αποτελέσματα που σχετίζονται με εργαστηριακή διερεύνηση / άσκηση και με μοβ οι προτεινόμενες δραστηριότητες.

Χημεία Α' Γενικού Λυκείου			
Θεματικό Πεδίο	Θεματικές ενότητες και υποενότητες	Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα <i>Οι μαθητές/-τριες είναι σε θέση να:</i>	Ενδεικτικές δραστηριότητες
Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και την κοινωνία.	1. Η Χημεία στην καθημερινή ζωή και την κοινωνία		
	Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να: <ul style="list-style-type: none"> • εκτιμούν τον ρόλο και τη σημασία της Χημείας τόσο στην καθημερινή ζωή όσο και στην κοινωνία γενικότερα. • περιγράφουν βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας που ακολουθεί η Χημεία, με έμφαση στον πειραματικό και διερευνητικό χαρακτήρα της. • εκτελούν απλές εργαστηριακές τεχνικές με την απαιτούμενη ασφάλεια. 	<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν τον καθοριστικό ρόλο της Χημείας στην ατομική και κοινωνική ευημερία μέσα από αναφορές που συνδέονται με: <ol style="list-style-type: none"> α) τα καθημερινά υλικά, β) τα φάρμακα, γ) την αύξηση της παραγωγής και τη βελτίωση της ποιότητας των τροφίμων, δ) την ανάλυση της σύστασης των υλικών, ε) την παραγωγή νέων υλικών, 	Καταιγισμός ιδεών: α) Οι μαθητές/-τριες δίνουν παραδείγματα σχετικά με τη σημασία της Χημείας στη σύγχρονη κοινωνία, όπως: <ol style="list-style-type: none"> i) οι εφαρμογές της Χημείας στην καθημερινή ζωή, ii) οι ευρύτερες τεχνολογικές εφαρμογές Χημείας, iii) η σύνδεση της Χημείας με άλλες επιστήμες, iv) η συνεισφορά της Χημείας στην οικονομική ανάπτυξη, v) οι εφαρμογές της Χημείας στην προστασία του περιβάλλοντος.
	1.1. Η επιστημονική αξία της Χημείας και οι εφαρμογές της.		

		<p>στ) την παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας, ζ) την προστασία του περιβάλλοντος, η) την αιμόφορο ανάπτυξη και την κυκλική οικονομία κ.ά.</p> <ul style="list-style-type: none"> • αναδεικνύουν τη σύνδεση της επιστήμης της Χημείας με άλλες επιστήμες, όπως Φυσική, Βιολογία, Φαρμακευτική, Γεωλογία, Γεωπονία, Ιατρική κ.ά. 	<p>Ο/Η εκπαιδευτικός κατηγοριοποιεί τις απαντήσεις και αναπτύσσεται συζήτηση.</p>
<p>1.2. Η μεθοδολογία της Χημείας.</p> <p>1.2.1. Μαθαίνω να εργάζομαι με ασφάλεια στον χώρο του εργαστηρίου.</p> <p>1.2.2. Η επιστημονική μεθοδολογία στη Χημεία.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν βασικούς εργαστηριακούς κινδύνους. • εφαρμόζουν τα απαραίτητα μέτρα προφύλαξης όταν εργάζονται στο εργαστήριο Χημείας. • αναγνωρίζουν και αξιοποιούν τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας μέσα από κατάλληλο εργαστηριακό παράδειγμα. • εξηγούν τη σπουδαιότητα του ρόλου του εργαστηρίου στην επιστήμη της Χημείας, χρησιμοποιώντας παραδείγματα, όπως στην ανάλυση της σύστασης των υλικών. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u></p> <p>Οι μαθητές/-τριες συζητούν για θέματα ασφαλείας:</p> <p>α) Μελετούν τα σήματα επικινδυνότητας των χημικών ουσιών. β) Μαθαίνουν να διαβάζουν ετικέτες σε συσκευασίες χημικών ουσιών. γ) Μαθαίνουν να διαβάζουν ένα δελτίο δεδομένων ασφαλείας (Safety Data Sheet, SDS), για παράδειγμα του HCl, της χλωρίνης, της NH₃, ενός αρωματικού χώρων και ενός διαλυτικού χρωμάτων (European Chemical Agency, ECHA). δ) Αναγνωρίζουν τα εικονογράμματα του «Παγκόσμιου Εναρμονισμένου Συστήματος Ταξινόμησης και Επισήμανσης Χημικών Προϊόντων» (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, GHS).</p> <p><u>Διερευνητική εργαστηριακή άσκηση:</u></p> <p>Μέσα από αυτήν πρέπει να αναδεικνύονται τα στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας. Ενδεικτικά, προτείνεται η εργαστηριακή άσκηση με ερευνητικό ερώτημα: «<i>Επηρεάζει η θερμοκρασία του νερού την ταχύτητα διάλυσης ενός αναθραζόντος δισκίου;</i>».</p> <p>Με βάση αυτή ακολουθεί συζήτηση για τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας:</p> <p>A. Παρατήρηση B. Ερώτημα-υπόθεση Γ. Μελέτη θεωρητικών στοιχείων</p>

			<p>Δ. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος: Διαχείριση μεταβλητών, συλλογή και επεξεργασία πειραματικών δεδομένων, προσδιορισμός κανονικοτήτων (μοτίβων)</p> <p>Ε. Εξαγωγή συμπερασμάτων, επαλήθευση ή διάψευση της υπόθεσης</p> <p>Στ. Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση</p> <p>Ζ. Αξιολόγηση της επιστημονικής μελέτης</p>
Από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο, στο άτομο και στη δομή του.	2. Η δομή του ατόμου - Ο Περιοδικός Πίνακας		
	<p>Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τη δομή των ατόμων των στοιχείων, συμπεριλαμβανομένης και της κατανομής των ηλεκτρονίων τους σε στιβάδες, με βάση το μοντέλο του Bohr. • αξιοποιούν πληροφορίες που δίνει η θέση ενός στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα. 		
	<p>2.1. Η δομή του ατόμου.</p> <p>2.1.1. Από τον Thomson στον Bohr.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν την εξέλιξη των ιδεών για τη δομή του ατόμου από το μοντέλο του Thomson στο μοντέλο του Rutherford και του Bohr. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες, με χρήση κατάλληλου ψηφιακού υλικού και σχετικού φύλλου εργασίας, μελετούν την εξελικτική πορεία των θεωριών σχετικά με τη δομή των ατόμων (πρότυπα Thomson, Rutherford, Bohr).</p>
<p>2.1.2. Ατομικός και μαζικός αριθμός – Ισότοπα - Σχετική ατομική και μοριακή μάζα.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τη δομή ενός ατόμου, αν γνωρίζουν τον ατομικό και τον μαζικό του αριθμό και αντίστροφα. • διατυπώνουν τον ορισμό των ισοτόπων. • αναγνωρίζουν ότι τα ισότοπα αποτελούν άτομα που ανήκουν στο ίδιο στοιχείο. • αναγνωρίζουν ότι οι συνήθεις μονάδες μέτρησης της μάζας είναι δύσχρηστες στο επίπεδο του μικρόκοσμου. • ορίζουν την ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας (u). 	<p><u>1^η Δραστηριότητα:</u> Στους/Στις μαθητές/-τριες δίνεται πίνακας των σχετικών ατομικών μαζών και συσχετίζουν τις έννοιες της ενότητας μεταξύ τους. Για παράδειγμα: $m(C) = 12 \text{ u}$ και $m(H) = 1 \text{ u} \Rightarrow A_r(C) = 12$ και $A_r(H) = 1 \Rightarrow m(CH_4) = 16 \text{ u} \Rightarrow M_r(CH_4) = 16$.</p> <p><u>2^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες υπολογίζουν το M_r ορισμένων χημικών ενώσεων.</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> • ορίζουν τη σχετική ατομική (A_r), σχετική μοριακή (M_r) και σχετική τυπική μάζα (F_r). • αξιοποιούν πίνακες των A_r για να κάνουν υπολογισμούς των M_r απλών ενώσεων. 	
	<p>2.1.3. Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • εφαρμόζουν τους κανόνες Bohr – Bury για την ηλεκτρονιακή δόμηση των στιβάδων και κατανέμουν σε στιβάδες τα ηλεκτρόνια των ατόμων που έχουν ατομικό αριθμό 1-20 και 31-38. • εξηγούν τον σχηματισμό ιόντων από άτομα. • προσδιορίζουν τη δομή ενός ιόντος αν γνωρίζουν τον ατομικό αριθμό, τον μαζικό αριθμό και το φορτίο του και αντίστροφα. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες προσδιορίζουν τις ηλεκτρονιακές δομές ορισμένων ατόμων. <i>Εναλλακτικά:</i> Οι μαθητές/-τριες με χρήση κατάλληλων προσομοιώσεων και βίντεο μελετούν τη δομή ορισμένων ατόμων και τον τρόπο κατανομής των ηλεκτρονίων τους σε στιβάδες. Στη συνέχεια σε ομάδες, με τη βοήθεια σχετικού φύλλου εργασίας, διερευνούν τη θέση των υποατομικών σωματιδίων μέσα στο άτομο.</p>
<p>Η περιοδικότητα των ιδιοτήτων των χημικών στοιχείων.</p>	<p>2.2. Ο Περιοδικός Πίνακας.</p> <p>2.2.1. Η ταξινόμηση των στοιχείων.</p> <p>2.2.2. Ομάδες και περίοδοι του Περιοδικού Πίνακα.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • εξηγούν τη χρησιμότητα της ταξινόμησης των χημικών στοιχείων. • αναγνωρίζουν την περιοδικότητα των ιδιοτήτων των στοιχείων ως τη βασική αρχή δόμησης του σύγχρονου Περιοδικού Πίνακα. • αναφέρουν τι ονομάζεται ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. • συσχετίζουν τις ιδιότητες των στοιχείων των κύριων ομάδων με τις ηλεκτρονιακές τους δομές. • ορίζουν την ατομική ακτίνα. 	<p><u>1^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν βιντεοσκοπημένα πειράματα για τις ιδιότητες των αλκαλίων. Στη συνέχεια αξιοποιώντας διαδραστικό Περιοδικό Πίνακα (ΠΠ), συσχετίζουν την ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων μιας κύριας ομάδας με τις κοινές ιδιότητές τους.</p> <p><u>2^η Δραστηριότητα:</u> Παιχνίδι με κάρτες των 20 πρώτων στοιχείων που πρέπει να συμπληρωθούν οι ηλεκτρονιακές δομές τους και μετά να τοποθετηθούν με βάση τους εξής κανόνες: α) σε σειρά κατ' αύξοντα ατομικό αριθμό, β) το ένα κάτω από το άλλο όταν τα άτομα έχουν ίδιο αριθμό εξωτερικών ηλεκτρονίων.</p> <p><u>3^η Δραστηριότητα:</u></p>

		<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τον τρόπο που μεταβάλλεται η ατομική ακτίνα σε μία ομάδα. • εξηγούν γιατί τα στοιχεία της ίδιας ομάδας έχουν ανάλογες ιδιότητες με κριτήρια: <ul style="list-style-type: none"> α) το πλήθος των ηλεκτρονίων που έχουν στην εξωτερική τους στιβάδα, β) το μέγεθος της ατομικής τους ακτίνας. • αναφέρουν τι ονομάζεται περίοδος του Περιοδικού Πίνακα. • εξηγούν τον τρόπο μεταβολής της ατομικής ακτίνας σε μία περίοδο, με βάση το φορτίο του πυρήνα και τα εσωτερικά ηλεκτρόνια. • αναφέρουν τη σταδιακή μεταβολή των ιδιοτήτων των στοιχείων κατά μήκος μίας περιόδου. • διακρίνουν στοιχεία σε μέταλλα και αμέταλλα με βάση τη θέση τους στον Περιοδικό Πίνακα. • προσδιορίζουν τη θέση ενός στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα από τον ατομικό του αριθμό. 	<p>Οι μαθητές/-τριες προσδιορίζουν τη θέση ενός στοιχείου στον ΠΠ αν γνωρίζουν τον ατομικό τους αριθμό και αντίστροφα, υπολογιστικά ή/και με χρήση κατάλληλου ψηφιακού υλικού.</p>
Οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών	3. Ο Χημικός Δεσμός		
	<p>Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τα είδη των ενδομοριακών και διαμοριακών δυνάμεων. • συσχετίζουν τις ιδιότητες των ουσιών με τις ενδομοριακές και διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται. <p>3.1. Ο χημικός δεσμός.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • αναφέρουν τι είναι ο χημικός δεσμός. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u></p>

<p>3.1.1. Εισαγωγή στον χημικό δεσμό.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • εξηγούν τον λόγο για τον οποίο τα άτομα σχηματίζουν χημικούς δεσμούς. • αναφέρουν ποια ηλεκτρονιακή δομή έχει αυξημένη σταθερότητα. • προσδιορίζουν τα ηλεκτρόνια που συμμετέχουν στον σχηματισμό των χημικών δεσμών (ηλεκτρόνια σθένους). • συσχετίζουν, για κάποιες περιπτώσεις, τις διαφορές στην αγωγιμότητα των διαλυμάτων στερεών ενώσεων με παρόμοια κρυσταλλική δομή με διαφορές στη σωματιδιακή τους δομή. 	<p>Οι μαθητές/-τριες με βάση κατάλληλο ψηφιακό υλικό μελετούν διαφορές στην αγωγιμότητα ζάχαρης και αλατιού και συζητούν για πιθανές διαφορές στη μικροσκοπική τους δομή.</p>
<p>3.1.2. Ο ιοντικός δεσμός.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τον τρόπο δημιουργίας του ιοντικού δεσμού. • αναφέρουν ορισμένες κοινές ιδιότητες που παρουσιάζουν οι ιοντικές ενώσεις (ιοντικό κρυσταλλικό πλέγμα, φυσική κατάσταση, σημείο τήξης, διαλυτότητα στο νερό, αγωγιμότητα διαλυμάτων και τηγμάτων). • προσδιορίζουν τους ηλεκτρονιακούς και χημικούς τύπους ορισμένων απλών ιοντικών ενώσεων, όταν δίνεται ο ατομικός αριθμός των στοιχείων που σχηματίζουν τον δεσμό. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες με τη χρήση κατάλληλων προσομοιώσεων και βίντεο μελετούν: α) τον σχηματισμό ιοντικών ενώσεων, β) τις κοινές ιδιότητες που έχουν οι ιοντικές ενώσεις. Στη συνέχεια σε ομάδες με τη βοήθεια σχετικού φύλλου εργασίας γράφουν τους ηλεκτρονιακούς τύπους ορισμένων απλών ιοντικών ενώσεων, όπως των NaCl, MgBr₂ και K₂S.</p>
<p>3.1.3. Ο ομοιοπολικός δεσμός.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τον τρόπο δημιουργίας του απλού, του διπλού και του τριπλού ομοιοπολικού δεσμού. • ορίζουν την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας. 	<p><u>1η Δραστηριότητα:</u> Μελέτη της μεταβολής της ατομικής ακτίνας και της ηλεκτραρνητικότητας σε μία ομάδα και σε μία περίοδο του Περιοδικού Πίνακα, με αξιοποίηση σχετικού διαδραστικού λογισμικού.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • αναφέρουν πώς μεταβάλλεται η ηλεκτραρνητικότητα σε μια ομάδα και σε μια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. • διακρίνουν τον ομοιοπολικό δεσμό σε πολικό και μη πολικό με κριτήριο τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας των δύο ατόμων. • αναγνωρίζουν τον δοτικό ομοιοπολικό δεσμό (δεσμό συναρμογής), ως ειδική περίπτωση του ομοιοπολικού δεσμού. • αναφέρουν ορισμένες κοινές ιδιότητες που έχουν οι ομοιοπολικές ενώσεις. • προσδιορίζουν τους ηλεκτρονιακούς, συντακτικούς και μοριακούς τύπους ορισμένων απλών ομοιοπολικών ενώσεων και ιόντων με δεδομένο τον ατομικό αριθμό των στοιχείων που σχηματίζουν τον δεσμό, όπως των Cl₂, O₂, N₂, HF, H₂O, CCl₄, CO₂, NH₃ και το NH₄⁺. • αναφέρουν διαφορές μεταξύ του ομοιοπολικού και του ιοντικού δεσμού. • συσχετίζουν τις διαφορές μεταξύ του ομοιοπολικού και του ιοντικού δεσμού με τις αντίστοιχες ιδιότητες των ομοιοπολικών και των ιοντικών ενώσεων. 	<p>2^η Δραστηριότητα:</p> <p>Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες, με τη βοήθεια κατάλληλου φύλλου εργασίας, κατασκευάζουν ομοιοπολικά μόρια με χρήση μοριακών μοντέλων. Στη συνέχεια τα παρουσιάζουν στην ολομέλεια και συζητούν για την τρισδιάστατη δομή των μορίων.</p>
--	--	--	---

<p>3.1.4. Ο μεταλλικός δεσμός.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τον τρόπο δημιουργίας του μεταλλικού δεσμού με βάση τη θεωρία ελεύθερων ηλεκτρονίων του Drude. • συσχετίζουν τον μεταλλικό δεσμό με ορισμένες χαρακτηριστικές ιδιότητες των μετάλλων, όπως θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα και μεταλλική λάμψη. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες με τη βοήθεια κατάλληλου ψηφιακού υλικού: α) μελετούν την ηλεκτρική αγωγιμότητα και τη θερμική αγωγιμότητα υλικών καθημερινής χρήσης, β) παρακολουθούν οπτικοποιημένο υλικό για τον μεταλλικό δεσμό.</p>
<p>3.2. Οι διαμοριακές δυνάμεις.</p> <p>3.2.1. Η διπολική ροπή.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ορίζουν τη διπολική ροπή. • χρησιμοποιούν τη διπολική ροπή για να περιγράψουν την πολικότητα ενός δεσμού. • αναγνωρίζουν ότι η γεωμετρία ενός μορίου επηρεάζει τη συνολική διπολική ροπή του, με παραδείγματα το H₂O, την NH₃, το CH₄, και το CO₂. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες εργάζονται σε ομάδες και με τη βοήθεια διαδραστικής προσομοίωσης ή με τη χρήση μοριακών μοντέλων και κατάλληλου φύλλου εργασίας διαπιστώνουν αν μόρια δεδομένης γεωμετρίας εμφανίζουν πολικότητα.</p>
<p>3.2.2. Τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τα ακόλουθα είδη των διαμοριακών δυνάμεων: α) μεταξύ διπόλων μορίων, β) μεταξύ ιόντος και διπόλου, γ) δεσμού υδρογόνου, δ) διασποράς ή London. 	<p><u>Πείραμα επίδειξης:</u> Οι μαθητές/-τριες παρατηρούν την αλλαγή της διεύθυνσης της ροής λεπτής φλέβας νερού που εξέρχεται από μία βρύση ή από μια προχοΐδα όταν πλησιάζει ένας ηλεκτρικά φορτισμένος πλαστικός χάρακας και συνδέουν τη συμπεριφορά αυτή με την πολικότητα που εμφανίζουν τα μόρια του νερού.</p> <p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν βίντεο ή προσομοιώσεις σχετικά με τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων και στη συνέχεια συμπληρώνουν, ως αυτοαξιολόγηση, έναν εννοιολογικό χάρτη σχετικό με τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων.</p>
<p>3.2.3. Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • συσχετίζουν χαρακτηριστικές ιδιότητες ουσιών με τις διαμοριακές δυνάμεις: α) το σημείο βρασμού, 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες με τη βοήθεια κατάλληλου ψηφιακού υλικού ή με πειράματα επίδειξης παρατηρούν ενδιαφέροντα φαινόμενα,</p>

		<p>β) τη διαλυτότητα ουσιών στο νερό και σε οργανικούς διαλύτες,</p> <p>γ) το ιξώδες,</p> <p>δ) την επιφανειακή τάση.</p>	<p>συζητούν γ' αυτά και τα συσχετίζουν με τις διαμοριακές δυνάμεις.</p> <p>Ενδεικτικά:</p> <p>α) το συγκριτικά πολύ υψηλό σημείο βρασμού του νερού π.χ. σε σχέση με το υδρόθειο,</p> <p>β) γιατί ο πάγος επιπλέει στο νερό,</p> <p>γ) τη διαφορετική διαλυτότητα ουσιών στο νερό και σε οργανικούς διαλύτες,</p> <p>δ) τη διαφορετική ρευστότητα του νερού, της γλυκερίνης και του μελιού ή/και τον έλεγχο της ποιότητας των ορυκτέλαιων των μηχανών με βάση το ιξώδες τους.</p>
Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.	4. Η γλώσσα της Ανόργανης Χημείας		
	<p>Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • προσδιορίζουν τον αριθμό οξείδωσης ατόμων σε χημικές ουσίες. • εφαρμόζουν τους κανόνες γραφής χημικών τύπων και ονοματολογίας των ανόργανων χημικών ενώσεων. 		
	<p>4.1. Τα μονοατομικά και πολυατομικά ιόντα.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • αναφέρουν τους τύπους, τα ονόματα, καθώς και το φορτίο ορισμένων μονοατομικών (F^-, Cl^-, Br^-, I^-, S^{2-}, O^{2-}, N^{3-}, H^+, Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Al^{3+}, Ag^+, Zn^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cu^+ και Cu^{2+}) και πολυατομικών ιόντων (NO_3^-, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}, OH^-, NH_4^+, CN^-, HCO_3^-). 	
<p>4.2. Ο αριθμός οξείδωσης.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διατυπώνουν τον ορισμό του αριθμού οξείδωσης (Α.Ο.). • εφαρμόζουν τους κανόνες υπολογισμού του ΑΟ ενός ατόμου σε μια χημική ουσία. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες εργάζονται σε ομάδες με τη βοήθεια σχετικών φύλλων εργασίας στην εφαρμογή των κανόνων υπολογισμού του αριθμού οξείδωσης σε διάφορες περιπτώσεις ατόμων σε απλές χημικές ενώσεις και πολυατομικά ιόντα. Ακολουθώντας, οι ομάδες παρουσιάζουν τις απαντήσεις τους στην ολομέλεια.</p> <p><u>Εναλλακτικά:</u> Αυτοαξιολόγηση των μαθητών/-τριών ως προς την εμπέδωση των κανόνων εύρεσης του Αριθμού Οξείδωσης με βάση κατάλληλη διαδραστική εφαρμογή.</p>	

	<p>4.3. Ο συμβολισμός και η γραφή των ανοργάνων ενώσεων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • γράφουν τους χημικούς τύπους διαφόρων ανόργανων ενώσεων, εφόσον είναι γνωστός είτε ο ΑΟ είτε το φορτίο του θετικού και αρνητικού τμήματός τους. • αναγνωρίζουν την κατηγορία στην οποία ανήκουν διάφορες ανόργανες ενώσεις, οξέα και βάσεις (κατά Arrhenius), άλατα και οξείδια, εφόσον δίνεται ο χημικός τύπος τους. 	<p><u>Καταιγισμός ιδεών:</u> Οι μαθητές/-τριες αναφέρουν ενώσεις που ανήκουν στα οξέα, τις βάσεις, τα άλατα και τα οξείδια, τις οποίες γνωρίζουν από την καθημερινή ζωή ή από τα μαθήματα της Χημείας στο Γυμνάσιο. Ακολουθως, με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού, τα εντάσσουν στις αντίστοιχες κατηγορίες.</p>
	<p>4.4. Η ονοματολογία των ανοργάνων ενώσεων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ονομάζουν κατά IUPAC διάφορες ενώσεις (οξέα, βάσεις, άλατα, οξείδια), εφόσον δίνεται ο χημικός τύπος τους και αντίστροφα. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες εργάζονται σε ομάδες για να συμπληρώσουν πίνακα που στην πάνω σειρά έχει κατιόντα και στην αριστερή στήλη ανιόντα ή αντίστροφα. Συνδυάζουν τα ανιόντα και τα κατιόντα, προκειμένου να γράψουν τους σωστούς χημικούς τύπους, να προσδιορίσουν τα ονόματά τους και να τα εντάξουν στην κατηγορία στην οποία ανήκουν (οξέα, βάσεις, άλατα και οξείδια).</p>
<p>Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>	<p>5. Εισαγωγή στις Χημικές Αντιδράσεις</p> <p>Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ταξινομούν τις χημικές αντιδράσεις σε κατηγορίες. • διερευνούν πειραματικά αν πραγματοποιούνται ή όχι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων και απλής αντικατάστασης. • συμπληρώνουν χημικές εξισώσεις αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων, εξουδετέρωσης και απλής αντικατάστασης. 		
	<p>5.1. Η αναπαράσταση των χημικών φαινομένων: Οι χημικές εξισώσεις.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν την ανάγκη συμβολικής αναπαράστασης των χημικών φαινομένων. • συμπεραίνουν ότι στις χημικές αντιδράσεις η μάζα διατηρείται. • συσχετίζουν τη διατήρηση της μάζας στις χημικές αντιδράσεις με τη διατήρηση του είδους και του πλήθους των ατόμων που συμμετέχουν σε αυτήν. 	<p><u>Πείραμα επίδειξης:</u> Ο/Η εκπαιδευτικός επιδεικνύει μια σειρά από χαρακτηριστικές χημικές αντιδράσεις, όπως: - Καύση βουτανίου. π.χ. από αναπτήρα με επίδειξη της σχηματιζόμενης αιθάλης ή σύρματος Mg ή καύση λεπτού σύρματος κουζίνας. - Καταβύθιση ιζήματος, π.χ. $\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{KI}(\text{aq})$, ή $\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{NaCl}(\text{aq})$, ή $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq})$ ή $\text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq})$ - Εξουδετέρωση με χρήση δείκτη: $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq})$, χυμός λεμονιού + $\text{NaOH}(\text{aq})$.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν την ανάγκη οι χημικές εξισώσεις να περιγράφουν με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια το χημικό φαινόμενο. • ισοσταθμίζουν απλές χημικές εξισώσεις. 	<p>- Απλή αντικατάσταση με παραγωγή αερίου, π.χ. $Mg(s) + HCl(aq)$ ή $Zn(s) + HCl(aq)$ ή $Fe(s) + HCl(aq)$.</p> <p>Οι μαθητές/-τριες σε κατάλληλο φύλλο εργασίας καταγράφουν τις παρατηρούμενες μεταβολές:</p> <ul style="list-style-type: none"> - έκλυση φωτός - αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας - χρωματικές αλλαγές - σχηματισμός ιζήματος - έκλυση αερίου <p><u>Δραστηριότητα:</u></p> <p>Οι μαθητές/-τριες εργάζονται σε ομάδες με βάση κατάλληλο φύλλο εργασίας στο οποίο:</p> <p>α) παρουσιάζονται δεδομένα σε σχέση με τις μάζες αντιδρώντων και προϊόντων για ορισμένες από τις παραπάνω αντιδράσεις και καλούνται να προσδιορίσουν:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ποια είναι η σχέση μεταξύ της συνολικής μάζας των αντιδρώντων και της συνολικής μάζας των προϊόντων. - Αν το πλήθος και το είδος των ατόμων διατηρούνται σε μία χημική αντίδραση. <p>β) παρουσιάζονται διαφορετικοί τρόποι αναπαράστασης ενός φαινομένου:</p> <ul style="list-style-type: none"> - με ονόματα αντιδρώντων και προϊόντων, - με σύμβολα αντιδρώντων και προϊόντων, αλλά χωρίς φυσικές καταστάσεις και συντελεστές, - με σύμβολα αντιδρώντων και προϊόντων και φυσικές καταστάσεις, αλλά χωρίς συντελεστές, - σε πλήρη συμβολική μορφή. <p>Στη συνέχεια, καλούνται να επιλέξουν, εξηγώντας την απάντησή τους, ποιος τρόπος είναι ο καταλληλότερος για να αναπαριστούμε χημικά φαινόμενα με επιστημονική ακρίβεια.</p>
--	--	---	---

			<p><u>Παραδείγματα – Εφαρμογή:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες συμπληρώνουν συντελεστές απλών αντιδράσεων.</p>
	<p>5.2. Ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διακρίνουν τις ουσίες που διαλύονται στο νερό σε ηλεκτρολύτες και μη ηλεκτρολύτες. • διακρίνουν τους ηλεκτρολύτες σε ισχυρούς και ασθενείς, ανάλογα με την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα, σε αραιά διαλύματά τους. • περιγράφουν τη διάσταση στο νερό <ul style="list-style-type: none"> α) ορισμένων ιοντικών βάσεων, όπως NaOH, KOH, Ca(OH)₂, β) ορισμένων αλάτων, όπως NaCl και CaCl₂. • περιγράφουν τον ιοντισμό στο νερό ορισμένων ισχυρών οξέων, όπως HCl και HNO₃. • αναγνωρίζουν ότι το CH₃COOH και η NH₃ δεν ιοντίζονται πλήρως και είναι ασθενείς ηλεκτρολύτες. • περιγράφουν τη συμπεριφορά στο νερό των οξειδίων: <ul style="list-style-type: none"> α) Na₂O και CaO β) CO₂ και SO₃ • αναγνωρίζουν το ιόν οξωνίου (υδρονίου) ως το σωματίδιο που παρέχει τις όξινες ιδιότητες σε ένα διάλυμα. 	<p><u>Πείραμα επίδειξης:</u> ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: <i>Οι ουσίες όταν διαλύονται στο νερό αλλάζουν την αγωγιμότητα του καθαρού νερού και με ποιον τρόπο;</i> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους σχετικά με την αγωγιμότητα των ακόλουθων υγρών και διαλυμάτων, με χρήση πολυμέτρου:</p> <ul style="list-style-type: none"> - απιονισμένο νερό - διάλυμα ζάχαρης - διάλυμα NaCl - διάλυμα NaOH - διάλυμα NH₃ - διάλυμα HCl - διάλυμα CH₃COOH <p>Στη συνέχεια καλούνται να διακρίνουν:</p> <ul style="list-style-type: none"> α) τις ουσίες αυτές σε ηλεκτρολύτες και μη ηλεκτρολύτες, β) τους ηλεκτρολύτες σε ισχυρούς και ασθενείς. <p>Ακολουθούν παραδείγματα που εξηγούν τον τρόπο απεικόνισης (χημικές εξισώσεις):</p> <ul style="list-style-type: none"> α) της διάστασης των ιοντικών βάσεων και αλάτων, β) του ιοντισμού των ισχυρών οξέων. <p>Για τη σχετική συζήτηση μπορεί να γίνει χρήση σχετικών προσομοιώσεων και βίντεο.</p>

	<p style="text-align: center;">5.3. Οι μεταθετικές αντιδράσεις.</p> <p style="text-align: center;">5.3.1. Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν ότι μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων λαμβάνει χώρα εφόσον σχηματίζεται προϊόν που εκφεύγει από το αντιδρών σύστημα, δηλαδή <ul style="list-style-type: none"> - είναι δυσδιάλυτο και καταβυθίζεται ως ίζημα - είναι αέριο και διαφεύγει στην ατμόσφαιρα. • εκτελούν κατάλληλη σειρά αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων. • συμπεραίνουν μετά από επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων ποιο είναι το δυσδιάλυτο προϊόν ή το παραγόμενο αέριο, στις παραπάνω αντιδράσεις. • συμπληρώνουν χημικές εξισώσεις ανταλλαγής ιόντων στη «μοριακή» (τυπική) τους μορφή. • συμπληρώνουν χημικές εξισώσεις ανταλλαγής ιόντων στην ιοντική τους μορφή. • προβλέπουν αν λαμβάνει χώρα μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων, εφόσον δίνεται πίνακας με ιζήματα ή αέρια. • διερευνούν και προτείνουν λύσεις σε προβλήματα ρύπανσης, τα οποία συνδέονται με την τοπική ή ευρύτερη κοινωνία, μέσα από την ποιοτική ανάλυση ιόντων. 	<p>1^η εργαστηριακή διερεύνηση: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πώς γίνονται οι συγκρούσεις μεταξύ των ιόντων στα διαλύματα;</p> <p>Οι μαθητές/-τριες εκτελούν πειράματα, κατά προτίμηση σε μικροκλίμακα, προκειμένου να διαπιστωθεί η διάχυση ιόντων στο νερό και η δημιουργία μετώπου αντίδρασης.</p> <p>Επίσης, γράφουν σε «μοριακή» και ιοντική μορφή τις αντιδράσεις που έγιναν και συμπληρώνουν τους αντίστοιχους συντελεστές.</p> <p>Για τη σχετική συζήτηση που θα ακολουθήσει μπορεί να γίνει χρήση σχετικών προσομοιώσεων και βίντεο.</p> <p>2^η εργαστηριακή διερεύνηση: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Ποιες από τις ακόλουθες αντιδράσεις αναμένετε να πραγματοποιούνται;</p> <p>Οι μαθητές/-τριες εκτελούν κατάλληλες αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων, κατά προτίμηση σε μικροκλίμακα, κάποιες από τις οποίες πραγματοποιούνται και κάποιες όχι. Καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους και κατασκευάζουν έναν μικρό πίνακα με ευδιάλυτες και δυσδιάλυτες χημικές ενώσεις, καθώς και εκλυόμενα αέρια.</p> <p>Στη συνέχεια, τους δίνονται διάφορες αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων και προβλέπουν ποιες από αυτές μπορούν να πραγματοποιηθούν, αξιοποιώντας ολοκληρωμένους πίνακες αναφοράς ιζημάτων και αερίων.</p> <p>Επίσης, συμπληρώνουν τις σχετικές χημικές εξισώσεις, υποδεικνύοντας το σχηματιζόμενο ίζημα ή το εκλυόμενο αέριο.</p> <p>Διερεύνηση και διατύπωση προτάσεων επίλυσης προβλήματος: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πολλοί κάτοικοι γύρω από μια λίμνη Α εκφράζουν σοβαρές ανησυχίες για την υποβάθμιση των υδάτων της (υψηλή οξύτητα και παρουσία μεταλλικών ιόντων σε υψηλή περιεκτικότητα) λόγω αποβολής λυμάτων από γειτονικές εργοστασιακές μονάδες και αγροτικές δραστηριότητες. Πώς μπορείτε να διερευνήσετε</p>
--	---	---	---

			<p>ένα τέτοιο πρόβλημα και με βάση τα ευρήματά σας τι λύσεις θα προτείνετε;</p> <p>Οι μαθητές/-τριες εργάζονται σε ομάδες με βάση φύλλο εργασίας και εξετάζουν δείγματα νερού από διάφορα σημεία της λίμνης Α, προκειμένου να προσδιορίσουν:</p> <p>α) το pH του δείγματος και εάν αυτό βρεθεί εκτός δεδομένων ορίων να προσδιορίσουν σε ποιο οξύ οφείλεται, π.χ. το HCl, το HI ή το H₂SO₄.</p> <p>β) την παρουσία μεταλλικού ιόντος στο δείγμα, όπως Ag⁺, Cu²⁺, Ba²⁺, Fe²⁺ και Fe³⁺.</p> <p>Τέλος, συζητούν αν επαρκούν τα ποιοτικά δεδομένα προκειμένου να αποφανθούν για το επίπεδο ρύπανσης της λίμνης και να υποβάλουν τις προτάσεις τους για την επίλυση του προβλήματος.</p>
5.3.2. Οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης.	<ul style="list-style-type: none"> • συμπληρώνουν χημικές εξισώσεις εξουδετέρωσης στη «μοριακή» και στην ιοντική τους μορφή. • εκτιμούν αν έχει πραγματοποιηθεί πλήρης εξουδετέρωση, κατά την προσθήκη ισχυρού οξέος σε διάλυμα ισχυρής βάσης, με τη χρήση κατάλληλου μέσου. 	<p>Εργαστηριακή επίδειξη:</p> <p>Παρουσιάζεται η προσθήκη τριών ή τεσσάρων διαφορετικών ποσοτήτων ενός διαλύματος HCl σε ένα διάλυμα NaOH ή αντίστροφα και μελετάται πώς μεταβάλλεται το pH. Ακολουθεί συζήτηση για την έννοια της περίσσειας αντιδραστήριου.</p> <p>Εναλλακτικά:</p> <p>Παρουσιάζεται το ίδιο πείραμα με αξιοποίηση κατάλληλου ψηφιακού υλικού.</p>	
5.4. Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.	<ul style="list-style-type: none"> • διακρίνουν τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις από τις μεταθετικές, με κριτήριο τη μεταβολή του ΑΟ ενός στοιχείου. • ορίζουν: <ol style="list-style-type: none"> α) την οξείδωση ως την αύξηση του ΑΟ ενός στοιχείου, β) την αναγωγή ως τη μείωση του ΑΟ ενός στοιχείου. 	<p>Πείραμα επίδειξης:</p> <p>Ο/Η εκπαιδευτικός επιδεικνύει μια σειρά από χαρακτηριστικές οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις, όπως:</p> <ul style="list-style-type: none"> - καύση σύρματος Mg - προσθήκη σύρματος Mg ή ελάσματος Zn ή ρινισμάτων Fe σε διάλυμα HCl - προσθήκη ελάσματος Cu σε διάλυμα HCl - προσθήκη σιδερένιας βίδας σε διάλυμα CuSO₄ - προσθήκη αλουμινόχαρτου σε διάλυμα CuSO₄ - προσθήκη ελάσματος Cu σε διάλυμα AgNO₃ 	

		<ul style="list-style-type: none"> • διακρίνουν σε μια οξειδοαναγωγική αντίδραση απλής αντικατάστασης την ουσία που υφίσταται την οξείδωση από την ουσία που υφίσταται την αναγωγή. • συμπληρώνουν απλές χημικές εξισώσεις οξειδοαναγωγής στη μοριακή τους μορφή: <ul style="list-style-type: none"> α) σύνθεσης, αποσύνθεσης και διάσπασης, β) απλής αντικατάστασης όταν δίνονται οι σχετικές σειρές δραστικότητας. • σχεδιάζουν και πραγματοποιούν πειράματα, προκειμένου να επαληθεύσουν τη σειρά δραστικότητας συγκεκριμένων μετάλλων μεταξύ τους ή σε σχέση με το υδρογόνο, αξιοποιώντας οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις απλής αντικατάστασης. • συνδέουν τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις με καθημερινές εφαρμογές, όπως οι μπαταρίες. 	<p>Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους. Για τη σχετική συζήτηση που θα ακολουθήσει μπορεί να γίνει χρήση κατάλληλου ψηφιακού υλικού.</p> <p><u>Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος:</u> ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πώς διαπιστώνετε εργαστηριακά η σειρά δραστικότητας των μετάλλων Mg, Zn, Fe, Cu;</p> <p>Οι μαθητές/-τριες εργάζονται σε ομάδες με βάση φύλλο εργασίας για να διατάξουν τα παραπάνω μέταλλα κατά φθίνουσα δραστικότητα.</p> <p><u>Συζήτηση στην ολομέλεια:</u> Παρουσιάζεται συνοπτικά το εύρος των εφαρμογών των μπαταριών, καθώς και η αλματώδης ανάπτυξη της παραγωγής τους στις σύγχρονες κοινωνίες.</p>
<p>Μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον.</p>	<p>5.5. Χημικές αντιδράσεις και καθημερινή ζωή.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν διάφορα φαινόμενα καθημερινής ζωής, με τις γνώσεις που απέκτησαν για τις χημικές αντιδράσεις, όπως: <ul style="list-style-type: none"> α) φωτοσύνθεση και αναπνοή, β) η Χημεία της ζαχαροπλαστικής, γ) ο αερόσακος, δ) το τρίγωνο της φωτιάς, ε) οι μπαταρίες, στ) οι κυψέλες καυσίμου. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες με τη βοήθεια κατάλληλου ψηφιακού υλικού συζητούν για διάφορα φαινόμενα καθημερινής ζωής που συνδέονται με χημικές αντιδράσεις.</p> <p><u>Εναλλακτικά:</u> <u>Εργασία με τη μέθοδο project:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες μελετούν από ένα φαινόμενο καθημερινής ζωής που συνδέεται με τις χημικές αντιδράσεις. Συνθέτουν μια συνοπτική δημιουργική εργασία και την παρουσιάζουν στην ολομέλεια.</p>

6. Στοιχειομετρία			
Από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο, στο άτομο και στη δομή του.	Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:		
	<ul style="list-style-type: none"> • συνδέουν τις μακροσκοπικές με τις υπομικροσκοπικές ποσότητες της ύλης, μέσω της έννοιας του mole. • εκτελούν απλούς στοιχειομετρικούς υπολογισμούς. • πραγματοποιούν εργαστηριακά διαδικασίες παρασκευής, αραίωσης και ανάμειξης διαλυμάτων αξιοποιώντας την έννοια της συγκέντρωσης. 		
6.1. Η έννοια του mole.	<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα της εισαγωγής της έννοιας του mole. • διατυπώνουν τον ορισμό του mole και τον συσχετίζουν με τον αριθμό του Avogadro N_A και με την ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας (u). • διατυπώνουν τον ορισμό της μοριακής μάζας (M). • μετατρέπουν τα mol μιας ουσίας σε μάζα ή/και αριθμό μορίων/σωματιδίων/ιόντων και αντίστροφα. 	<p>1^η Δραστηριότητα: Μέσω διαδραστικών εφαρμογών οι μαθητές/-τριες συσχετίζουν τα μεγέθη mol, μάζας, αριθμού μορίων, αριθμού ατόμων και αριθμού ιόντων σε διάφορα χημικά είδη.</p> <p>2^η Δραστηριότητα: Οι μαθητές/-τριες εργάζονται σε μετατροπές μεταξύ u, mol, M, αριθμό μορίων και ατόμων σε διάφορες χημικές ενώσεις.</p>	
Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.	6.2. Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί I.	<ul style="list-style-type: none"> • υπολογίζουν <ol style="list-style-type: none"> i) την ποσότητα που απαιτείται από ένα αντιδρών για να αντιδράσει με συγκεκριμένη ποσότητα άλλου αντιδρώντος, ii) την ποσότητα που απαιτείται από ένα αντιδρών για να παραχθεί συγκεκριμένη ποσότητα προϊόντος και αντίστροφα. 	<p>Δραστηριότητα: Οι μαθητές/-τριες εργάζονται σε ασκήσεις με στοιχειομετρικούς υπολογισμούς.</p> <p>Εναλλακτικά: Οι μαθητές/-τριες εργάζονται με κατάλληλο ψηφιακό υλικό για να πραγματοποιήσουν στοιχειομετρικούς υπολογισμούς.</p>
	6.3. Συγκέντρωση διαλύματος. 6.3.1. Η συγκέντρωση διαλύματος c (σε mol/L).	<ul style="list-style-type: none"> • διατυπώνουν τον ορισμό της συγκέντρωσης διαλύματος c (σε mol/L). • διατυπώνουν τον ορισμό της συγκέντρωσης σε ppm και ppb. 	<p>Καταιγισμός ιδεών: Οι μαθητές/-τριες αναφέρουν τις εκφράσεις συγκέντρωσης (περιεκτικότητας) που αναγράφονται στις ετικέτες χυμών και αναψυκτικών από το σουπερμάρκετ, καθώς και ετικέτες διαλυμάτων στο χημικό εργαστήριο. Οι ενδείξεις καταγράφονται στον πίνακα και ομαδοποιούνται. Ακολουθεί συζήτηση ώστε να αναδειχθούν οι πιο</p>

	<p>6.3.2. Αραίωση, συμπύκνωση, προσθήκη διαλυμένης ουσίας και ανάμειξη διαλυμάτων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • υπολογίζουν τη συγκέντρωση διαλύματος από κατάλληλα δεδομένα και αντίστροφα. • μετατρέπουν τη συγκέντρωση (c) ενός διαλύματος σε συγκέντρωση % μάζα προς όγκο (περιεκτικότητα % μάζα προς όγκο) και αντίστροφα. • υπολογίζουν τη συγκέντρωση διαλύματος μετά από αραίωση, συμπύκνωση, προσθήκη διαλυμένης ουσίας ή μετά από ανάμειξη διαλυμάτων της ίδιας ουσίας και αντίστροφα. • παρασκευάζουν με ακρίβεια διάλυμα συγκεκριμένης συγκέντρωσης. • πραγματοποιούν κατάλληλη αραίωση σε δεδομένο διάλυμα. 	<p>συνηθισμένες μορφές έκφρασης συγκέντρωσης που συναντούν στην καθημερινότητά τους.</p> <p>Εργαστηριακή άσκηση: Οι μαθητές/-τριες εργάζονται σε ομάδες για την: α) παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης (c), β) αραίωση και ανάμειξη διαλυμάτων. Να δοθεί έμφαση στην ακρίβεια που έχουν τα διάφορα χρησιμοποιούμενα σκεύη (ποτήρι ζέσεως, ογκομετρικός κύλινδρος, σιφώνια πλήρωσης-μέτρησης και ογκομετρική φιάλη).</p> <p>Εναλλακτικά: Εικονικό εργαστήριο: Αναπαράσταση ενός εργαστηριακού πάγκου και γνωριμία του/της μαθητή/-τριας με τα απαραίτητα όργανα και ουσίες του εργαστηρίου. Χρήση των οργάνων αυτών με τη σωστή σειρά για τη δημιουργία διαλυμάτων διαφόρων συγκεντρώσεων κατάλληλων αραιώσεων ή αναμειξεων αυτών. Στην ολομέλεια της τάξης ακολουθεί συζήτηση επί των διαδικασιών προσέγγισης του θέματος.</p>
--	---	---	---

Πίνακας 14: Ενδεικτική κατανομή ωρών για το Πρόγραμμα Σπουδών της Α' τάξης Γενικού Λυκείου (στις αναγραφόμενες ώρες περιλαμβάνεται πρόβλεψη για διαγωνίσματα, επαναλήψεις κτλ.).

Ενδεικτική κατανομή ωρών ανά Θεματική Ενότητα				
Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή – Η Χημεία στην καθημερινή ζωή και την κοινωνία.	1.1.	Η επιστημονική αξία της Χημείας και οι εφαρμογές της.	1	4
	1.2.1.	Μαθαίνω να εργάζομαι, με ασφάλεια, στον χώρο του εργαστηρίου.	1	
	1.2.2.	Η επιστημονική μεθοδολογία στη Χημεία.	2	
Κεφάλαιο 2 ^ο : Η δομή του ατόμου – Ο Περιοδικός Πίνακας.	2.1.1.	Από τον Thomson στον Bohr.	1	8
	2.1.2.	Ατομικός και μαζικός αριθμός – Ισότοπα – Σχετική ατομική και μοριακή μάζα	2	
	2.1.3.	Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων.	2	
	2.2.	Ο Περιοδικός Πίνακας.	1	
	2.2.1.	Η ταξινόμηση των στοιχείων.	2	
	2.2.2.	Ομάδες και περίοδοι του Περιοδικού Πίνακα.		
Κεφάλαιο 3 ^ο : Ο χημικός δεσμός.	3.1.1.	Εισαγωγή στον χημικό δεσμό.	1	12
	3.1.2.	Ο ιοντικός δεσμός.	2	
	3.1.3.	Ο ομοιοπολικός δεσμός.	3	
	3.1.4.	Ο μεταλλικός δεσμός.	1	
	3.2.1.	Η διπολική ροπή.	1	
	3.2.2.	Τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων.	3	
	3.2.3.	Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών.	1	
Κεφάλαιο 4 ^ο : Η γλώσσα της Ανόργανης Χημείας.	4.1.	Τα μονοατομικά και πολυατομικά ιόντα.	2	6
	4.2.	Ο Αριθμός Οξειδωσης.		
	4.3.	Ο συμβολισμός και η γραφή των ανοργάνων ενώσεων.	2	
	4.4.	Η ονοματολογία των ανοργάνων ενώσεων.	2	
Κεφάλαιο 5 ^ο : Εισαγωγή στις χημικές αντιδράσεις.	5.1.	Η αναπαράσταση των χημικών φαινομένων: Οι χημικές εξισώσεις.	2	14
	5.2.	Ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων.	2	
	5.3.1.	Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων.	4	
	5.3.2.	Οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης.	1	
	5.4.	Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.	3	
	5.5.	Χημικές αντιδράσεις και καθημερινή ζωή.	2	
Κεφάλαιο 6 ^ο : Η στοιχειομετρία.	6.1.	Η έννοια του mole.	2	8
	6.2.	Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί I.	3	

	6.3.1	Η συγκέντρωση διαλύματος c (σε mol/L).	1
		Αραίωση, συμπύκνωση, προσθήκη διαλυμένης ουσίας και ανάμειξη διαλυμάτων.	2
Σύνολο Ωρών			52

Πίνακας 15: Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό ανά ενότητα της Α' τάξης Γενικού Λυκείου

Χημεία Α' τάξης Γενικού Λυκείου	
1 ^η Θεματική Ενότητα: Η Χημεία στην καθημερινή ζωή και την κοινωνία	
Θεματικές Υποενότητες	Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό
<p>1.1. Η επιστημονική αξία της Χημείας και οι εφαρμογές της.</p>	<p>(α) Μια μέρα χωρίς Χημεία: https://www.youtube.com/watch?v=FqN7YAwwdC8&t=8s</p> <p>(β) Θέματα Ιστορίας της Χημείας: http://molwave.chem.auth.gr/chemhistory/name_of_elements.html</p> <p>(γ) Κατάλογος βραβευθέντων με Νόμπελ Χημείας: https://el.wikipedia.org/wiki/Κατάλογος_βραβευθέντων_με_Νόμπελ_Χημείας</p>
<p>1.2. Η μεθοδολογία της Χημείας.</p> <p>1.2.1. Μαθαίνω να εργάζομαι με ασφάλεια στον χώρο του εργαστηρίου.</p> <p>1.2.2. Η επιστημονική μεθοδολογία στη Χημεία.</p>	<p>(α) Ασφάλεια στα εργαστήρια: https://www.napofilm.net/el/learning-with-napo/napo-for-teachers http://archeia.moec.gov.cy/sm/684/organwsi_ergastiriou_chimeias_23_5_2019.pdf</p> <p>(β) Υγεία και ασφάλεια: https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/EL/Safety/SymbolsOfHazard_EL.htm</p>
2 ^η Θεματική Ενότητα: Η δομή του ατόμου - Ο Περιοδικός Πίνακας	
Θεματικές Υποενότητες	Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό
<p>2.1. Η δομή του ατόμου.</p> <p>2.1.1. Από τον Thomson στον Bohr.</p>	<p>(α) Σωλήνας Crookes: https://lab.concord.org/embeddable.html#interactives/interactions/crookesElectrode.s.json.</p> <p>(β) Πείραμα Rutherford: https://phet.colorado.edu/sims/html/rutherford-scattering/latest/rutherford-scattering_en.html.</p> <p>(γ) Σημαντικοί επιστήμονες που ερεύνησαν τη δομή του ατόμου: http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/2585?locale=el</p>

	(δ) Ατομικό πρότυπο Bohr: https://www.youtube.com/watch?v=PLpZfJ4rGts&t=41s
2.1.2. Ατομικός και μαζικός αριθμός – Ισότοπα - Σχετική ατομική και μοριακή μάζα.	(α) Ορισμός σχετικής ατομικής και μοριακής μάζας: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-7884 (β) Συμπλήρωση ατομικού και μαζικού αριθμού: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-1361 (γ) Προσομοίωση ισότοπα και ατομική μάζα: https://phet.colorado.edu/el/simulation/isotopes-and-atomic-mass
2.1.3. Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων.	(α) Η ατομική δομή: https://lab.concord.org/embeddable.html#interactives/interactions/atom-builder-with-table.json (β) Ατομικό μοντέλο: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-1677 (γ) Προσομοίωση «Κατασκεύασε» ένα άτομο: https://phet.colorado.edu/el/simulation/build-an-atom
2.2. Ο Περιοδικός Πίνακας.	(α) Το site Periodic Videos του Πανεπιστημίου του Nottingham: http://www.periodicvideos.com/ (β) Ο Περιοδικός Πίνακας των στοιχείων: https://ptable.com/?lang=el#%CE%99%CE%B4%CE%B9%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B5%CF%82 (γ) Τοποθέτηση στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/2610?locale=el (δ) Ταίριαξε τα στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1510
2.2.1. Η ταξινόμηση των στοιχείων.	(α) Τοποθέτηση στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα - Όνομα, σύμβολο, ατομικός αριθμός, ηλεκτρόνια: http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/2610 (β) Photodentro: Εξάσκηση στις περιόδους του Περιοδικού πίνακα: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/2611 (γ) Μελέτη του Περιοδικού Πίνακα και των ιδιοτήτων διαφόρων στοιχείων: https://ptable.com/?lang=el (δ) Φυσικές ιδιότητες αλκαλίων: https://youtu.be/UNApdoDY5gl?t=7 (ε) Αλκάλια - Ιδιότητες και αντιδράσεις (κουίζ): http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1551
2.2.2. Ομάδες και περίοδοι του Περιοδικού Πίνακα.	(στ) Αντίδραση νατρίου και καλίου με το νερό - παρουσία δείκτη: https://www.youtube.com/watch?v=p0IQ4d7T5js&feature=emb_logo https://www.youtube.com/watch?v=ufdUria2rUI
3^η Θεματική Ενότητα: Ο Χημικός Δεσμός	

Θεματικές Υποενότητες	Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό
<p>3.1. Ο χημικός δεσμός.</p> <p>3.1.1. Εισαγωγή στον χημικό δεσμό.</p>	Γενικά για τον χημικό δεσμό: https://www.youtube.com/watch?v=hiKBkge3b2U
<p>3.1.2. Ο ιοντικός δεσμός.</p>	(α) Ετεροπολικός δεσμός: http://ekfe-omonoias.att.sch.gr/ekfe_omonoias/efarmoges/ETEROPOLIKO/ (β) Διάλυση NaCl στο νερό - Ηλεκτρόλυση τήγματος http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/10791 (γ) Σύνθεση NaCl: https://youtu.be/d2geiGKFveE
<p>3.1.3. Ο ομοιοπολικός δεσμός.</p>	Ομοιοπολικός δεσμός: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=0kfcigx-AUc&feature=emb_logo
<p>3.1.4. Ο μεταλλικός δεσμός.</p>	(α) Τι είναι ο μεταλλικός δεσμός; https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=S08qdOTd0w0 (β) Ηλεκτρική αγωγιμότητα μετάλλων: https://www.youtube.com/watch?v=xe5QpZAGhvs (γ) Θερμική αγωγιμότητα μετάλλων: https://www.youtube.com/watch?v=3RTEckVUQhg&a
<p>3.2. Οι διαμοριακές δυνάμεις.</p> <p>3.2.1. Η διπολική ροπή.</p>	https://phet.colorado.edu/en/simulation/molecule-polarity .
<p>3.2.2. Τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων.</p>	(α) Συμπλήρωση εννοιολογικού χάρτη για τις διαμοριακές δυνάμεις: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-8104 (β) Δεσμός υδρογόνου: https://www.youtube.com/watch?v=Pa5YNP1wsbE .
<p>3.2.3. Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών.</p>	(α) Διαμοριακές αλληλεπιδράσεις: http://lab.concord.org/embeddable.html#interactives/sam/intermolecular-attractions/3-2-boiling-point-and-solubility.json . (β) Διαγράμματα μεταβολής σημείων βρασμού, σημείων τήξεως, διαλυτότητας κτλ.: http://chemdata.r.umn.edu/chemedXdata/ (γ) Αναπαράσταση στερεού: https://learn.concord.org/resources/1719/a-particle-view-of-a-solid . (δ) Αναπαράσταση υγρού: https://learn.concord.org/resources/1720/a-particle-view-of-a-liquid .

	<p>(ε) Αναπαράσταση αερίου: https://learn.concord.org/resources/1721/a-particle-view-of-a-gas.</p> <p>(στ) Αναπαράσταση ελκτικών δυνάμεων: https://learn.concord.org/resources/1723/attractive-forces-in-states-of-matter.</p> <p>(ζ) Σημείο βρασμού πολικών και μη πολικών μορίων: https://lab.concord.org/embeddable.html#interactives/interactions/boiling-point-polar-nonpolar.json.</p> <p>(η) Παίζοντας με τη φλούδα του πορτοκαλιού και του λεμονιού http://ekfe-omonoias-new.att.sch.gr/images/SYNANTHSEIS/GYMNASIO%2019_11_2019/lemonenio.pdf</p> <p>(θ) Ζωγραφίζοντας στο γάλα: http://ekfe-omonoias-new.att.sch.gr/index.php/zografizontas-sto-gala</p> <p>(ι) Διάλυση πολυστυρολίου (αφρολέξ) σε προπάννη: https://youtu.be/pTBR_hMeBC0</p> <p>(ια) Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών: https://www.youtube.com/watch?v=VPjXwnu8bWY.</p> <p>(ιβ) Οι διαμοριακές δυνάμεις και ο κανόνας «όμοια διαλύουν όμοια»: https://www.youtube.com/watch?v=mpGt4cFMfqE.</p>
<p>4^η Θεματική Ενότητα: Η γλώσσα της Ανόργανης Χημείας</p>	
Θεματικές Υποενότητες	Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό
<p>4.1. Τα μονοατομικά και πολυατομικά ιόντα.</p>	<p>Ανιχνεύοντας τα ιόντα: https://www.youtube.com/watch?v=8ld85NZP2zo</p>
<p>4.2. Ο Αριθμός Οξειδωσης.</p>	<p>Κανόνες αριθμού οξειδωσης: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8120</p>
<p>4.3. Ο συμβολισμός και η γραφή των ανοργάνων ενώσεων.</p>	<p>Matter and Energy - Chemical Formulas Texas Gateway: https://www.texasgateway.org/resource/matter-and-energy-chemical-formulas</p>
<p>4.4. Η ονοματολογία των ανοργάνων ενώσεων.</p>	<p>Με μια ματιά τα οξέα, οι βάσεις και τα άλατα: http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/2397</p> <p>Ονοματολογία ανόργανων χημικών ενώσεων: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/2608</p>
<p>5^η Θεματική Ενότητα: Εισαγωγή στις Χημικές Αντιδράσεις</p>	
Θεματικές Υποενότητες	Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό

<p>5.1. Η αναπαράσταση των χημικών φαινομένων: Οι χημικές εξισώσεις.</p>	<p>Εξισορροπώντας χημικές εξισώσεις: https://phet.colorado.edu/el/simulation/balancing-chemical-equations</p>
<p>5.2. Ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων.</p>	<p>(α) Οξέα και βάσεις: https://phet.colorado.edu/sims/html/acid-base-solutions/latest/acid-base-solutions_en.html. (β) Η κλίμακα του pH: https://phet.colorado.edu/en/simulation/ph-scale. (γ) Μέτρηση pH διαλυμάτων οξέων, βάσεων και αλάτων: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-10473 (δ) Προσδιορισμός του pH διαφόρων βασικών διαλυμάτων καθημερινής χρήσης: https://youtu.be/2Wzs-N5h200 (ε) Ιοντικά και μοριακά διαλύματα: https://www.youtube.com/watch?v=kKLCFUL3ksg</p>
<p>5.3. Οι μεταθετικές αντιδράσεις.</p> <p>5.3.1. Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων.</p>	<p>(α) Περίπτωση αντίδρασης διπλής αντικατάστασης: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-10475 (β) Προσομοίωση μεταθετικές αντιδράσεις: https://javalab.org/en/precipitation_reaction_en/ (γ) Καταβύθιση ιζημάτων: http://youtu.be/Uy685jcgWMQ (δ) Αντίδραση $Pb(NO_3)_2$ και KI: https://www.youtube.com/watch?v=qXOZUPIM3s (ε) Προσομοίωση μεταθετικές αντιδράσεις: https://go-lab.gw.utwente.nl/production/bond/build/bond.html?preview=</p>
<p>5.3.2. Οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης.</p>	<p>(α) Παρασκευή ουδέτερου διαλύματος: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-educationalvideo-8522-802 (β) Μια εξουδετέρωση που παράγει σύννεφο (σύνθεση NH_4Cl): https://www.youtube.com/watch?v=TAEOpQ3-GHU (γ) Μία πρωτότυπη εξουδετέρωση: https://www.youtube.com/watch?v=IQ6e6K1IPY</p>
<p>5.4. Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.</p>	<p>(α) Επίδραση οξέος σε μέταλλα: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-10505 (β) Επίδραση διαλυμάτων οξέων σε μέταλλα: http://youtu.be/nIPAsFLREOg http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/10505 (γ) Σειρά δραστηριότητας μετάλλων: https://www.youtube.com/watch?v=2ELXrfpy9Qo (δ) Χρυσός, ο «βασιλιάς» των μετάλλων: https://www.youtube.com/watch?v=LyubRy2QkrA (ε) Εκρηκτική «κονσέρβα»: https://www.youtube.com/watch?v=2qab3LEagWg (στ) Μπαλόνι υδρογόνου: https://www.youtube.com/watch?v=6H6jObgYbJQ (ζ) Προσομοίωση απλή αντικατάσταση: https://www.youtube.com/watch?v=JRTuMViLEuw</p>
<p>5.5. Χημικές αντιδράσεις και καθημερινή ζωή.</p>	<p>(α) Φωτοσύνθεση και αναπνοή: https://www.youtube.com/watch?v=ZzdIcIv0FH0 (β) Η Χημεία της ζαχαροπλαστικής: http://www.food-info.net/uk/colour/caramel.htm</p>

	<p>https://www.youtube.com/watch?v=VY8q0hN6KwA&list=RDCMUceYmwVIKjh29F5WBdhbEZiQ</p> <p>(γ) Αερόσακοι: https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=youtu+ube+How+Do+Airbags+Work%3F#kprvalbx=IITtYLK8AbuG9u8P39mdmAw17</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=xxShJadLNIY</p> <p>(δ) Το τρίγωνο της φωτιάς: https://www.youtube.com/watch?v=URlyms6XGGk</p> <p>(ε) Μπαταρίες: https://www.in.gr/2019/10/09/b-science/nompel-ximeias-2019-se-treis-epistimones-gia-tis-mpataries-lithiou/ https://www.youtube.com/watch?v=VXy-loRykWk https://www.youtube.com/watch?v=jgfceqwqUec https://www.energy.gov/eere/articles/how-does-lithium-ion-battery-work</p> <p>(στ) Κυψέλες καυσίμου: https://www.youtube.com/watch?v=a4pXAmIjdUA https://www.youtube.com/watch?v=bXHwnKMchkk</p>
6^η Θεματική Ενότητα: Στοιχειομετρία	
Θεματικές Υποενότητες	Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό
6.1. Η έννοια του mole.	Υπολογισμοί mol: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/3111?locale=el
6.2. Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί I.	Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί: https://youtu.be/SYhpDiFa37k
6.3. Συγκέντρωση διαλύματος c (σε mol/L).	(α) Περιεκτικότητα διαλυμάτων στα εκατό βάρος προς όγκο (% w/v) και υπολογισμός συγκέντρωσης: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-10495
6.3.1. Η συγκέντρωση διαλύματος c (σε mol/L).	(β) Περιεκτικότητα διαλυμάτων στα εκατό βάρος προς βάρος (% w/w) και υπολογισμός συγκέντρωσης: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-10497 (γ) Περιεκτικότητα διαλυμάτων στα εκατό όγκο προς όγκο (% v/v) και υπολογισμός συγκέντρωσης: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-10792

<p>6.3.2. Αραίωση, συμπίκνωση, προσθήκη διαλυμένης ουσίας και ανάμειξη διαλυμάτων.</p>	<p>(α) Αραίωση διαλύματος και ανάμειξη διαλυμάτων: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-10496</p> <p>(β) Εικονικό εργαστήριο: http://chemcollective.org/vlab/98</p> <p>(γ) Molarity: https://phet.colorado.edu/en/simulation/molarity</p> <p>(δ) Παρασκευή και αραίωση διαλύματος: https://www.youtube.com/watch?v=C-ffL9NFGkg</p>
---	--

2.2.2. Παρατηρήσεις, επισημάνσεις και προεκτάσεις για το πρόγραμμα Σπουδών της Α΄ Λυκείου

Για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή του Προγράμματος Σπουδών της Α΄ Γενικού Λυκείου θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη οι ακόλουθες παρατηρήσεις-επισημάνσεις:

- (α) Στο 2^ο κεφάλαιο, η μορφή του Περιοδικού Πίνακα οφείλει να είναι αυτή που παρουσιάζεται στην ιστοσελίδα της IUPAC (<https://iupac.org/>).
- (β) Στην ενότητα 3.1:
- (i) η πόλωση των δεσμών μπορεί να αναπαρασταθεί και με διαγράμματα ηλεκτροστατικού δυναμικού (Electrostatic potential maps).
 - (ii) το ΠΣ δεν επιδιώκει οι μαθητές/-τριες να κατηγοριοποιούν τους χημικούς δεσμούς (μη πολικός ομοιοπολικός, πολικός ομοιοπολικός και ιοντικός) με κριτήριο τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας των εμπλεκόμενων στοιχείων.
- (γ) Στην ενότητα 3.2:
- (i) θα πρέπει να συζητηθούν μόνο οι σχετικοί ορισμοί και παραδείγματά τους, χωρίς να δοθεί βάρος σε επιπλέον εφαρμογές (ενότητα 3.2.2).
 - (ii) θα πρέπει το διδακτικό βάρος να δοθεί στην παρουσίαση των παραδειγμάτων, όχι στην επίλυση ασκήσεων (ενότητα 3.2.3).
- (δ) Στην ενότητα 5.2 προτείνεται από τους ασθενείς ηλεκτρολύτες να διδαχθεί μόνο η περίπτωση του οξικού οξέος και της αμμωνίας, υπό το πρίσμα του μερικού ιοντισμού, χωρίς αναφορά σε αποκατάσταση δυναμικής ισορροπίας.
- (ε) Στη «Διερεύνηση και διατύπωση προτάσεων επίλυσης προβλήματος» της ενότητας 5.3.1. προτείνεται να τεθεί από τους/τις εκπαιδευτικούς μόνο ένα μεταλλικό ιόν σε κάθε δείγμα που θα δίνεται προς διερεύνηση στους/στις μαθητές/-τριες.
- (στ) Στην ενότητα 5.4:
- (i) στο πείραμα επίδειξης με την προσθήκη αλουμινοχάρτου σε διάλυμα CuSO_4 , η οξειδωση παρατηρείται ταχύτερα με την προσθήκη μερικών σταγόνων κορεσμένου διαλύματος NaCl .
 - (ii) στα πλαίσια της υπομικροσκοπικής περιγραφής της οξειδοαναγωγής στην περίπτωση μεταλλικού ελάσματος που εμβαπτίζεται σε διάλυμα ηλεκτρολύτη, προτείνεται να συζητηθεί η οξειδοαναγωγή και με όρους μεταφοράς ηλεκτρονίων.
- (ζ) Στην ενότητα 5.5 προτείνεται να δοθεί έμφαση στη δημιουργία πρωτότυπων εργασιών. Στα πλαίσια αυτών προτείνεται να συζητηθεί η έννοια της λογοκλοπής. Προτεινόμενα θέματα εργασιών:
- (i) Χημεία και καθημερινά υλικά.
 - (ii) Χημεία και παραγωγή τροφίμων.
 - (iii) Χημεία και φάρμακα.

- (iv) Χημεία και εκρηκτικά.
 - (v) Ατμοσφαιρική ρύπανση.
 - (vi) Λέπτυνση της στιβάδας του όζοντος.
 - (vii) Ρύπανση από βαρέα μέταλλα.
 - (viii) Χημεία και όξινη βροχή.
 - (ix) Χημεία και νέα υλικά.
 - (x) Ανακύκλωση υλικών.
 - (xi) Πράσινη χημεία και αειφορία.
 - (xii) Χημεία και οικονομική ανάπτυξη.
- (η) Στην ενότητα 6.2 δεν πρέπει να υπάρξει επέκταση στα εξής:
- (i) στοιχειομετρικοί υπολογισμοί με περίσσεια αντιδραστήριου,
 - (ii) στοιχειομετρικοί υπολογισμοί σχετικά με την καθαρότητα δείγματος αντιδρώντος,
 - (iii) στοιχειομετρικοί υπολογισμοί σε διαδοχικές αντιδράσεις.
- (θ) Στην ενότητα 6.3 προτείνεται να συζητηθεί ότι οι εκφράσεις της περιεκτικότητας διαλυμάτων αποτελούν μορφές συγκέντρωσης.

2.2.3. Αναλυτική απεικόνιση του Προγράμματος Σπουδών της Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου

Στον Πίνακα 16, κατωτέρω, δίνεται το πλήρες ΠΣ, ενώ στους Πίνακες 17 και 18 δίνονται σχετικά προσαρτήματα ενδεικτικών διδακτικών ωρών και ενδεικτικό ψηφιακό υλικό, αντίστοιχα.

Πίνακας 16: Το Πρόγραμμα Σπουδών της Β΄ Λυκείου. Με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται τα μαθησιακά αποτελέσματα που σχετίζονται με εργαστηριακή διερεύνηση / άσκηση και με μοβ οι προτεινόμενες δραστηριότητες.

Χημεία Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου			
Θεματικό Πεδίο	Θεματικές ενότητες και υποενότητες	Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα <i>Οι μαθητές/-τριες είναι σε θέση να:</i>	Ενδεικτικές δραστηριότητες
Οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών σωματιδίων των υλικών.	1^η Θεματική Ενότητα: Στοιχειομετρικοί Υπολογισμοί		
	Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:		
	<ul style="list-style-type: none"> • αξιοποιούν δεδομένα όγκου αερίων αντιδρώντων ή προϊόντων σε στοιχειομετρικούς υπολογισμούς. 		
	<p>1.1. Η καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων.</p> <p>1.1.1. Το ιδανικό αέριο και οι νόμοι που το διέπουν.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • αναφέρουν τις παραδοχές της κινητικής θεωρίας για τα ιδανικά αέρια. • διερευνούν τις σχέσεις μεταξύ της πίεσης, του όγκου, της θερμοκρασίας και της ποσότητας ενός ιδανικού αερίου. • διατυπώνουν την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν κατάλληλο ψηφιακό υλικό που αναδεικνύει τη διαφορετική συμπεριφορά μεταξύ των ιδανικών αερίων και των πραγματικών αερίων.</p> <p><u>Προσομοίωση-διερευνητική δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες με τη βοήθεια διαδραστικής προσομοίωσης και κατάλληλου φύλλου εργασίας διερευνούν τη σχέση μεταξύ πίεσης, όγκου, θερμοκρασίας και αριθμού μορίων στα ιδανικά αέρια, και διατυπώνουν την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων.</p>
<p>1.1.2. Ο μολαρικός όγκος.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ορίζουν τις πρότυπες συνθήκες (STP). • διατυπώνουν τον ορισμό του μολαρικού όγκου (V_m). 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες με τη βοήθεια της καταστατικής εξίσωσης των ιδανικών αερίων προσδιορίζουν τον όγκο που αντιστοιχεί σε 1 mol αερίου σε πρότυπες συνθήκες.</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> • μετατρέπουν mol σε όγκο (για αέρια) και αντίστροφα. • εφαρμόζουν την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων σε υπολογισμούς. 	
Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.	1.2. Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί II.	<ul style="list-style-type: none"> • επιλύουν απλές ασκήσεις στοιχειομετρικών υπολογισμών που περιλαμβάνουν όγκο αερίου αντιδρώντος ή προϊόντος. • επιλύουν απλά προβλήματα στοιχειομετρικών υπολογισμών που περιλαμβάνουν περίσσεια αντιδραστήριου. 	<u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες επιλύουν απλές ασκήσεις και προβλήματα με στοιχειομετρικούς υπολογισμούς. Η επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων γίνεται από τον/τη διδάσκοντα/-ουσα ή/και με χρήση κατάλληλου ψηφιακού υλικού.
Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.	2. Εισαγωγή στην Οργανική Χημεία – Υδρογονάνθρακες		
	Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να: <ul style="list-style-type: none"> • κατηγοριοποιούν οργανικές ενώσεις με βάση τη χαρακτηριστική (λειτουργική) τους ομάδα. • συσχετίζουν τις χημικές ιδιότητες υδρογονανθράκων με τη δομή τους. • συμπληρώνουν χημικές εξισώσεις αντιδράσεων υδρογονανθράκων. 		
	2.1. Εισαγωγή στην Οργανική Χημεία. 2.1.1. Βασικές κατηγορίες οργανικών ενώσεων. 2.1.2. Κορεσμένες – Ακόρεστες ενώσεις.	<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα της απεικόνισης των οργανικών μορίων με αναλυτικούς και συνεπτυγμένους συντακτικούς τύπους, καθώς και με σκελετικές δομές για σύνθετα μόρια. • ταξινομούν οργανικές ενώσεις με βάση τη χαρακτηριστική (λειτουργική) τους ομάδα στις ακόλουθες κατηγορίες οργανικών ενώσεων: <ul style="list-style-type: none"> α) υδρογονάνθρακες, β) αρωματικοί υδρογονάνθρακες, γ) αλκυλαλογονίδια, 	<u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν ψηφιακό υλικό με το οποίο παρουσιάζονται γνωστές οργανικές ενώσεις που χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητα, και οι οποίες συνοδεύονται από τους συντακτικούς τους τύπους. Στη συνέχεια σε ομάδες και με βάση φύλλο εργασίας, κατονομάζουν τις χαρακτηριστικές ομάδες των ενώσεων που συνάντησαν και συμπληρώνουν κατάλληλο εννοιολογικό χάρτη ταξινόμησης οργανικών ενώσεων.

	<p>δ) αλκοόλες και φαινόλες, ε) αιθέρες, στ) αλδεΐδες και κετόνες, ζ) οργανικά οξέα και εστέρες, η) νιτρίλια, θ) υδροξυοξέα, ι) αμινοξέα.</p> <ul style="list-style-type: none"> • διακρίνουν τις οργανικές ενώσεις σε κορεσμένες και ακόρεστες. 	
<p>2.2. Κορεσμένοι υδρογονάνθρακες - Αλκάνια.</p> <p>2.2.1. Πρόελευση – Φυσικές ιδιότητες.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • παραθέτουν παραδείγματα χρήσης αλκανίων στην καθημερινή ζωή. • κατασκευάζουν τα μοριακά μοντέλα του μεθανίου και του αιθανίου. • περιγράφουν τη γεωμετρία του μεθανίου. • αναφέρουν ορισμένες φυσικές ιδιότητες των άκυκλων αλκανίων. • συσχετίζουν το μήκος της ανθρακικής αλυσίδας των αλκανίων ανοικτής αλυσίδας (άκυκλων αλκανίων) με το σημείο βρασμού τους. 	<p><u>Καταιγισμός ιδεών:</u> Οι μαθητές/-τριες απαντούν στο ερώτημα: «Τι γνωρίζετε για το φυσικό αέριο, το βουτάνιο τη βενζίνη και το πετρέλαιο;». Οι απαντήσεις καταγράφονται στον πίνακα και κατηγοριοποιούνται κατάλληλα.</p> <p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες κατασκευάζουν τα μόρια του μεθανίου και του αιθανίου με μοριακά μοντέλα και συζητούν για τη γεωμετρία τους.</p> <p><i>Εναλλακτικά:</i> Παρακολουθούν κατάλληλο ψηφιακό υλικό με αναπαραστάσεις της γεωμετρίας του μεθανίου και του αιθανίου.</p>
<p>2.2.2. Ονοματολογία – Ισομέρεια.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • εξάγουν τον γενικό τύπο ενός αλκανίου ανοικτής αλυσίδας. • ονομάζουν κατά IUPAC αλκάνια ανοικτής αλυσίδας με βάση τον συντακτικό τους τύπο και αντίστροφα. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Μελέτη της ισομέρειας αλυσίδας αλκανίων με τη χρήση μοριακών μοντέλων ή κατάλληλου λογισμικού ή πολυμεσικών εφαρμογών τρισδιάστατης μοντελοποίησης όπου ο/η μαθητής/-τρια θα έχει τη δυνατότητα κατασκευής και ελεύθερης περιστροφής των μορίων.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • προσδιορίζουν τα συντακτικά ισομερή που αντιστοιχούν σε δεδομένο μοριακό τύπο άκυκλου αλκανίου (έως 5 άνθρακες). 	
<p>2.2.3. Καύση αλκανίων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διαπιστώνουν πειραματικά ότι κατά την καύση των αλκανίων: <ul style="list-style-type: none"> α) εκλύονται μεγάλα ποσά θερμότητας, β) σχηματίζονται υδρατμοί και CO₂, στην τέλεια καύση, γ) σχηματίζεται, μεταξύ άλλων, αιθάλη στην ατελή καύση. • διατυπώνουν τον ορισμό της καύσης. • διακρίνουν σε επίπεδο χημικών εξισώσεων μια τέλεια από μια ατελή καύση. • συσχετίζουν το CO, ως προϊόν της ατελούς καύσης, με τις βλαπτικές του επιδράσεις στην υγεία και στο περιβάλλον. • συμπληρώνουν τις χημικές εξισώσεις τέλει καύσης των αλκανίων. • εκτελούν απλούς στοιχειομετρικούς υπολογισμούς σε χημικές εξισώσεις τέλει καύσης των αλκανίων. 	<p>Πείραμα επίδειξης: Παρουσίαση της καύσης βουτανίου με ανίχνευση: α) υδρατμών και CO₂ στην τέλεια καύση, β) αιθάλης στην ατελή καύση.</p> <p>Εναλλακτικά: Παρακολούθηση σχετικού βίντεο-πειράματος.</p> <p>1^η Δραστηριότητα: α) Αξιοποίηση των πληροφοριών που περιέχει η κάρτα καυσαερίων για τον υπολογισμό της ποσότητας CO που εκπέμπει ένα όχημα. β) Συζήτηση σχετικά με τις βλαπτικές επιδράσεις του CO στην υγεία και στο περιβάλλον.</p> <p>2η Δραστηριότητα: Με κατάλληλο φύλλο εργασίας οι μαθητές/-τριες σε ομάδες επιλύουν απλές ασκήσεις στοιχειομετρικών υπολογισμών σε τέλει καύσεις αλκανίων.</p>	
<p>2.3. Αλκένια.</p> <p>2.3.1. Προέλευση – Φυσικές ιδιότητες.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • εξάγουν τον γενικό μοριακό τύπο των άκυκλων αλκενίων. • κατασκευάζουν τα μοριακά μοντέλα του αιθενίου και του προπενίου. • περιγράφουν τη γεωμετρία του αιθενίου. 	<p>Δραστηριότητα: Οι μαθητές/-τριες μελετούν με μοριακά μοντέλα τα μόρια του αιθενίου και του προπενίου.</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> • αναφέρουν ορισμένες φυσικές ιδιότητες των άκυκλων αλκενίων. 	
2.3.2. Ονοματολογία – Ισομέρεια.	<ul style="list-style-type: none"> • ονομάζουν κατά IUPAC άκυκλα αλκένια με βάση τον συντακτικό τους τύπο και αντίστροφα. • προσδιορίζουν τα συντακτικά ισομερή που αντιστοιχούν στον μοριακό τύπο C₄H₈. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u></p> <p>Μελέτη της ισομέρειας αλκενίων με τη χρήση λογισμικών ή πολυμεσικών εφαρμογών τρισδιάστατης μοντελοποίησης όπου ο/η μαθητής/-τρια θα έχει τη δυνατότητα κατασκευής και ελεύθερης περιστροφής των μορίων.</p>	
2.3.3. Χημικές ιδιότητες.	<ul style="list-style-type: none"> • συμπληρώνουν τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων προσθήκης H₂, HCl, Br₂ και H₂O στα αλκένια. • προβλέπουν, με βάση τον κανόνα Markovnikov, τα κύρια προϊόντα των αντιδράσεων προσθήκης με HCl και H₂O στα αλκένια. • αναγνωρίζουν ότι μπορούμε να διακρίνουμε τα αλκένια από τα αλκάνια με την επίδραση Br₂/CCl₄. • συμπληρώνουν αντιδράσεις καύσης αλκενίων. • επιλύουν ασκήσεις και προβλήματα στοιχειομετρικών υπολογισμών στις αντιδράσεις των αλκενίων. 	<p><u>1^η Δραστηριότητα:</u></p> <p>Οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν βίντεο με την επίδραση διαλύματος Br₂ σε CCl₄, σε περίσσεια εξηνίου και εξανίου. Στη συνέχεια σε ομάδες, με τη βοήθεια κατάλληλου φύλλου εργασίας συμπληρώνουν τη συγκεκριμένη αντίδραση προσθήκης καθώς και άλλες αντιδράσεις προσθήκης στα αλκένια.</p> <p><u>2^η Δραστηριότητα:</u></p> <p>Με κατάλληλο φύλλο εργασίας οι μαθητές/-τριες σε ομάδες επιλύουν απλές ασκήσεις στοιχειομετρικών υπολογισμών στις αντιδράσεις των αλκενίων.</p>	
2.4. Αρωματικοί υδρογονάνθρακες.	<ul style="list-style-type: none"> • διακρίνουν τη δομή και τους μοριακούς τύπους απλών αρωματικών ενώσεων, όπως του βενζολίου, του τολουολίου και της φαινόλης. • αναγνωρίζουν πεδία εφαρμογής των αρωματικών ενώσεων στην καθημερινή ζωή και σε τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u></p> <p>Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες συζητούν για ενώσεις με αρωματικό δακτύλιο και τις εφαρμογές τους στην καθημερινή ζωή, σε φάρμακα, σε συνθετικά υλικά κ.λπ.</p> <p>Στη συνέχεια, επεξεργάζονται τα σήματα επικινδυνότητας του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Χημικών Προϊόντων (ECHA) για το βενζόλιο, το τολουόλιο και τη φαινόλη και σχολιάζουν τις επιπτώσεις τους στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον.</p>	

3. Ενέργεια και Κλιματική αλλαγή		
Μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον.	Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:	
	<ul style="list-style-type: none"> • αξιολογούν τις κυριότερες πηγές ενέργειας, με κριτήρια την οικονομική τους διάσταση και τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις. • εξηγούν τη χημική διάσταση της κλιματικής αλλαγής. • υποστηρίζουν την ανάγκη λήψης μέτρων για τον περιορισμό του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής. • εκτιμούν τη συμβολή της Χημείας στον περιορισμό του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής. 	
3.1. Το πετρέλαιο.	<ul style="list-style-type: none"> • αναφέρουν τα κύρια προϊόντα της κλασματικής απόσταξης του αργού πετρελαίου και τις χρήσεις τους. • αναφέρουν παραδείγματα πετροχημικών προϊόντων. • αναγνωρίζουν τον ρόλο της πετροχημικής βιομηχανίας στην οικονομική ανάπτυξη και στον σύγχρονο τρόπο ζωής. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Μελέτη της κλασματικής απόσταξης του αργού πετρελαίου με τη χρήση κατάλληλου ψηφιακού υλικού.</p>

<p>Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία.</p>	<p>3.2. Πηγές ενέργειας – Ενέργεια και ενεργειακή πολιτική.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • αξιολογούν τις κυριότερες πηγές ενέργειας, με κριτήρια την οικονομική τους διάσταση και τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις: <ul style="list-style-type: none"> α) πετρέλαιο και παράγωγα, β) ορυκτά καύσιμα, γ) βιοκαύσιμα, δ) αειφόρες πηγές ενέργειας, ε) υδρογόνο, στ) πυρηνική ενέργεια. • διερευνούν τους βασικούς λόγους για τους οποίους η ενέργεια και η πρόσβαση σε πηγές της παίζουν σημαντικό ρόλο στις πολιτικές των σύγχρονων κρατών. 	<p><u>Διερευνητική δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες μελετούν πίνακες με οικονομικά στοιχεία που σχετίζονται με την παραγωγή και τη μεταφορά ενέργειας. Συσχετίζουν τα δεδομένα, παράγουν γραφήματα και εξάγουν συμπεράσματα για τον ρόλο που παίζει η πρόσβαση σε πηγές ενέργειας στην οικονομική ανάπτυξη και την ασφάλεια ενός κράτους. Ενδεικτικά μελετώνται πίνακες με κατά κεφαλήν ΑΕΠ και κατά κεφαλήν κατανάλωση πετρελαίου, δείκτες οικονομικής και βιομηχανικής ανάπτυξης, κύκλος εργασιών μεγάλων χημικών/πετροχημικών/ φαρμακευτικών βιομηχανιών κτλ. Παράλληλα εξετάζονται και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χρήσης διαφόρων πηγών ενέργειας.</p>
<p>Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές</p>			

<p>Μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον.</p>	<p>3.3. Κλιματική αλλαγή.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. • συσχετίζουν συγκεκριμένες ανθρωπογενείς δραστηριότητες με το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. • απαριθμούν τα κυριότερα αέρια του θερμοκηπίου. • συσχετίζουν την κλιματική αλλαγή με επιπτώσεις στους ανθρώπους και στα οικοσυστήματα. • εξηγούν τι είναι το αποτύπωμα άνθρακα. • σχεδιάζουν και υλοποιούν δράσεις ενημέρωσης της τοπικής κοινωνίας. 	<p>Δραστηριότητα: Οι μαθητές/-τριες μελετούν πίνακες, συσχετίζουν δεδομένα, παράγουν γραφήματα και εξάγουν συμπεράσματα για το αποτύπωμα άνθρακα των διαφόρων τρόπων παραγωγής ενέργειας. Εναλλακτικά δύναται να γίνει χρήση λογισμικών, καθώς και σχετικών ιστοσελίδων.</p> <p>Δράση: Δημιουργούν ενημερωτικό φυλλάδιο ή/και αφίσα για την κλιματική αλλαγή και το αποτύπωμα άνθρακα και ενημερώνουν την οικογένεια και την τοπική κοινωνία. Το φυλλάδιο μπορεί να αναρτηθεί και στην ιστοσελίδα του σχολείου.</p>
<p>Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και την κοινωνία.</p>	<p>3.4. Κυκλική Οικονομία και Πράσινη Χημεία.</p> <p>3.4.1. Εισαγωγή στην Κυκλική Οικονομία.</p> <p>3.4.2. Εισαγωγή στην Πράσινη Χημεία.</p> <p>3.4.3.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τις βασικές αρχές που διέπουν την αειφόρο ανάπτυξη, την Κυκλική Οικονομία και την Πράσινη Χημεία. • αναγνωρίζουν το σοβαρό πρόβλημα υποβάθμισης των ενεργειακών πόρων. • συσχετίζουν τη χρήση ορισμένων συνθετικών προϊόντων, όπως τα πλαστικά/μικροπλαστικά, τα ελαστικά κ.ά., με τη ρύπανση και την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. 	<p>Μελέτη περίπτωσης: Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες με βάση το υλικό του βιβλίου συζητούν τις παρακάτω μελέτες περίπτωσης (μία μελέτη περίπτωσης ανά ομάδα):</p> <ol style="list-style-type: none"> α) υποβάθμιση ενεργειακών πόρων, β) ενεργειακό αποτύπωμα προϊόντων, γ) κατανάλωση ενέργειας ανά χώρα, δ) υποβάθμιση του περιβάλλοντος από συνθετικά προϊόντα, ε) βιοαποικοδομούμενα πολυμερή, στ) επαναχρησιμοποίηση υλικών.

	Εφαρμόζοντας τις αρχές της Πράσινης Χημείας.	<ul style="list-style-type: none"> • υιοθετούν την ανάγκη: <ul style="list-style-type: none"> α) χρήσης ανανεώσιμων πόρων, β) αξιοποίησης φυτικών-ζωικών προϊόντων και βιοαποικοδομήσιμων υλικών, γ) επαναχρησιμοποίησης υλικών. • αναγνωρίζουν τη συμβολή της επιστημονικής έρευνας στη σύνθεση νέων βιοαποικοδομούμενων υλικών. • υποστηρίζουν την ανάγκη σύνδεσης της παραγωγής προϊόντων με τις αρχές της Πράσινης Χημείας. 	
Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία	<p>3.5.</p> <p>Ο ρόλος της κοινωνίας στη διαμόρφωση των ενεργειακών πολιτικών.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διερευνούν μέσω κατάλληλων πηγών τις κοινωνικές στάσεις απέναντι: <ul style="list-style-type: none"> α) στις ενεργειακές πολιτικές, β) στα περιβαλλοντικά προβλήματα. 	<p><u>Μελέτη περίπτωσης:</u></p> <p>Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες μελετούν άρθρα από τον έντυπο και ηλεκτρονικό Τύπο και εξάγουν συμπεράσματα σχετικά με τις κοινωνικές στάσεις σε θέματα ενεργειακών και περιβαλλοντικών πολιτικών.</p>
Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.	4. Θερμοχημεία		
	<p>Γενικοί Στόχοι:</p> <p>Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • συσχετίζουν την πραγματοποίηση μιας χημικής αντίδρασης με θερμικές μεταβολές. • υπολογίζουν εκλυόμενα και απορροφούμενα ποσά θερμότητας από θερμοχημικές εξισώσεις. 		
	<p>4.1.</p> <p>Οι ενεργειακές μεταβολές κατά τις χημικές αντιδράσεις.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διακρίνουν τις έννοιες σύστημα και περιβάλλον. • αναγνωρίζουν ότι οι μεταβολές στη θερμοκρασία ενός συστήματος συνδέονται με μεταβολές στην ενέργειά του. 	<p><u>Καταιγισμός ιδεών:</u></p> <p>Οι μαθητές/-τριες απαντούν στα ερωτήματα: «Υπάρχουν αντιδράσεις που παράγουν ενέργεια όταν γίνονται και αντιδράσεις που καταναλώνουν ενέργεια για να γίνουν;» και «Από πού προκύπτει και πού αποθηκεύεται αυτή η ενέργεια;».</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • ταξινομούν τις χημικές αντιδράσεις σε ενδόθερμες και εξώθερμες. • συσχετίζουν τις ενεργειακές μεταβολές που συμβαίνουν στις χημικές αντιδράσεις με τη διάσπαση και τον σχηματισμό δεσμών. • ερμηνεύουν τις ενεργειακές μεταβολές που συμβαίνουν στις χημικές αντιδράσεις με χρήση της αρχής διατήρησης της ενέργειας. 	Οι απαντήσεις τους καταγράφονται, κατηγοριοποιούνται και ακολουθεί συζήτηση.
	4.2. Θερμιδομετρία.	<ul style="list-style-type: none"> • διατυπώνουν τον θεμελιώδη νόμο της θερμιδομετρίας. • πραγματοποιούν εργαστηριακή άσκηση μέτρησης θερμότητας αντίδρασης. 	Εργαστηριακή άσκηση: Αντίδραση προσθήκης οξέος (HCl) σε βάση (NaOH) μέσα σε μονωτικά ποτήρια πολυουραιθάνης και μέτρηση της θερμοκρασίας πριν και μετά την ανάμειξη των αντιδραστηρίων.
Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.	5. Αλκοόλες-Φαινόλες και Καρβοξυλικά Οξέα		
		<p>Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • συσχετίζουν τις χημικές ιδιότητες αλκοολών και καρβοξυλικών οξέων με τη δομή τους. • συμπληρώνουν χημικές εξισώσεις αντιδράσεων αλκοολών και καρβοξυλικών οξέων. • περιγράφουν τις επιπτώσεις από την υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ. 	
	5.1. Αλκοόλες - Φαινόλες. 5.1.1. Δομή, προέλευση και χρήσεις αλκοολών.	<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν τη λειτουργική (χαρακτηριστική) ομάδα -OH ως την ομάδα που προσδίδει στις αλκοόλες (και τις φαινόλες) τις ιδιότητές τους. • ταξινομούν τις αλκοόλες: α) σε μονοσθενείς και πολυσθενείς, β) σε πρωτοταγείς, δευτεροταγείς και τριτοταγείς. 	Καταιγισμός ιδεών-Δραστηριότητα: Οι μαθητές/-τριες αναφέρουν τι γνωρίζουν για τις αλκοόλες και το αλκοόλ (παρασκευές - ιδιότητες - χρήσεις - επίδραση στον οργανισμό). Ο/Η εκπαιδευτικός τις κατηγοριοποιεί κατάλληλα. Στη συνέχεια, παρατηρούν δομές αλκοολών που απαντούν στη φύση, από απλές π.χ. αιθανόλη, έως πολύπλοκες π.χ. χοληστερόλη, και ορισμένες αντιδράσεις τους για να διαπιστώσουν ότι ανεξαρτήτως πολυπλοκότητας της δομής τους, όλες οι αλκοόλες δίνουν παρόμοιες αντιδράσεις.

		<ul style="list-style-type: none"> • συμπληρώνουν τη χημική εξίσωση παρασκευής μονοσθενών αλκοολών με την προσθήκη νερού σε αλκένια. 	<p>Δραστηριότητα: Στους/Στις μαθητές/-τριες δίνονται απλά και πολύπλοκα αλκένια και τους ζητείται να γράψουν τη δομή της παραγόμενης αλκοόλης από την αντίδραση ενυδάτωσης και το αντίστροφο.</p>
5.1.2. Ονοματολογία – Ισομέρεια.		<ul style="list-style-type: none"> • ονομάζουν απλές κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες. • προσδιορίζουν τα ισομερή κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών (έως 4 άτομα C). 	<p>Δραστηριότητα: Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες χρησιμοποιούν κατάλληλο σχεδιαστικό λογισμικό προκειμένου να σχεδιάσουν απλές αλκοόλες σε δύο και τρεις διαστάσεις. Ακολουθώντας διερευνούν τα ισομερή αυτών και δίνουν το όνομά τους. Τέλος, επιβεβαιώνουν το όνομα που έδωσαν μέσω κατάλληλης εφαρμογής.</p>
5.1.3. Φυσικές ιδιότητες.		<ul style="list-style-type: none"> • διερευνούν τους λόγους που διαφέρουν οι φυσικές ιδιότητες των αλκοολών από τις αντίστοιχες των αλκανίων και των αλκυλαλογονιδίων με τον ίδιο αριθμό ατόμων C. • εξηγούν τους λόγους που οι ισομερείς αλκοόλες δεν έχουν τις ίδιες φυσικές ιδιότητες. 	<p>Διερεύνηση: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: <i>Είναι οι φυσικές ιδιότητες των αλκοολών αντίστοιχες με αυτές των αλκανίων και αλκυλαλογονιδίων με τον ίδιο αριθμό ατόμων C;</i> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες μελετούν πίνακες φυσικών ιδιοτήτων (π.χ. σημείου βρασμού) αλκανίων, αλκοολών και αλκυλαλογονιδίων με τον ίδιο αριθμό ατόμων C. Από τους πίνακες παράγουν γραφήματα και μέσω αυτών απαντούν στο ερευνητικό ερώτημα.</p>
5.1.4. Χημικές ιδιότητες – Η οξείδωση των αλκοολών.		<ul style="list-style-type: none"> • προβλέπουν τα προϊόντα οξείδωσης των αλκοολών. • επαληθεύουν πειραματικά την οξείδωση των αλκοολών μέσα από τον αποχρωματισμό όξινου διαλύματος $KMnO_4$. 	<p>Εργαστηριακή άσκηση: Οξείδωση της αιθανόλης και 2-προπανόλης Οι μαθητές/-τριες υλοποιούν πείραμα οξείδωσης της αιθανόλης και της 2-προπανόλης με όξινο διάλυμα $KMnO_4$. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια κατάλληλου φύλλου εργασίας συμπληρώνουν τα προϊόντα της οξείδωσης.</p>
5.2. Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα. 5.2.1.		<ul style="list-style-type: none"> • αναφέρουν την οξική ζύμωση συμπληρώνοντας τη σχετική χημική εξίσωση. • αναφέρουν ορισμένες φυσικές ιδιότητες των καρβοξυλικών οξέων. 	<p>Δραστηριότητα – Ιστοεξερεύνηση: Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες στο εργαστήριο υπολογιστών υλοποιούν ιστοεξερεύνηση με θέμα: «Η σημασία των ζυμώσεων (αλκοολικής – οξικής) για την παραγωγή τροφίμων».</p>

	Προέλευση – Παρασκευές – Φυσικές ιδιότητες.		
	5.2.2. Χημικές ιδιότητες.	<ul style="list-style-type: none"> • διερευνούν πειραματικά τον όξινο χαρακτήρα των καρβοξυλικών οξέων. • συμπληρώνουν χημικές εξισώσεις που συνδέονται με τον όξινο χαρακτήρα των καρβοξυλικών οξέων. • συμπληρώνουν τη χημική εξίσωση της εστεροποίησης. • αναφέρουν χρήσεις διαφόρων εστέρων. 	<p>Εργαστηριακή διερεύνηση: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: <i>Τα καρβοξυλικά οξέα δίνουν αντιδράσεις ανάλογες των ανόργανων οξέων;</i></p> <p>Οι μαθητές/-τριες έχουν στη διάθεσή τους διάλυμα HCl, διάλυμα οξικού οξέος ή ξίδι, χυμό λεμονιού (κιτρικό οξύ) και εξετάζουν:</p> <p>α) το pH των διαλυμάτων τους με πεχαμετρικό χαρτί ή πεχάμετρο, β) την αλλαγή χρώματος δείκτη, π.χ. ηλιανθίνης, γ) την αντίδρασή τους με ανθρακικά άλατα π.χ. NaHCO₃, δ) την αντίδρασή τους με σύρμα Mg ή ψήγματα Zn ή ρινίσματα σιδήρου Fe.</p> <p>Δραστηριότητα: Οι μαθητές/-τριες συμβουλεύονται το σχολικό βιβλίο ή άλλες πηγές (έντυπες ή ψηφιακές) και συμπληρώνουν ημιδομημένο εννοιολογικό χάρτη σχετικό με τις χρήσεις των εστέρων. Ακολουθεί συζήτηση για την αντίδραση εστεροποίησης και συμπληρώνουν τις ανάλογες χημικές εξισώσεις.</p>
	5.3. Αλκοολούχα ποτά: Κατανάλωση και επιπτώσεις.	<ul style="list-style-type: none"> • προσδιορίζουν την ποσότητα της αιθανόλης που θα προσλάβει ένας άνθρωπος με βάση την ποσότητα του ποτού που θα καταναλώσει και την περιεκτικότητά του σε αιθανόλη. • αναγνωρίζουν τις επιπτώσεις από την υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ. • Επικρίνουν: <ul style="list-style-type: none"> α) την οδήγηση μετά από κατανάλωση αλκοόλ, β) την υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ. 	<p>1^η Δραστηριότητα: Μελέτη επιπτώσεων της κατανάλωσης αλκοόλ στην οδηγική συμπεριφορά, με αξιοποίηση κατάλληλου ψηφιακού υλικού.</p> <p>Εναλλακτικά: Συζήτηση με βάση πίνακα που δείχνει την αύξηση του συντελεστή πιθανότητας θανατηφόρου ατυχήματος, ανάλογα με την ποσότητα του αλκοόλ που καταναλώθηκε από οδηγό.</p> <p>2^η Δραστηριότητα:</p>

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία.</p>	<p style="text-align: center;">5.4. Σαπούνια – Απορρυπαντικά.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • συμπληρώνουν τη χημική εξίσωση της σαπωνοποίησης. • ερμηνεύουν την απορρυπαντική δράση σαπουνιών και απορρυπαντικών με βάση τη δομή τους. • παρασκευάζουν με ασφάλεια σαπούνι, με χρήση της ψυχρής μεθόδου. 	<p>Δημιουργία αφίσας ενάντια στην οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ.</p> <p><u>Δραστηριότητα:</u> Μελέτη του τρόπου δράσης των σαπουνιών μέσω του σχηματισμού μικυλλίων, με αξιοποίηση κατάλληλου ψηφιακού υλικού. <i>Προέκταση</i> Μικύλλια νανολιποσωμάτων και mRNA εμβόλια.</p> <p><u>Εργαστηριακή άσκηση: Παρασκευή σαπουνιού με την ψυχρή μέθοδο.</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες παρασκευάζουν σαπούνι.</p> <p>Για τον προσδιορισμό της στοιχειομετρικής αναλογίας μεταξύ του ελαίου ή των ελαίων που θα σαπωνοποιηθούν και της απαιτούμενης ποσότητας NaOH μπορεί να αξιοποιηθεί σχετικό λογισμικό.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον.</p>	<p>6. Χημεία και Διατροφή</p> <p>Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ταξινομούν τα θρεπτικά συστατικά των τροφίμων σε κατηγορίες, με βάση τη χημική τους δομή. • αναγνωρίζουν την αξία μιας ισορροπημένης διατροφής. 		
	<p style="text-align: center;">6.1. Εισαγωγή – Κατηγορίες θρεπτικών συστατικών.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διακρίνουν τις έννοιες «τροφή», «τρόφιμο» και «θρεπτικό συστατικό». • αναφέρουν τις κατηγορίες των θρεπτικών συστατικών. • προσδιορίζουν τη θερμική αξία υδατανθράκων, λιπών και πρωτεϊνών. 	<p><u>1^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες συζητούν σχετικά με τα τρόφιμα και τα θρεπτικά συστατικά και συμπληρώνουν κατάλληλο εννοιολογικό χάρτη.</p> <p><i>Εναλλακτικά:</i> Μέσα από διαδικασία καταγισμού ιδεών οι μαθητές/-τριες καλούνται με βάση την εμπειρία τους να αναφέρουν διάφορα θρεπτικά συστατικά (υδατάνθρακες, λίπη, πρωτεΐνες, βιταμίνες,</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν την αξία μιας ισορροπημένης διατροφής. 	<p>ιχνοστοιχεία) και τα τρόφιμα που τα περιέχουν. Στη συνέχεια συμπληρώνουν σχετικό εννοιολογικό χάρτη.</p> <p>2^η Δραστηριότητα: Με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού οι μαθητές/-τριες συζητούν και επιχειρηματολογούν υπέρ της ισορροπημένης διατροφής.</p>
<p>6.2. Οι υδατάνθρακες και η θρεπτική τους αξία.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διακρίνουν τα είδη και τη βασική χημική δομή των υδατανθράκων. • αναφέρουν τρόφιμα που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες. • εκτιμούν τη διατροφική αξία των υδατανθράκων και περιγράφουν τις συνέπειες από την υπερβολική ή τη μειωμένη κατανάλωσή τους. 	<p>Δραστηριότητα: Οι μαθητές/-τριες με τη βοήθεια κατάλληλου ψηφιακού υλικού διακρίνουν τα είδη των υδατανθράκων σε: α) μονοσακχαρίτες: γλυκόζη και φρουκτόζη (γραμμική και κυκλική δομή), β) δισακχαρίτες: σακχαρόζη (ζάχαρη) (κυκλική δομή), γ) πολυσακχαρίτες: άμυλο, κυτταρίνη και γλυκογόνο. Στη συνέχεια: i) ταξινομούν τους υδατάνθρακες συμπληρώνοντας κατάλληλο εννοιολογικό χάρτη, ii) καταγράφουν τρόφιμα πλούσια σε υδατάνθρακες.</p>	
<p>6.3. Οι πρωτεΐνες και η θρεπτική τους αξία.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • αναφέρουν τρόφιμα πλούσια σε πρωτεΐνες. • αναγνωρίζουν τη χημική δομή των αμινοξέων. • περιγράφουν τον τρόπο σχηματισμού του πεπτιδικού δεσμού. • περιγράφουν τα τέσσερα επίπεδα οργάνωσης των πρωτεϊνών. • συμπεραίνουν ότι η αλληλουχία των αμινοξέων καθορίζει την τρισδιάστατη δομή των πρωτεϊνών. 	<p>Καταιγισμός ιδεών: Οι μαθητές/-τριες καλούνται με βάση την εμπειρία τους-να αναφέρουν τρόφιμα πλούσια σε πρωτεΐνες.</p> <p>Δραστηριότητα: Οι μαθητές/-τριες με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού και εικόνων μελετούν α) τη δομή των αμινοξέων, β) τη δομή των πρωτεϊνών.</p>	

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην</p>	<p style="text-align: center;">6.4. Εργαστηριακές δοκιμασίες σε τρόφιμα.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ανιχνεύουν θρεπτικές ύλες σε τρόφιμα με εργαστηριακές δοκιμασίες. 	<p><u>Εργαστηριακή άσκηση:</u> Μελέτη ύπαρξης θρεπτικών συστατικών σε τρόφιμα, όπως: α) ανίχνευση πρωτεϊνών σε τρόφιμα (τεστ διουρίας), β) μετουσίωση πρωτεϊνών και ανίχνευσης καζεΐνης στο γάλα, γ) ανίχνευση αμύλου, δ) ανίχνευση αναγωγικών σακχάρων.</p>
	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον.</p>	<p style="text-align: center;">6.5. Τα λίπη, τα έλαια και η θρεπτική τους αξία.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν τη χημική δομή των λιπών και των ελαίων και τη συσχετίζουν με τη φυσική τους κατάσταση στους 25 °C. • καταγράφουν τρόφιμα πλούσια σε λίπη και έλαια. • αναδεικνύουν επιπτώσεις στην υγεία από την υπερβολική κατανάλωση ορισμένων λιπαρών υλών.
<p style="text-align: center;">6.6. Νερό, κύρια στοιχεία, και ιχνοστοιχεία.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν τη σημασία του νερού για τον ανθρώπινο οργανισμό. • αναγνωρίζουν τη διατροφική αξία διαφόρων στοιχείων και ιχνοστοιχείων (σιδήρου, χαλκού, ψευδαργύρου, φθορίου, ιωδίου). 	<p><u>Καταιγισμός ιδεών:</u> Οι μαθητές/-τριες απαντούν στα ερωτήματα: Ποια είναι η σημασία στην ισορροπημένη διατροφή του ανθρώπου: α) του νερού; β) των στοιχείων και ιχνοστοιχείων;</p>

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην</p>	<p style="text-align: center;">6.7. Πρόσθετα τροφίμων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • υποστηρίζουν την αναγκαιότητα ορθής χρήσης των εγκεκριμένων προσθέτων στα τρόφιμα, π.χ. συντηρητικών, γλυκαντικών υλών, γαλακτοματοποιητών, ρυθμιστών οξύτητας, χρωστικών κ.ά. • διερευνούν τις επιπτώσεις στην υγεία που ενδεχομένως προκαλούνται από τη χρήση ορισμένων προσθέτων τροφίμων. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες, με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού και φύλλου εργασίας μελετούν: α) τα οφέλη από τη χρήση προσθέτων στα τρόφιμα, β) ενδεχόμενες παρενέργειες από τη χρήση ορισμένων προσθέτων στα τρόφιμα.</p>
	<p>7. Σύγχρονες εφαρμογές στη Χημεία: Φάρμακα – Πολυμερή - Νανοϋλικά</p>		
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία.</p>	<p>Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν βασικές έννοιες σχετικές με τη δράση και τη χρήση των φαρμάκων. • εκτιμούν τη συνεισφορά της Χημείας στην παραγωγή νέων φαρμάκων, στην υγεία και ευεξία των ανθρώπων. • περιγράφουν βασικές έννοιες σχετικές με τη σύνθεση, τις ιδιότητες και τις χρήσεις πολυμερών. • εξηγούν ότι τα νανοϋλικά είναι υλικά αιχμής με σημαντικές εφαρμογές σε τομείς επιστήμης και τεχνολογίας. 		
	<p style="text-align: center;">7.1. Φαρμακοχημεία.</p> <p style="text-align: center;">7.1.1. Ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά των φαρμάκων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • εξηγούν γιατί υπάρχει ανάγκη ανάπτυξης νέων φαρμάκων. • περιγράφουν τις ακόλουθες έννοιες σχετικές για τα φάρμακα: α) οδοί εισόδου στον οργανισμό, β) διάρκεια δράσης και δοσολογικό σχήμα, γ) τρόπος δράσης, δ) παρενέργειες, ε) σχέση κόστους – οφέλους στην υγεία, στ) φαρμακευτικό σκεύασμα, δραστική ουσία και έκδοχα. 	<p><u>Καταιγισμός ιδεών:</u> Οι μαθητές/-τριες αναφέρουν τι ξέρουν για τα φάρμακα και την ορθή χρήση τους. Ο/Η εκπαιδευτικός κατηγοριοποιεί όσα αναφέρθηκαν και μέσω της κατηγοριοποίησης διευκρινίζει: α) την ανάγκη ανάπτυξης νέων φαρμάκων για παράδειγμα στους τομείς των αντιβιοτικών, των αντιαρθρικών και των αντικαρκινικών φαρμάκων, β) τις έννοιες (α) έως (στ).</p>
	<p style="text-align: center;">7.1.2.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διαπιστώνουν την πολυπλοκότητα της δομής επιλεγμένων φαρμάκων. 	<p><u>Μελέτη περίπτωσης: Εξετάζοντας τη δράση επιλεγμένων φαρμάκων.</u></p>

<p>Τρόπος δράσης επιλεγμένων φαρμάκων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • συσχετίζουν τη φαρμακολογική δράση επιλεγμένων φαρμάκων με χημικές μεταβολές που προκαλούν σε συγκεκριμένα μόρια του οργανισμού. • δίνουν παραδείγματα χρήσης των επιλεγμένων φαρμάκων. • εξηγούν το μεγάλο εύρος παραγόντων που πρέπει να λαμβάνει ένας ιατρός υπόψη του, πριν χορηγήσει ένα φάρμακο. 	<p>Οι μαθητές/-τριες με τη βοήθεια κατάλληλου φύλλου εργασίας και εισαγωγικών κειμένων μελετούν επιλεγμένα φάρμακα ως προς τη δομή τους, τη βασική τους χρήση και στοιχεία από τον τρόπο δράσης τους και τις παρενέργειές τους, όπως:</p> <ol style="list-style-type: none"> αντιόξινα π.χ. $Mg(OH)_2$, αντιφλεγμονώδη – αναλγητικά – αντιυπερετικά, π.χ. ασπιρίνη, ιβουπροφαίνη και παρακεταμόλη, αντιβιοτικά, π.χ. πενικιλίνη G, αντιυικά, π.χ. οσελταμίβηρη, αντινεοπλασματικά, π.χ. πακλιταξέλη. <p>Στη συνέχεια, απαντούν σε ερωτήματα:</p> <ol style="list-style-type: none"> Πόσο εύκολη ή δύσκολη είναι η σύνθεση ενός φαρμάκου από χημική άποψη; Με τι είδους μόρια αλληλεπιδρούν, συνήθως, τα φάρμακα στο σώμα του ανθρώπου, ώστε να ασκήσουν τη φαρμακολογική τους δράση; Ποιο ή ποια από τα μελετηθέντα φάρμακα μοιάζει/μοιάζουν κατάλληλο/-α για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα υγείας, π.χ. λοίμωξη με ισχυρό πυρετό σε ελκοπαθή ασθενή; Πόσο σύνθετη διαδικασία είναι η χορήγηση του κατάλληλου φαρμάκου σε ασθενείς; <p>Προσοχή! Σε κάθε περίπτωση πρέπει να γίνει σαφές ότι τα φάρμακα λαμβάνονται αποκλειστικά και μόνο μετά από ιατρική γνωμάτευση και με βάση τις οδηγίες που δίνει ο θεράπων ιατρός.</p>
<p>7.1.3. Σχεδιασμός νέων φαρμάκων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν τη σημασία της Χημείας στον σχεδιασμό και τη σύνθεση νέων φαρμάκων. • περιγράφουν τα στάδια που ακολουθούνται από την ανακάλυψη μιας ουσίας με φαρμακευτική δράση έως την έγκριση ενός νέου φαρμάκου. 	<p><u>Μελέτη περίπτωσης: Σχεδιασμός νέου φαρμάκου</u></p> <p>Με βάση κατάλληλο εισαγωγικό κείμενο, οι μαθητές/-τριες εξετάζουν ποιο από 3-4 υποψήφια φάρμακα φαίνεται να συνδέεται καλύτερα με το μόριο στόχο.</p>

Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία.	<p style="text-align: center;">7.2. Πολυμερή. Είδη και ιδιότητες των πολυμερών.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ορίζουν τα πολυμερή καθώς και τις βασικές κατηγοριοποιήσεις των πολυμερών (φυσικά – συνθετικά, ομοπολυμερή – συμπολυμερή, πλαστικά – ελαστικά). • ταυτοποιούν το είδος του πολυμερούς από την ένδειξη που φέρει το πολυμερικό προϊόν καθημερινής χρήσης (PET, PVC, HDPE, LDPE, PP, PS) με σκοπό την ανακύκλωσή τους. • συμπληρώνουν τη γενική μορφή των χημικών εξισώσεων για τις τρεις βασικές κατηγορίες αντιδράσεων πολυμερισμού: <ul style="list-style-type: none"> α) 1,2-πολυπροσθήκης (αιθυλένιο και παράγωγα), β) 1,4-πολυπροσθήκης (βουταδιένιο και ισοπρένιο), γ) πολυσυμπύκνωσης (γαλακτικό οξύ). • συσχετίζουν μηχανικές ιδιότητες των πολυμερών με τη μοριακή τους δομή. 	<p><u>Καταιγισμός ιδεών:</u> Οι μαθητές/-τριες απαντούν στο ερώτημα «Τι γνωρίζετε για τα πολυμερή;» Οι απαντήσεις τους καταγράφονται στον πίνακα, κατηγοριοποιούνται και στη συνέχεια εισάγονται οι βασικές έννοιες. Δύναται να αξιοποιηθεί και σχετικό εκπαιδευτικό λογισμικό.</p> <p><u>1^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες προσδιορίζουν την ένδειξη είδους που φέρουν πολυμερικά προϊόντα καθημερινής χρήσης και τα ταξινομούν σε έξι ομάδες (PET, PVC, HDPE, LDPE, PP, PS) με σκοπό την ανακύκλωσή τους.</p> <p><u>2^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες συμπληρώνουν αντιδράσεις πολυμερισμού με βάση σχετικό φύλλο εργασίας.</p> <p><u>3^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες μελετούν τη σχέση δομής-ιδιοτήτων, π.χ. για την υφάνσιμη ίνα ελαστάνη (lycra-spandex), που είναι ταυτόχρονα ανθεκτική και ελαστική, ώστε να αναδειχθεί η σχέση μεταξύ της χημικής δομής και των ιδιοτήτων του πολυμερούς. Στη συνέχεια με βάση κατάλληλο πολυτροπικό υλικό συζητούν για τη μακρομοριακή αρχιτεκτονική και πώς αυτή επηρεάζει τις φυσικοχημικές και μηχανικές ιδιότητες των πολυμερών.</p>
	<p style="text-align: center;">7.3. Νανοτεχνολογία και νανοϋλικά.</p> <p style="text-align: center;">7.3.1. Εισαγωγή.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ορίζουν τα νανοϋλικά και τη νανοτεχνολογία. • συσχετίζουν τις ιδιότητες των νανοϋλικών με το μέγεθός τους. • δίνουν παραδείγματα εφαρμογών της Χημείας στα νανοϋλικά, όπως η χρήση: 	<p><u>Εισαγωγική δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν βίντεο για το κύπελλο του Λυκούργου και συζητούν για τη χρήση της νανοτεχνολογίας από την αρχαιότητα.</p> <p><u>Εργαστηριακή επίδειξη:</u> ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ:</p>

	<p>7.3.2. Εφαρμογές των νανοϋλικών.</p>	<p>α) του γραφενίου, β) των νανοσωλήνων άνθρακα, γ) των νανοσωματιδίων αργύρου με αντιμικροβιακές ιδιότητες, δ) των νανολιποσωμάτων ως φορέων, φαρμάκων, για παράδειγμα στη χρήση των mRNA εμβολίων για τον SARS-COV-2.</p> <ul style="list-style-type: none"> • παρασκευάζουν μια κολλοειδή διασπορά νανοσωματιδίων άνθρακα και διαπιστώνουν τον φθορισμό τους. 	<p><i>Πόσο αλλάζουν οι ιδιότητες ενός υλικού, όταν μετατραπεί σε νανοϋλικό;</i></p> <p>Οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν την παρασκευή νανοσωματιδίων άνθρακα από λακτόζη και σόδα. Ακολούθως χωρίζονται σε ομάδες, παρατηρούν τον φθορισμό των νανοσωματιδίων και συζητούν για την ερμηνεία των παρατηρησιακών τους δεδομένων.</p>
--	--	---	---

Πίνακας 17: Προτεινόμενη κατανομή ωρών για το Πρόγραμμα Σπουδών της Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου (στις αναγραφόμενες ώρες περιλαμβάνεται πρόβλεψη για διαγωνίσματα, επαναλήψεις κτλ.).

Ενδεικτική κατανομή ωρών ανά Θεματική Ενότητα				
Κεφάλαιο 1 ^ο : Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί.	1.1.1.	Το ιδανικό αέριο και οι νόμοι που το διέπουν.	1	5
	1.1.2.	Ο μοριακός όγκος.	1	
	1.2.	Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί II.	3	
Κεφάλαιο 2 ^ο : Εισαγωγή στην Οργανική Χημεία - Υδρογονάνθρακες.	2.1.	Εισαγωγή στην Οργανική Χημεία.	1	11
	2.2.1.	Προέλευση – Φυσικές ιδιότητες.	2	
	2.2.2.	Ονοματολογία – Ισομέρεια.		
	2.2.3.	Καύση αλκανίων.	2	
	2.3.1.	Προέλευση – Φυσικές ιδιότητες (αλκενίων).	1	
	2.3.2.	Ονοματολογία – Ισομέρεια.		
	2.3.3.	Χημικές ιδιότητες.	4	
	2.4.	Αρωματικοί υδρογονάνθρακες.	1	
Κεφάλαιο 3 ^ο : Ενέργεια και κλιματική αλλαγή.	3.1.	Το πετρέλαιο.	1	8
	3.2.	Πηγές ενέργειας – Ενέργεια και ενεργειακή πολιτική.	2	
	3.3.	Κλιματική αλλαγή.	2	
	3.4.	Κυκλική Οικονομία και Πράσινη Χημεία.	2	
	3.5.	Ο ρόλος της κοινωνίας στη διαμόρφωση των ενεργειακών πολιτικών.	1	
Κεφάλαιο 4 ^ο : Θερμοχημεία.	4.1.	Οι ενεργειακές μεταβολές κατά τις χημικές αντιδράσεις.	2	4
	4.2.	Θερμιδομετρία.	2	
Κεφάλαιο 5 ^ο : Αλκοόλες – Φαινόλες και καρβοξυλικά οξέα.	5.1.1.	Δομή, προέλευση και χρήσεις αλκοολών.	1	11
	5.1.2.	Ονοματολογία – Ισομέρεια.	1	
	5.1.3.	Φυσικές ιδιότητες.	1	
	5.1.4.	Χημικές Ιδιότητες – Η οξείδωση των αλκοολών.	2	
	5.2.1.	Προέλευση – Παρασκευές – Φυσικές ιδιότητες (οξέων RCOOH).	1	
	5.2.2.	Χημικές Ιδιότητες.	2	
	5.3.	Αλκοολούχα ποτά: Κατανάλωση και επιπτώσεις.	1	
	5.4.	Σαπούνια – Απορρυπαντικά.	2	

Κεφάλαιο 6°: Χημεία και διατροφή.	6.1.	Εισαγωγή – Κατηγορίες θρεπτικών συστατικών.	1	6
	6.2.	Οι υδατάνθρακες και η θρεπτική τους αξία.	1	
	6.3.	Οι πρωτεΐνες και η θρεπτική τους αξία.	1	
	6.4.	Εργαστηριακές δοκιμασίες σε τρόφιμα.	1	
	6.5.	Τα λίπη, τα έλαια και η θρεπτική τους αξία.	1	
	6.6.	Νερό, κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία.	1	
	6.7.	Πρόσθετα τροφίμων.		
Κεφάλαιο 7°: Σύγχρονες εφαρμογές στη Χημεία: Φάρμακα – Πολυμερή – Νανοϋλικά.	7.1.1.	Ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά των φαρμάκων.	1	7
	7.1.2.	Τρόπος δράσης επιλεγμένων φαρμάκων.	1	
	7.1.3.	Σχεδιασμός νέων φαρμάκων.	1	
	7.2.	Πολυμερή. Είδη και ιδιότητες των πολυμερών.	2	
	7.3.1.	Εισαγωγή.	2	
	7.3.2.	Εφαρμογές των νανοϋλικών.		
Σύνολο Ωρών			52	

Πίνακας 18: Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό ανά ενότητα της Β' τάξης Γενικού Λυκείου.

Χημεία Β' τάξης Γενικού Λυκείου	
1^η Θεματική Ενότητα: Στοιχειομετρικοί Υπολογισμοί	
Θεματικές Υποενότητες	Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό
<p>1.1. Η καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων.</p> <p>1.1.1. Το ιδανικό αέριο και οι νόμοι που το διέπουν.</p>	<p>Ιδιότητες αερίων - Νόμος ιδανικού αερίου: https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_el.html Νόμοι αερίων: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/2592?locale=el</p>
<p>1.1.2. Ο μολαρικός όγκος.</p>	<p>Μολαρικός όγκος: https://www.youtube.com/watch?v=UCmYSijOnUA</p>

<p>1.2. Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί II.</p>	<p>Εργαστηριακή άσκηση στοιχειομετρίας: https://youtu.be/MyYwb7ivF7g</p>
<p>2^η Θεματική Ενότητα: Εισαγωγή στην Οργανική Χημεία – Υδρογονάνθρακες</p>	
<p>Θεματικές Υποενότητες</p>	<p>Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό</p>
<p>2.1. Εισαγωγή στην Οργανική Χημεία.</p> <p>2.1.1. Βασικές κατηγορίες οργανικών ενώσεων.</p> <p>2.1.2. Κορεσμένες – ακόρεστες ενώσεις.</p>	<p>(α) Εισαγωγή στην οργανική χημεία: http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/3916</p> <p>(β) Οργανική Χημεία-Χαρακτηριστικές ομάδες και ομόλογες σειρές: http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/10494</p> <p>(γ) Μοριακοί τύποι υδρογονανθράκων: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-10498</p> <p>(δ) Ερωτήσεις αξιολόγησης στους υδρογονάνθρακες (κουίζ): http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/1470</p>
<p>2.2. Κορεσμένοι υδρογονάνθρακες - Αλκάνια.</p> <p>2.2.1. Προέλευση – Φυσικές ιδιότητες.</p>	<p>Υδρογονάνθρακες-Αλκάνια: http://photodentro.edu.gr/photodentro/hydrocarbons%20(2)_pidx0030398/alkania.html</p>
<p>2.2.2. Ονοματολογία – Ισομέρεια.</p>	<p>Ισομέρεια αλυσίδας- Βουτάνιο: http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/2452</p>
<p>2.2.3. Καύση αλκανίων.</p>	<p>Καύση υδρογονανθράκων: http://photodentro.edu.gr/v/item/video/8522/797</p>
<p>2.3. Αλκένια.</p> <p>2.3.1. Προέλευση – Φυσικές ιδιότητες.</p>	<p>Υδρογονάνθρακες-Αλκένια: http://photodentro.edu.gr/photodentro/hydrocarbons%20(2)_pidx0030398/alkenia.html</p>
<p>2.3.2. Ονοματολογία – Ισομέρεια.</p>	<p>Άνθρακας B Isomerix 3D: http://photodentro.edu.gr/edusoft/r/8531/209?locale=el</p>
<p>2.3.3. Χημικές ιδιότητες.</p>	

	<p>(α) Αντίδραση αλκενίου με διάλυμα βρομίου: https://www.youtube.com/watch?time_continue=11&v=PE1CDR1S5pk&feature=emb_logo</p> <p>(β) Δοκιμασία ανίχνευσης διπλού δεσμού: https://www.youtube.com/watch?v=qEm-CaqhcOs&ab_channel=FuseSchool-GlobalEducation</p> <p>(γ) Αντιδράσεις καύσης υδρογονανθράκων: http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/560</p> <p>(δ) Προσομοίωση πολυμερισμός: https://javalab.org/en/addition_polymerization_en/</p>
2.4. Αρωματικοί υδρογονάνθρακες.	<p>Υδρογονάνθρακες - Βενζόλιο: http://photodentro.edu.gr/photodentro/hydrocarbons%20(2)_pidx0030398/benzene.html</p>
<p>3^η Θεματική Ενότητα: Ενέργεια και Κλιματική αλλαγή</p>	
Θεματικές Υποενότητες	Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό
3.1. Το πετρέλαιο.	<p>(α) Διύλιση αργού πετρελαίου: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-6392</p> <p>(β) Σύσταση και προέλευση πετρελαίου και φυσικού αερίου: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-6152</p>
3.2. Πηγές ενέργειας - Ενέργεια και ενεργειακή πολιτική.	<p>(α) Ενεργειακοί πόροι (πηγές ενέργειας): http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/10916?locale=el</p> <p>(β) Carbon Footprint Calculator 1: https://www.nature.org/en-us/get-involved/how-to-help/carbon-footprint-calculator/</p> <p>(γ) Carbon Footprint Calculator 2: https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx</p> <p>(δ) Carbon Footprint Calculator 3: https://www.wren.co/</p> <p>(ε) Eurostat data: https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/database</p>
3.3. Κλιματική αλλαγή.	<p>(α) Κλιματική αλλαγή — Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος: https://www.eea.europa.eu/el/themes/climate/intro</p> <p>(β) Το φαινόμενο του θερμοκηπίου - Ρυθμίζοντας τη θερμοκρασία της βιόσφαιρας: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/585?locale=el</p>
3.4. Κυκλική Οικονομία και Πράσινη Χημεία.	<p>(α) Πράσινη ενέργεια: προοπτικές της χρήσης υδρογόνου: https://www.real.gr/oikonomia/arthro/to_ananeosimo_ydrogono_proupothesi_gia_tin_epiteuksi_tou_green_deal_ti_anaferoun_se_epistoli_europaikes_etaireies_energeias-695808/</p>
3.4.1. Εισαγωγή στην Κυκλική Οικονομία.	<p>(β) Βασικές αρχές της Πράσινης Χημείας: https://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/principles/12-principles-of-green-chemistry.html.</p>
3.4.2. Εισαγωγή στην Πράσινη Χημεία.	<p>(γ) GREEN AND SUSTAINABLE CHEMISTRY: FRAMEWORK MANUAL, United Nations Environment Programme (2021): https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/34338;jsessionid=14C4E3AED9FFB5FC1D225E7A0A882CFA</p>

<p>3.4.3. Εφαρμόζοντας τις αρχές της Πράσινης Χημείας.</p>	
<p>3.5. Ο ρόλος της κοινωνίας στη διαμόρφωση των ενεργειακών πολιτικών.</p>	<p>Ενεργειακή πολιτική- γενικές αρχές: https://www.europarl.europa.eu/factsheets/el/sheet/68/energy-policy-general-principles</p>
<p>4^η Θεματική Ενότητα: Θερμοχημεία</p>	
<p>Θεματικές Υποενότητες</p>	<p>Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό</p>
<p>4.1. Οι ενεργειακές μεταβολές κατά τις χημικές αντιδράσεις.</p>	<p>Εξώθερμες- Ενδόθερμες αντιδράσεις: http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/10787</p>
<p>4.2. Θερμιδομετρία.</p>	<p>Θερμιδόμετρο βόμβας: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4438?locale=el</p>
<p>5^η Θεματική Ενότητα: Αλκοόλες-Φαινόλες και Καρβοξυλικά Οξέα</p>	
<p>Θεματικές Υποενότητες</p>	<p>Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό</p>
<p>5.1. Αλκοόλες-Φαινόλες.</p> <p>5.1.1. Δομή, προέλευση και χρήσεις αλκοολών.</p>	<p>(α) Πρωτοταγείς, δευτεροταγείς και τριτοταγείς αλκοόλες: http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/10789</p> <p>(β) Μοριακό μοντέλο αιθανόλης: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-2575</p> <p>(γ) Αλκοόλες και φαινόλες (παζλ): http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4903</p> <p>(δ) Οι χρήσεις της αιθανόλης στη βιομηχανία: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4901</p> <p>(ε) Αιθανόλη - απόσταση και οξείδωση: https://www.youtube.com/watch?v=o1y_gDBIZz4</p>
<p>5.1.2.</p>	<p>Μοριακά μοντέλα αλκοολών: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-4895</p>

Ονοματολογία – Ισομέρεια.	
5.1.3. Φυσικές ιδιότητες.	Σημεία βρασμού αλκοολών: https://ea193434-a-62cb3a1a-s-sites.googlegroups.com/site/chemistryolp/properties-of-alcohols/index.JPG?attachauth=ANoY7cqZVCBtNzUOvin6wcNVTIjLG1ul_ubu_k6VTsNvRwhbFwVfvIYIX6W-xiqfsXMMs5rKJmWPpqwMP7zCx7cNAVS6Njjimvw_AKoUKFFj9EjVjwdQxp_u2UiATyd8w9gvJ-4ByGt2qfkOFSffZTB4-B3ClbXdwDfbbvnSG4Ddd-nJWLBIK0muNTsT30_h7XiZlsyxKErlqg-AJ5ehi28RqfH9mvmwy0mT-AZWRthBusgWbTXIs%3D&attredirects=0
5.1.4. Χημικές ιδιότητες – Η οξείδωση των αλκοολών.	Οξείδωση αιθανόλης με KMnO_4 και K_2CrO_7 : https://www.youtube.com/watch?v=aytS4oPJPjSU
5.2. Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα. 5.2.1. Προέλευση – Παρασκευές – Φυσικές ιδιότητες.	(α) Όξινος χαρακτήρας καρβοξυλικών οξέων: https://youtu.be/9vx81elwOEI (β) Μοριακό μοντέλο οξικού οξέος: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-1432 (γ) Μοριακό μοντέλο μυρμηκικού οξέος: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-4396 (δ) Μοριακό μοντέλο στεατικού οξέος: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-4404
5.2.2. Χημικές ιδιότητες.	Όξινος χαρακτήρας των καρβοξυλικών οξέων: http://youtu.be/9vx81elwOEI
5.3. Αλκοολούχα ποτά: κατανάλωση και επιπτώσεις.	(α) Σύγκριση αλκοολικών βαθμών διαφόρων αλκοολούχων ποτών με βάση τη μέτρηση της πυκνότητάς τους: http://ekfe-omonoias.att.sch.gr/ekfe_omonoias/images/thlediaskepseis/gymn_22_12/rak_itsipogyro.pdf (β) Μέτρηση των αλκοολικών βαθμών με εμβάπτιση αλκοολόμετρου: https://www.youtube.com/watch?v=irTOej4NOLw Η αλκοόλη και η επίδρασή της στον άνθρωπο: http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/6786 (γ) Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τον Περιορισμό των Βλαπτικών Συνεπειών του Αλκοόλ στην Υγεία - Υπουργείο Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjR9qrK9evwAhV8g_0HHeoqCylQFjAEegQIEBAD&url=https%3A%2F%2Fwww.moh.gov.gr%2Farticles%2Fhealth%2Fdomes-kai-drases-gia-thn-ygeia%2Fethnika-sxedaia-drashs%2F95-ethnika-sxedaia-drashs%3Ffdl%3D234&usq=AOvVaw2Mi1_3pxv7HPvtlq1LTbWA
5.4. Σαπούνια – Απορρυπαντικά.	(α) Δομή μορίου σαπουνιού: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-2598

	<p>(β) Απορρυπαντική δράση σαπουνιού στο ύφασμα: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-1500</p> <p>(γ) Καθαριστική δράση σαπουνιού και απορρυπαντικών (με μικροσκοπική ερμηνεία): https://www.youtube.com/watch?v=5gjWtGDjDX8</p> <p>(δ) Εικονικό εργαστήριο-Σαπωνοποίηση - Η διαδικασία παρασκευής σαπουνιού: https://amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=3&sim=119&cnt=693</p> <p>(ε) ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΑΠΟΥΝΙΟΥ: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/6380?locale=el</p>
<p>6^η Θεματική Ενότητα: Χημεία και Διατροφή</p>	
Θεματικές Υποενότητες	Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό
<p>6.1. Εισαγωγή – κατηγορίες θρεπτικών συστατικών.</p>	<p>(α) Τα βασικά θρεπτικά συστατικά των τροφίμων: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-10477</p> <p>(β) Ασφαλή και υγιεινά τρόφιμα: https://www.moh.gov.cy/MOH/SGL/SGL.nsf/All/7DD4956D4529D6A9C22583C5003E6961/\$file/%CE%91%CE%A3%CE%A6%CE%91%CE%9B%CE%97%20%CE%9A%CE%91%CE%99%20%CE%A5%CE%93%CE%99%CE%95%CE%99%CE%9D%CE%91%20%CE%A4%CE%A1%CE%9F%CE%A6%CE%99%CE%9C%CE%91.pdf</p>
<p>6.2. Οι υδατάνθρακες και η θρεπτική τους αξία.</p>	<p>(α) Η χημική ένωση του μήνα-Γλυκόζη: http://195.134.76.37/chemicals/chem_glucose.htm</p> <p>(β) Υδατάνθρακες και πέψη της ζάχαρης: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8701</p>
<p>6.3. Οι πρωτεΐνες και η θρεπτική τους αξία.</p>	<p>Αμινοξέα-Πρωτεΐνες: http://aesop.iep.edu.gr/node/14329</p>
<p>6.4. Εργαστηριακές δοκιμασίες σε τρόφιμα.</p>	<p>(α) Ανίχνευση νερού σε γάλα: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1383?locale=el</p> <p>(β) Ανίχνευση συστατικών τροφής: https://blogs.sch.gr/ekfekil/2020/01/21/anichneysi-systatikon-trofis/</p>
<p>6.5. Τα λίπη, τα έλαια και η θρεπτική τους αξία.</p>	<p>Λιπαρές ουσίες ή λιπίδια: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-8704</p>
<p>6.6. Νερό, κύρια στοιχεία, και ιχνοστοιχεία.</p>	<p>Τα χημικά συστατικά της ζωής: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-3080</p>
<p>6.7 Πρόσθετα τροφίμων.</p>	<p>Τα πρόσθετα των τροφίμων: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/10500</p>
<p>7^η Θεματική Ενότητα: Σύγχρονες εφαρμογές στη Χημεία: Φάρμακα – Πολυμερή – Νανοϋλικά</p>	

Θεματικές Υποενότητες	Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό
<p>7.1. Φαρμακοχημεία</p> <p>7.1.1 Ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά των φαρμάκων.</p>	<p>(α) Η πορεία του φαρμάκου στο ανθρώπινο σώμα: https://www.youtube.com/watch?v=uOcpsXMJcJk</p> <p>(β) Φάσεις της φαρμακευτικής βιομηχανίας: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-educationalvideo-8522-164</p>
<p>7.1.2 Τρόπος δράσης επιλεγμένων φαρμάκων.</p>	<p>(β) Η χημική ένωση του μήνα: Ακετυλοσαλικυλικό οξύ (Ασπιρίνη): http://195.134.76.37/chemicals/chem_ASA.htm</p> <p>Φωσφορική οσελταμιβίρη (Ταμιφλού): http://195.134.76.37/chemicals/chem_tamiflu.htm</p> <p>Ταξόλη (Πακλιταξέλη): http://195.134.76.37/chemicals/chem_taxol.htm</p> <p>Πενικιλίνη G (Βενζυλοπενικιλικό οξύ): http://195.134.76.37/chemicals/chem_penicillin.htm</p>
<p>7.1.3 Σχεδιασμός νέων φαρμάκων.</p>	<p>(α) Ανάπτυξη φαρμάκων – κλινικές δοκιμές: https://www.youtube.com/watch?v=dsfPOpE-GEs&t=108s https://www.youtube.com/watch?v=U-Oc1bCeaW0&t=173s</p> <p>(β) Σχεδιασμός φαρμάκων: https://www.youtube.com/watch?v=IGf5xU_wEuc</p>
<p>7.2. Πολυμερή. Είδη και ιδιότητες των πολυμερών.</p>	<p>Πολυμερισμός και πλαστικά: http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/6386</p>
<p>7.3. Νανοτεχνολογία και νανοϋλικά.</p> <p>7.3.1. Εισαγωγή.</p> <p>7.3.2. Εφαρμογές των νανοϋλικών.</p>	<p>Το κύπελλο του Λυκούργου: https://www.youtube.com/watch?v=x2mLfaozia8.</p>

2.2.4. Παρατηρήσεις, επισημάνσεις και προεκτάσεις για το πρόγραμμα Σπουδών της Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου

Για την καλύτερη εφαρμογή του Προγράμματος Σπουδών της Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη οι ακόλουθες παρατηρήσεις-επισημάνσεις:

(α) Στην ενότητα 1.1. προτείνεται:

- (i) να συνδεθούν οι παραδοχές για το ιδανικό αέριο με τις αναπτυσσόμενες διαμοριακές δυνάμεις.
- (ii) η καθολική χρήση των όρων μοριακή μάζα / μοριακός όγκος έναντι των όρων γραμμομοριακή μάζα και γραμμομοριακός όγκος.
- (iii) να συζητηθούν απλές ασκήσεις στοιχειομετρίας και να αποφευχθούν ασκήσεις με μείγματα και διαδοχικές αντιδράσεις.
- (β) Στην ενότητα 2.1 η ταξινόμηση αφορά μόνο κορεσμένες ενώσεις.
- (γ) Για τη μελέτη περίπτωσης που προτείνεται να συζητηθεί στην ενότητα 7.1.2, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κάποια από τα ακόλουθα παραδείγματα:

- (i) Κατηγορία φαρμάκου: Αντιόξινο.

Όνομα και χημικός τύπος: υδροξείδιο του μαγνησίου, $Mg(OH)_2$.

Βασικές ενδείξεις: Αντιμετώπιση πόνου ή καούρας στο στομάχι από υπερέκκριση γαστρικών υγρών.

Τρόπος δράσης: Πρόκειται για μια βάση πρακτικά αδιάλυτη στο νερό. Αντιδρά με το υδροχλωρικό οξύ του στομάχου και το εξουδετερώνει σχηματίζοντας $MgCl_2$. Τυχόν περίσσεια του φαρμάκου δε διαλύεται στα γαστρεντερικά υγρά, οπότε αποβάλλεται χωρίς να επηρεάζει σημαντικά το pH τους.

Ενδεικτικές παρενέργειες: Σπάνια διάρροια, κοιλιακοί πόνοι κ.ά.

Ενδεικτικές αλληλεπιδράσεις με άλλα φάρμακα: Αυξάνει την απορρόφηση της ιβουπροφαίνης και μειώνει την απορρόφηση ορισμένων αντιβιοτικών κ.ά.

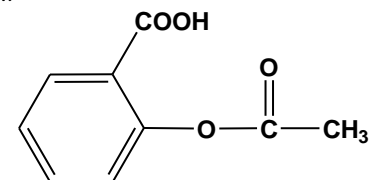
Σημεία που απαιτούν προσοχή: Δοσολογικό σχήμα, οδός λήψης, υπερευαισθησία στο $Mg(OH)_2$, χορήγηση σε παιδιά, κύηση, γαλουχία, νεφρική ανεπάρκεια κ.ά.

- (ii) Κατηγορία φαρμάκου: Αντιφλεγμονώδες, Αντιπυρετικό, αναλγητικό.

Όνομα και χημικός τύπος: Ακετυλοσαλικυλικό οξύ (ασπιρίνη).

Βασικές ενδείξεις: Πυρετός, άλγος, ημικρανία, φλεγμονώδεις παθήσεις, π.χ. ρευματοειδής αρθρίτιδα. Η ασπιρίνη έχει και αντιθρομβωτική δράση.

Τρόπος δράσης: Ακετυλιώνει, δηλαδή μεταφέρει την ακετυλομάδα που διαθέτει $\left(\begin{array}{c} -C-CH_3 \\ || \\ O \end{array} \right)$ σε ένα αμινοξύ στο



ενεργό κέντρο του ενζύμου κυκλοοξυγενάση. Αποτέλεσμα της τροποποίησης που προκαλείται είναι το ένζυμο να μην μπορεί να καταλύσει τη βιοσύνθεση των προσταγλαδινών (και των θρομβοξανών που συνδέονται με τη δημιουργία θρόμβων), οι οποίες παράγονται στο σημείο της φλεγμονής και μέσω αυτών μεταβιβάζονται πληροφορίες τοπικού πόνου στον εγκέφαλο. Στον πυρετό η δράση είναι παρόμοια αλλά γίνεται στον υποθάλαμο.

Ενδεικτικές παρενέργειες: Ερεθισμός στο στομάχι (η ασπιρίνη εξουδετερώνει τη γαστρική προστασία που προσφέρουν οι προσταγλαδίνες στο βλεννογόνο του στομάχου) και επιδείνωση των αιμορραγικών εγκεφαλικών επεισοδίων. Σπάνια σύνδρομο Ray κ.ά.

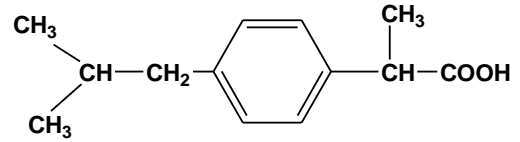
Ενδεικτικές αλληλεπιδράσεις με άλλα φάρμακα: Αντιπηκτικά, αντιβιοτικά, αλκοόλ, αντιυπερτασικά διουρητικά, ψυχοτρόπα, άλλα αντιφλεγμονώδη φάρμακα, καρδιακές γλυκοσίδες, αντιόξινα κ.ά.

Σημεία που απαιτούν προσοχή: Δοσολογικό σχήμα, οδός λήψης, υπερευαίσθησία στην ασπιρίνη, γαστρικό ή δωδεκαδακτυλικό έλκος, άσθμα, χορήγηση σε παιδιά, κύηση, γαλουχία κ.ά.

(iv) Κατηγορία φαρμάκου: Αντιφλεγμονώδες, Αντιπυρετικό, αναλγητικό.

Όνομα και χημικός τύπος: Ιβουπροφαίνη.

Βασικές ενδείξεις: Πυρετός, άλγος, οσφυαλγία, νευραλγία, δυσμηνόρρα, φλεγμονώδεις παθήσεις π.χ. ρευματοειδής αρθρίτιδα.



Τρόπος δράσης: Όπως και η ασπιρίνη, αναστέλει τη δράση του ενζύμου κυκλοοξυγενάση. Διαφέρει κατά το ότι η αναστολή που επιτυγχάνει είναι κάπως μικρότερης εμβέλειας. Επίσης, δε χρησιμοποιείται ως αντιθρομβωτικό.)

Ενδεικτικές παρενέργειες: Ερεθισμός στο στομάχι, (γενικά έχει ηπιότερες παρενέργειες στο γαστρεντερικό σε σχέση με την ασπιρίνη). Σπάνια, νευρική κνησμός, κατακράτηση υγρών κ.ά.

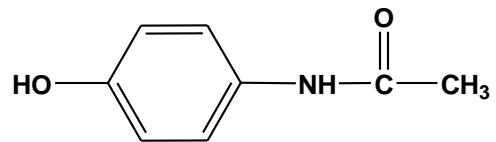
Ενδεικτικές αλληλεπιδράσεις με άλλα φάρμακα: Αντιπηκτικά, αντιβιοτικά, αλκοόλ, αντιυπερτασικά διουρητικά, ψυχοτρόπα, καρδιακές γλυκοσίδες, άλλα αντιφλεγμονώδη φάρμακα κ.ά.

Σημεία που απαιτούν προσοχή: Δοσολογικό σχήμα, οδός λήψης, υπερευαίσθησία στην ιβουπροφαίνη, γαστρικό ή δωδεκαδακτυλικό έλκος, νεφρική και ηπατική ανεπάρκεια, χορήγηση σε παιδιά, κύηση, γαλουχία κ.ά.

(iv) Κατηγορία φαρμάκου: Αναλγητικό, αντιπυρετικό.

Όνομα και χημικός τύπος: Παρακεταμόλη.

Βασικές ενδείξεις: Πονοκέφαλος, ημικρανία, νευραλγία, οσφυαλγία, μυαλγία, πονόλαιμος, πονόδοντος, ωταλγία, δυσμηνόρροια κ.ά., πυρετός.



Τρόπος δράσης: Η παρακεταμόλη είναι σχετικά ασθενής αναστολέας του ενζύμου κυκλοοξυγενάση, άρα της βιοσύνθεσης των προσταγλαδινών. Έτσι έχει καλή αναλγητική και αντιπυρετική δράση, όμως πολύ μικρή αντιφλεγμονώδη δράση και καθόλου αντιθρομβωτική. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιείται μόνο ως αναλγητικό και αντιπυρετικό.

Ενδεικτικές παρενέργειες: Είναι καλά ανεκτή στο γαστρεντερικό. Ηπατοτοξικότητα σε υπερδοσολογία.

Ενδεικτικές αλληλεπιδράσεις με άλλα φάρμακα: Αντιπηκτικά, αλκοόλ, βαρβιτουρικά, αντιεπιληπτικά, άλλα αντιφλεγμονώδη φάρμακα κ.ά.

Σημεία που απαιτούν προσοχή: Δοσολογικό σχήμα, οδός λήψης, υπερευαίσθησία στην παρακεταμόλη, νεφρική και ηπατική ανεπάρκεια, ανεπάρκεια του ενζύμου G6PD, χορήγηση σε παιδιά, κύηση, γαλουχία κ.ά.

(v) Κατηγορία φαρμάκου: Αντιβιοτικό.

Όνομα και χημικός τύπος:

Βενζυλοπενικιλίνη.

Βασικές ενδείξεις: Διάφορα είδη βακτηριακών λοιμώξεων (λοιμώξεις τράυματος, δέρματος, μαλακών

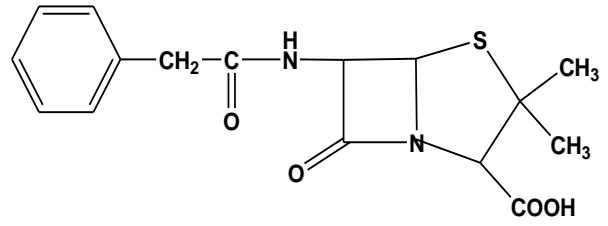
μορίων, ωτίτιδα, λοιμώξεις αναπνευστικού, βακτηριακή μηνιγγίτιδα, γονόρροια κ.ά.

Τρόπος δράσης: Η πενικιλίνη G αναστέλλει τη σύνθεση του βακτηριακού κυτταρικού τοιχώματος, με αποτέλεσμα την λύση του βακτηριακού κυττάρου.

Ενδεικτικές παρενέργειες: Σε μικρά ποσοστά, ναυτία, έμετος, διάρροια, ανάπτυξη μυκητιάσεων.

Ενδεικτικές αλληλεπιδράσεις με άλλα φάρμακα: Αντισυλληπτικά, χημειοθεραπευτικά όπως η μεθοτρεξάτη κ.ά.

Σημεία που απαιτούν προσοχή: Δοσολογικό σχήμα, οδός λήψης, μεγάλη προσοχή σε αλλεργία - αναφυλακτική αντίδραση νεφρική ανεπάρκεια, χορήγηση σε παιδιά, κύηση, γαλουχία κ.ά.



(vi) Κατηγορία φαρμάκου: Αντιικό.

Όνομα και χημικός τύπος: Οσελταμιβίρη.

Βασικές ενδείξεις: Για την πρόληψη και την αντιμετώπιση της γρίπης.

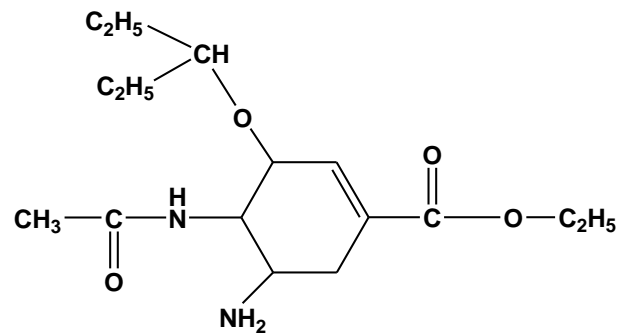
Τρόπος δράσης: Είναι ένας εκλεκτικός αναστολέας των ενζύμων νευραμινιδάσης του ιού της γρίπης, τα οποία είναι γλυκοπρωτεΐνες που βρίσκονται στην επιφάνεια του ιού.

Μέσω των ενζύμων αυτών, ο ιός αφενός μεν επιτυγχάνει την είσοδό του στα ανθρώπινα κύτταρα και αφετέρου αποδεσμεύει τα δημιουργηθέντα σωματίδια του ιού από τα μολυσμένα κύτταρα προς τα γειτονικά τους, διευκολύνοντας την περαιτέρω εξάπλωση του ιού στο σώμα.

Ενδεικτικές παρενέργειες: Σχετικά σπάνια, ναυτία, έμετος κόπωση, διαταραχή ύπνου κ.ά.

Ενδεικτικές αλληλεπιδράσεις με άλλα φάρμακα: Χωρίς σοβαρές αλληλεπιδράσεις με άλλα φάρμακα.

Σημεία που απαιτούν προσοχή: Δοσολογικό σχήμα, οδός λήψης, νεφρική δυσλειτουργία, ανοσοκαταστολή, χορήγηση σε παιδιά, κύηση, γαλουχία κ.ά.

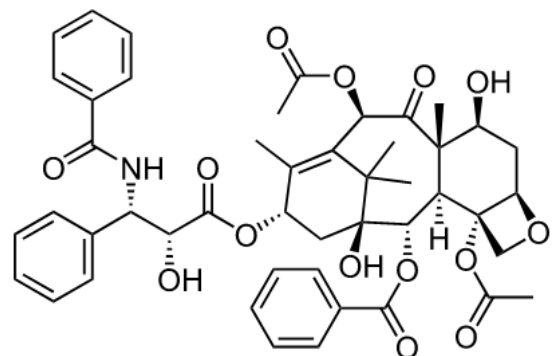


(vii) Κατηγορία φαρμάκου: Αντικαρκινικό.

Όνομα και χημικός τύπος: Πακλιταξέλη

Βασικές ενδείξεις: Κυρίως για όγκους στους πνεύμονες, στο πάγκρεας, τις ωθήκες και το στήθος.

Τρόπος δράσης: Η πακλιταξέλη δρα στις πρωτεΐνες (α- και β-τουμπουλίνη) των μικροσωληνίσκων του κυττάρου, εμποδίζοντας την κυτταρική μίτωση. Επειδή, τα νεοπλασματικά κύτταρα



πολλαπλασιάζονται με πολύ ταχύτερους ρυθμούς από τα υγιή, παρεμποδίζει τον πολλαπλασιασμό τους οδηγώντας τα μάλιστα σε απόπτωση, δηλαδή σε προγραμματισμένο κυτταρικό θάνατο.

Ενδεικτικές παρενέργειες: Σοβαρές δεδομένου ότι παρεμποδίζει τη μίτωση και των υγιών κυττάρων. Για παράδειγμα, αναιμία, τριχόπτωση, αρρυθμίες, οιδήματα, υπόταση, μυϊκή αδυναμία, πόνος, καρδιοτοξικότητα, γαστεντερολογικά προβλήματα κ.ά.

Ενδεικτικές αλληλεπιδράσεις με άλλα φάρμακα: Αντιεπιληπτικά, αντιβιοτικά, αντιμυκητιασικά κ.ά.

Σημεία που απαιτούν προσοχή: Δοσολογικό σχήμα, οδός λήψης, ηπατική και νεφρική δυσλειτουργία, καταστολή μυελού των οστών, χορήγηση σε παιδιά, κύηση, γαλουχία κ.ά.

(δ) Για τη σχετική δραστηριότητα του σχεδιασμού ενός φαρμάκου (ενότητα 7.1.3) προτείνεται να γίνει καταρχάς συζήτηση σχετικά με τον ρόλο του φαρμάκου, δηλαδή ότι, σε γενικές γραμμές, το φάρμακο είναι ένα χημικό μόριο που αλληλεπιδρά με ένα μόριο-στόχο και το τροποποιεί αλλάζοντας τη λειτουργία του. Συχνά, μόριο-στόχος είναι ένα ένζυμο ή μια πρωτεΐνη που βρίσκεται στη μεμβράνη συγκεκριμένων κυττάρων.

Στον σχεδιασμό των φαρμάκων αξιοποιούμε τις γνώσεις μας σχετικά με:

- (i) Τη διερεύνηση της ασθένειας για την εύρεση των καλύτερων μορίων-στόχων, δηλαδή συνήθως πρωτεϊνών που είτε υπάρχουν στο σώμα του ασθενούς και συνδέονται με την ασθένεια είτε είναι πρωτεΐνες του μικροοργανισμού που προκαλεί την ασθένεια. Επίσης, αναγνώριση των μεταβολικών δικτύων που συνδέονται με τη δράση του μορίου-στόχου.
- (ii) Τη μελέτη της χημικής δομής του μορίου-στόχου και τις ένδομοριακές και διαμοριακές αλληλεπιδράσεις που μπορεί να αναπτύξει.
- (iii) Τον σχεδιασμό πιθανών φαρμάκων μέσω Η/Υ ή με ένωση-οδηγό (χημική ένωση που έχει ήδη φαρμακολογική δράση στην εξεταζόμενη ασθένεια) κ.λπ. Για παράδειγμα, αν υπάρχει ένωση-οδηγός εξετάζονται διάφορες παραλλαγές της ένωσης-οδηγού, δηλαδή γίνεται αντικατάσταση μιας μεθυλομάδας από μια άλλη ομάδα, όπως αιθυλομάδα ή χλώρο-ομάδα ή μεθύξυ-ομάδα κ.ο.κ. Απώτερος στόχος είναι ο προσδιορισμός των ενώσεων που έχουν την κατάλληλη χημική δομή, η οποία επιτρέπει την πρόσδεση στην πρωτεΐνη-στόχο και την τροποποίηση της δράσης της στην επιθυμητή κατεύθυνση. Στην επίτευξη του στόχου συμβάλλει σημαντικά και η υπολογιστική Χημεία, με την οποία η διαδικασία της αλληλεπίδρασης της δραστικής ουσίας με την πρωτεΐνη-στόχο λαμβάνει χώρα πρώτα με τη μορφή προσομοιώσεων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και εφσον τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά ακολουθεί το πείραμα επιβεβαίωσης.

Ακολουθεί ο προσδιορισμός των ιδιοτήτων των ενώσεων που συνθέτουμε. Αυτός περιλαμβάνει:

- (i) την εξέταση της αποτελεσματικότητάς τους να τροποποιούν πράγματι την ένωση-στόχο και σε ποιον βαθμό, στο εργαστήριο.
- (ii) προκλινικές δοκιμές, δηλαδή εξέταση των πιο αποτελεσματικών ενώσεων σε πειραματόζωα, με έμφαση σε θέματα ασφάλειας του φαρμάκου.
- (iii) εξέταση των υποψηφίων φαρμάκων στον άνθρωπο - Κλινικές δοκιμές. Οι κλινικές δοκιμές λαμβάνουν χώρα συνήθως σε τρεις φάσεις:

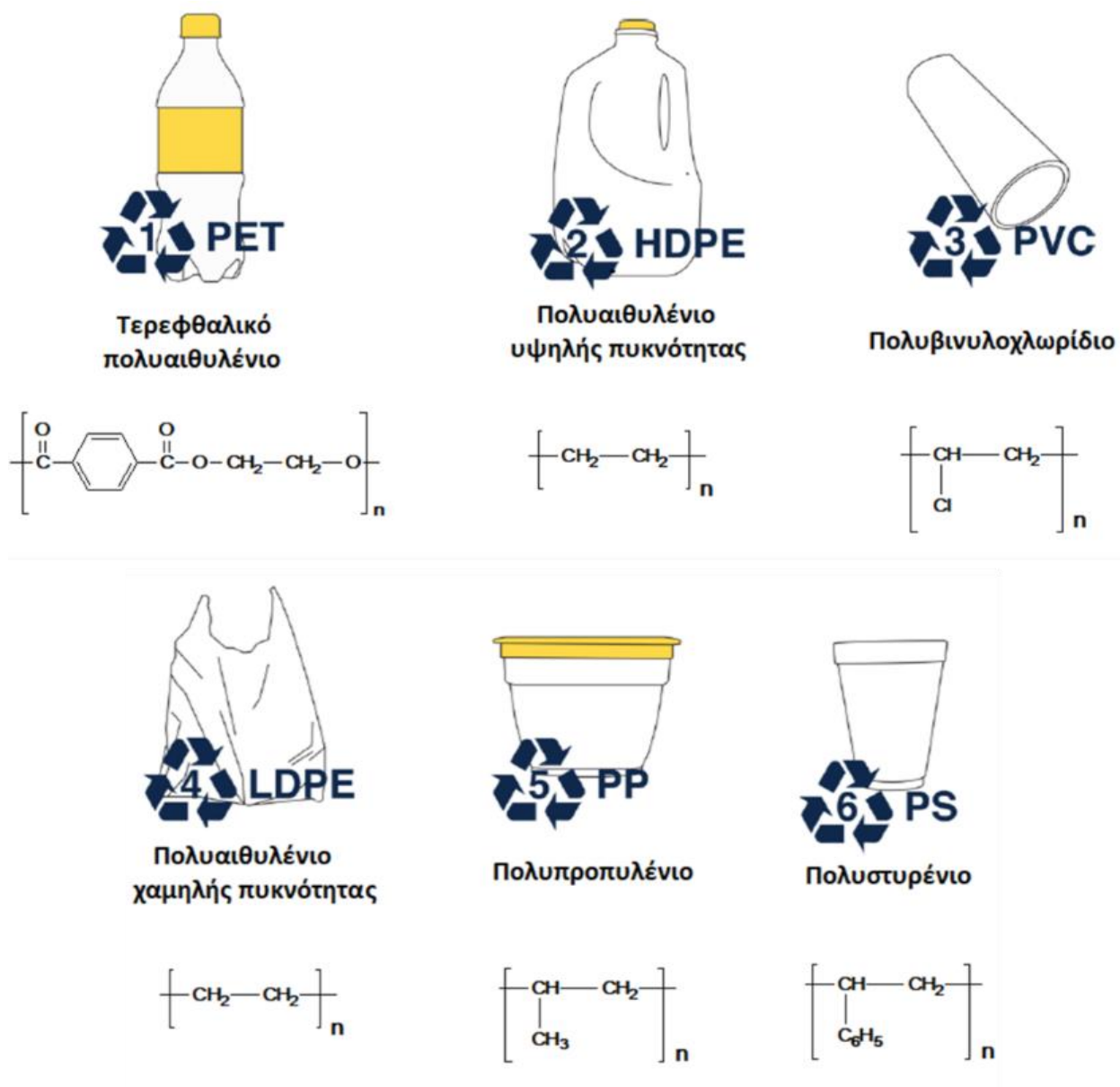
- Φάση I: Σε μικρό αριθμό υγείων εθελοντών (συνήθως 20 – 100 άτομα), όπου γίνεται έλεγχος ασφάλειας και δοσολογίας του υποψηφίου φαρμάκου.
- Φάση II: Σε μεσαίο αριθμό ασθενών εθελοντών (συνήθως 100 – 500 άτομα), όπου εξετάζεται η αποτελεσματικότητα του φαρμάκου στη θεραπεία της ασθένειας, καθώς και βασικών παρενεργειών του.
- Φάση III: Σε μεγάλο αριθμό ασθενών εθελοντών (συνήθως 1.000 – 5.000 άτομα). Οι συμμετέχοντες παρακολουθούνται για μεγάλο διάστημα και προσδιορίζεται με ακρίβεια η αποτελεσματικότητα του υποψηφίου φαρμάκου τόσο σε σχέση με υπάρχοντα φάρμακα, όσο και σε σχέση με εικονικό φάρμακο (placebo) με χρήση διπλών τυφλών τεστ. Επιπλέον, συγκεντρώνονται πιο αξιόπιστα δεδομένα σχετικά με τυχόν σπανιότερες ή μακροπρόθεσμες παρενέργειες του φαρμάκου.

Αν τελικά κάποια από τις ενώσεις αυτές καλύπτει όλες τις απαιτούμενες προδιαγραφές, θα αποτελέσει ένα νέο φάρμακο.

Χρήσιμη βιβλιογραφία και δικτυογραφία σχετικά με την ιατρική και τη φαρμακευτική Χημεία και τις ανωτέρω δραστηριότητες

- Βαρώνος, Δ. Δ. (1987). Ιατρική φαρμακολογία, τόμοι Α και Β. Αθήνα: Εκδ. Παρισιάνος.
- Berman, H. M., Westbrook, J., Feng, Z., Gilliland, G., Bhat, T. N., Weissig, H., Shindyalov, I. N. & Bourne, P. E. (2000). The Protein Data Bank. *Nucleic Acids Research*, 28(1), 235–242.
- Γαληνός Φαρμακευτικός Οδηγός (χ.χ.). <https://www.galinos.gr/>.
- Daina, A., Blatter, M.-C., Baillie Gerritsen, V., M. Palagi, P., Marek, D., Xenarios, I., Schwede, T., Michielin, O. & Zoete, V. (2017). Drug Design Workshop: A Web-Based Educational Tool To Introduce Computer-Aided Drug Design to the General Public. *Journal of Chemical Education*, 94(3), 335–344. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00596>
- Daina, A., Michielin, O. & Zoete, V. (2017). SwissADME: a free web tool to evaluate pharmacokinetics, drug-likeness and medicinal chemistry friendliness of small molecules. *Scientific Reports*, 7(1), 42717. <https://doi.org/10.1038/srep42717>
- Drug Design Workshop*. (2021). <http://www.drug-design-workshop.ch/>
- Page, C. P., Curtis, M. G., Sutter, M. C. Walker, M. JA. & Hoffman, B. B. (2000). Φαρμακολογία. Αθήνα: Εκδ. Πασχαλίδης.
- Nicolaou, K. C. & Montagnon, T. (2008). *Molecules That Changed the World*. Wiley-VCH.
- Olson, J. (2006). Κλινική φαρμακολογία διασκεδαστικά απλή. Ηράκλειο: Π.Ε. Κρήτης.
- T. Tavares, M., C. Primi, M., A. T. F. Silva, N., F. Carvalho, C., R. Cunha, M. & Parise-Filho, R. (2016). Using an in Silico Approach To Teach 3D Pharmacodynamics of the Drug–Target Interaction Process Focusing on Selective COX2 Inhibition by Celecoxib. *Journal of Chemical Education*, 94(3), 380–387. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00288>
- The Protein Data Bank*. (2021). [https://www.rcsb.org/ViewerLite Molecular Visualization Software](https://www.rcsb.org/ViewerLite/Molecular/Visualization/Software). (2021). Accelrys. <http://www.scalacs.org/TeacherResources/> (προσπελάστηκε Ιανουάριος 2021)
- Βαλαβανίδη, Α. & Ευσταθίου, Κ. (2009). *Η χημική ένωση του μήνα*. Ασπρίνη: http://195.134.76.37/chemicals/chem_ASA.htm
- Πενικιλίνη G: http://195.134.76.37/chemicals/chem_penicillin.htm
- Οσελταμβίρη: http://195.134.76.37/chemicals/chem_tamiflu.htm
- Πακλιταξέλη: http://195.134.76.37/chemicals/chem_taxol.htm
- Δημόπουλος, Β. & Τσαντίλη-Κακουλίδου, Α. (2015). *Βασικές Αρχές Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Φαρμάκων*. Διαθέσιμο στο <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/5881>.
- Μακεδόνα, Χ. (2019). Εισαγωγή βασικών αρχών της ιατρικής χημείας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. *Χημικά Χρονικά*, 81(6), 21–24.
- Μακεδόνα, Χ. (2020). *Πειράματα Χημείας* (3η). <http://users.sch.gr/cmakedonas/index.php/chemexperiments>

(ε) Για την 1^η δραστηριότητα της ενότητας 7.2 σχετικό είναι το Σχήμα 2.

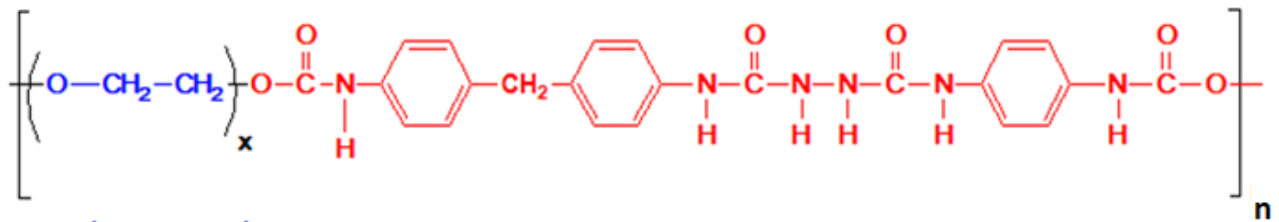


Σχήμα 2: Αναγνώριση πολυμερών καθημερινής χρήσης.

(στ) Στην 3^η δραστηριότητα, προτείνεται να συζητηθεί η υφάνσιμη ίνα ελαστάνη (lycra/spandex), η οποία είναι ταυτόχρονα ανθεκτική και ελαστική.

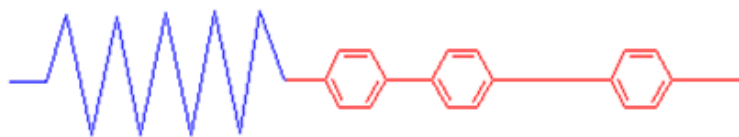
Η ανθεκτικότητά της πηγάζει από τις αλυσίδες των αμιδικών δεσμών που επαναλαμβάνονται στο μόριο. Στον χημικό τύπο του μορίου απεικονίζονται με κόκκινο χρώμα. Ταυτόχρονα είναι ελαστική λόγω του πολυαιθυλενόξυ τμήματος που επαναλαμβάνεται στο μόριο, το οποίο μπορεί να εκταθεί σχετικά εύκολα. Στον χημικό τύπο του μορίου απεικονίζονται με μπλε χρώμα. Τα προηγούμενα απεικονίζονται στο Σχήμα 3.

Επίσης, στο πλαίσιο της συζήτησης για τη μακρομοριακή αρχιτεκτονική μπορεί να αξιοποιηθεί το Σχήμα 4.

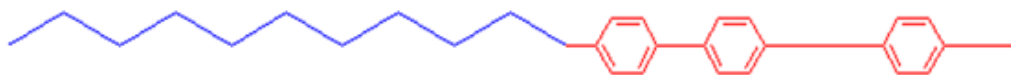


Το τμήμα του μορίου που μπορεί σχετικά εύκολα να εκταθεί. Δίνει στην υφάνσιμη ίνα ελαστικότητα.

Το τμήμα του μορίου που είναι σχετικά άκαμπτο. Προσδίδει ανθεκτικότητα στην υφάνσιμη ίνα

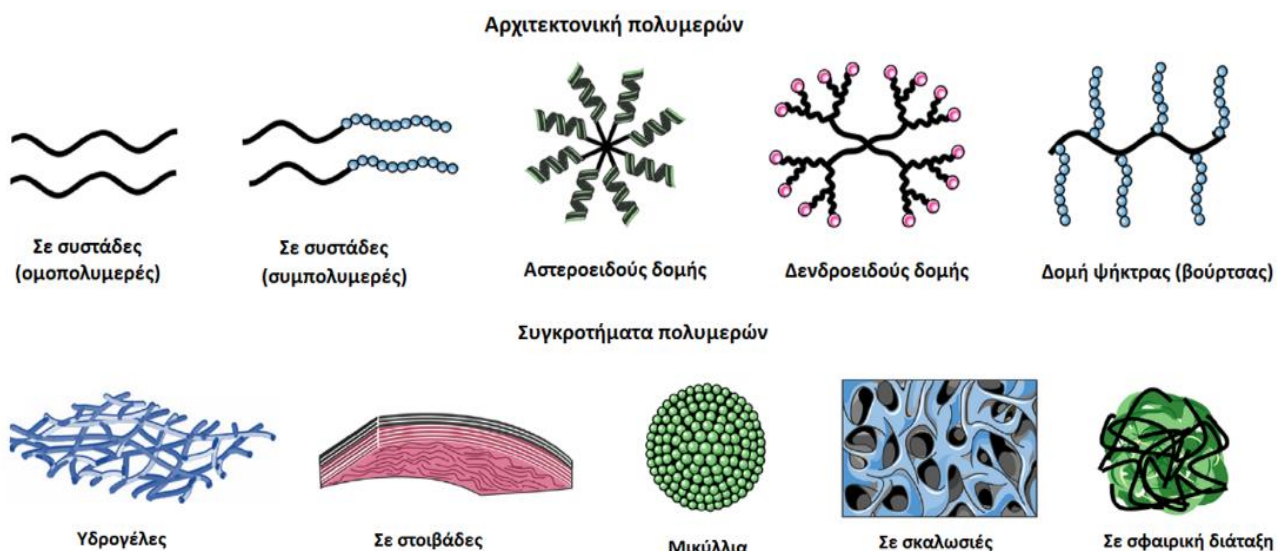


Το τμήμα που προσδίδει στην υφάνσιμη ίνα την ελαστικότητά της, σε κανονική μορφή (χωρίς τάση).



Το τμήμα που προσδίδει στην υφάνσιμη ίνα την ελαστικότητά της, σε εκτεταμένη μορφή (χωρίς τάση).

Σχήμα 3: Η ελασάνη είναι ταυτόχρονα ανθεκτική και ελαστική.



Σχήμα 4: Παραδείγματα μακρομοριακής αρχιτεκτονικής πολυμερών.

Χρήσιμη βιβλιογραφία και δικτυογραφία σχετικά με τις ανωτέρω δραστηριότητες

Cersonsky, R.K., Foster, L.L., Ahn, T., Hall, J.R., van der Laan, L.H. & Scott, F.T. (2017). Augmenting Primary and Secondary Education with Polymer Science and Engineering, *Journal of Chemical Education*, 94(11), 1639-1646.

Reisch, M. (1999) WHAT'S THAT STUFF? *Chemical & Engineering News* (American Chemical Society)
 Διαθέσιμο στο <http://pubsapp.acs.org/cen/whatstuff/stuff/7707scitek4.html>

Carlini, S.A., Adamiak, L. & Gianneschi C.N. (2016). Biosynthetic Polymers as Functional Materials. *Macromolecules*, 49(12), 4379–4394.

(ζ) Δεδομένου ότι η Χημεία της Β' Λυκείου αποτελεί την τελευταία τάξη γενικής παιδείας, ενθαρρύνεται η επέκταση των διδασκόμενων εννοιών μέσω εργασίας τόσο με τη μέθοδο του project όσο και της βιβλιογραφικής διερεύνησης. Σε γενικές γραμμές, οι μαθητές/-τριες σε ομάδες, με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού που διδάσκει το μάθημα της Χημείας, μελετούν τη βιβλιογραφία των θεμάτων. Σε καθορισμένο χρονικό πλαίσιο, συλλέγουν και αναλύουν αξιόπιστα δεδομένα. Παρουσιάζουν την εργασία τους στην ολομέλεια της τάξης. Αξιολογείται τόσο με τη βοήθεια της τάξης όσο και του/της εκπαιδευτικού. Ευκατρία η διάχυση των αποτελεσμάτων της και εκτός της τάξης, π.χ. συγγραφή άρθρου για το περιοδικό του σχολείου, παρουσίαση σε άλλο τμήμα ή σχολείο ή σε μαθητικό συνέδριο. Προτεινόμενα θέματα:

- (i) *Οι νόμοι των αερίων* (συνιστάται και για διεπιστημονική προσέγγιση).
- (ii) *Πράσινη Χημεία*. Μία από τις αρχές της Πράσινης Χημείας στοχεύει στον σχεδιασμό αντιδράσεων και διαδικασιών που θα μεγιστοποιούν την αποτελεσματικότητα της σύνθεσης χημικών προϊόντων με σημαντική εξοικονόμηση πόρων και ελαχιστοποίηση της χρήσης επικίνδυνων ουσιών και παραγωγής χημικών αποβλήτων στο περιβάλλον. Με βάση αυτή την αρχή οι μαθητές/-τριες μπορούν να μελετήσουν διάφορες συνθετικές πορείες.
- (iii) *Αποτύπωμα άνθρακα*. Οι μαθητές/-τριες υπολογίζουν το ανθρακικό (ενεργειακό) αποτύπωμα (carbon footprint, ποσότητα CO₂ σε κιλά ή τόνους ανά έτος) που παράγουν οι δραστηριότητες ενός ανθρώπου ή μιας οικογένειας.
- (iv) *Αρωματικοί υδρογονάνθρακες και επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία*. (Διεπιστημονική Προσέγγιση Χημείας - Βιολογίας).

Οι κυριότερες πηγές εκπομπής αρωματικών υδρογονάνθρακων προέρχονται από την οδική κυκλοφορία, την οικιακή θέρμανση και τις διεργασίες πυρόλυσης στη βιομηχανία. Πολλές ερωτήσεις δέχονται οι αρμόδιες επιτροπές του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για τους κινδύνους που προέρχονται από την απελευθέρωση αρωματικών υδρογονανθράκων από τη χρήση του υλικού ασφαλτόστρωσης στο οδόστρωμα, τόσο κατά την κατασκευή του όσο και στη συνέχεια, συμβάλλοντας στη ρύπανση της τροπόσφαιρας και πιθανώς στον υδροφόρο ορίζοντα. Σύμφωνα με ορισμένες μελέτες, στην περιοχή που γίνεται ασφαλτόστρωση η ποσότητα του βενζολίου στην ατμόσφαιρα τριπλασιάζεται. Η Ευρωπαϊκή Ένωση από το 2004 έχει συστήσει στα κράτη-μέλη δίκτυα παρακολούθησης των συγκεντρώσεων του βενζολίου στον περιβάλλοντα αέρα. Από το έτος 2010 και μετά, τα όρια για τις συγκεντρώσεις του βενζολίου στον περιβάλλοντα αέρα δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 5 nanogram ανά κυβικό μέτρο (ng/m³).

I) Οι μαθητές/-τριες εργάζονται σε ομάδες και με τη συνεργασία των εκπαιδευτικών που διδάσκουν τα μαθήματα της Χημείας και της Βιολογίας, προδιορίζουν προβλήματα υγείας που μπορούν να προκληθούν από το εισπνεόμενο βενζόλιο.

II) Στη βάση δεδομένων του ευρετηρίου ταξινόμησης επικινδυνότητας του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Χημικών Προϊόντων (ECHA) υπάρχουν οι εξής επισημάνσεις:

Για το βενζόλιο (1) και το τολουόλιο (2):



Για τη φαινόλη (3):



Οι μαθητές/-τριες αποκωδικοποιούν τα εικονογράμματα κινδύνου του βενζολίου, του τολουολίου και της φαινόλης και αξιολογούν τις επιπτώσεις των αρωματικών υδρογονανθράκων στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον, σύμφωνα με τις υποδείξεις του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Χημικών Προϊόντων.

- (1) https://echa.europa.eu/el/substance-information/-/substanceinfo/100.000.685?_disssubsinfo_WAR
 - (2) <https://echa.europa.eu/el/substance-information/-/substanceinfo/100.003.297>
 - (3) https://echa.europa.eu/el/substance-information/-/substanceinfo/100.003.303?_disssubsinfo_WAR
- (v) Σύγχρονοι αντιδραστήρες βιομάζας.
 - (vi) Προβλήματα υγείας που συνδέονται με μη ισορροπημένη διατροφή ή δίαιτα.
 - (vii) Η διατροφική αξία των βιταμινών.
 - (viii) Μόρια που άλλαξαν τον κόσμο.
 - (ix) Τα σημαντικότερα βιοδιασπώμενα πολυμερή και οι χρήσεις τους.

2.2.5. Αναλυτική απεικόνιση του Προγράμματος Σπουδών της Γ΄ τάξης Γενικού Λυκείου

Στον Πίνακα 19, κατωτέρω, δίνεται το πλήρες ΠΣ, ενώ στους Πίνακες 20 και 21 δίνονται σχετικά προσαρτήματα ενδεικτικών διδακτικών ωρών και ενδεικτικό ψηφιακό υλικό, αντίστοιχα.

Πίνακας 19: Το Πρόγραμμα Σπουδών της Γ΄ Λυκείου. Με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται τα μαθησιακά αποτελέσματα που σχετίζονται με εργαστηριακή διερεύνηση / άσκηση και με μωβ οι προτεινόμενες δραστηριότητες.

Χημεία Γ΄ τάξης Γενικού Λυκείου			
Θεματικό Πεδίο	Θεματικές ενότητες και υποενότητες	Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα <i>Οι μαθητές/-τριες είναι σε θέση να:</i>	Ενδεικτικές δραστηριότητες
Από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο, στο άτομο και στη δομή του.	1. Σύγχρονες αντιλήψεις για την ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου και τον χημικό δεσμό		
	<p>Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν τη μετεξέλιξη των θεωριών για το άτομο, ώστε να είναι συμβατές με τα παρατηρησιακά (πειραματικά) δεδομένα. • περιγράφουν και εφαρμόζουν βασικές αρχές της κβαντικής Χημείας. • ερμηνεύουν τις περιοδικές ιδιότητες των στοιχείων. • αξιοποιούν τη θεωρία του δεσμού σθένους για να περιγράψουν τον τρόπο που συνδέονται τα άτομα, καθώς και τη δομή και τη γεωμετρία ορισμένων μορίων. 	<ul style="list-style-type: none"> • αναφέρουν τα κύρια χαρακτηριστικά της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (μήκος κύματος, συχνότητα, ταχύτητα διάδοσης, ένταση). • αναγνωρίζουν τις κύριες περιοχές του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. • διακρίνουν ένα συνεχές από ένα γραμμικό φάσμα. • περιγράφουν τις μαθηματικές σχέσεις που εισηγήθηκαν ο M. Planck (ακτινοβολία μέλανος σώματος) και ο A. Einstein (φωτοηλεκτρικό φαινόμενο), οι οποίες συνδέονται με την κβάντωση της ενέργειας. 	<p><u>Διερεύνηση σε ομάδες:</u> Οι μαθητές/-τριες συγκρίνουν διαγράμματα με τα οποία διαπιστώνουν την αποτυχία της κλασικής θεωρίας να ερμηνεύσει τα πειραματικά δεδομένα της ακτινοβολίας μέλανος σώματος και του φωτοηλεκτρικού φαινομένου.</p> <p><i>Εναλλακτικά:</i> Μπορεί να αξιοποιηθεί κατάλληλο ψηφιακό υλικό σχετικό με: (α) το φάσμα μέλανος σώματος, (β) το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.</p>
	<p>1.1. Τα προβλήματα της Φυσικής στις αρχές του 20ού αιώνα.</p>		

<p>1.2. Το ατομικό φάσμα του υδρογόνου και το ατομικό πρότυπο του Bohr.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • κρίνουν το ατομικό πρότυπο Rutherford με βάση το φάσμα εκπομπής του ατόμου του υδρογόνου. • αναφέρουν τις βασικές παραδοχές του μοντέλου του Bohr: <ul style="list-style-type: none"> α) για επίπεδα ενέργειας με τη σχετική μαθηματική εξίσωση. β) για τις μεταπτώσεις μεταξύ των επιπέδων ενέργειας. • υπολογίζουν για το άτομο του υδρογόνου το μήκος κύματος ή τη συχνότητα του φωτονίου σε μία ηλεκτρονική διέγερση ή αποδιέγερση. • αναφέρουν προβλήματα που παρουσιάζει το ατομικό πρότυπο του Bohr. 	<p><u>Διερεύνηση σε ομάδες:</u> Οι μαθητές/-τριες μελετούν πίνακες δεδομένων ή διαγράμματα σχετικά με: (α) πειραματικά δεδομένα από το φάσμα του ατόμου του υδρογόνου, (β) τις προβλέψεις του προτύπου Rutherford, προκειμένου να διαπιστώσουν την αδυναμία του τελευταίου να προβλέψει και να ερμηνεύσει την πραγματικότητα.</p> <p><u>Πείραμα επίδειξης:</u> Πυροχημική ανίχνευση μετάλλων: Οι μαθητές/-τριες καταγράφουν σε φύλλο εργασίας τα χρώματα που παρατηρούν και τα: α) συνδέουν με τις συγκεκριμένες ηλεκτρονικές δομές των μετάλλων, β) χρησιμοποιούν για την ανίχνευσή τους.</p>
<p>1.3. Κβαντική θεωρία.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διατυπώνουν την υπόθεση De Broglie και εξηγούν πώς επιλύει το ζήτημα της κβάντωσης των κυκλικών τροχιών του ηλεκτρονίου. • υπολογίζουν από τη μαθηματική σχέση του De Broglie το μήκος κύματος και τη συχνότητα των υλικών κυμάτων. • εξηγούν γιατί δεν είναι πειραματικά ανιχνεύσιμο το μήκος κύματος De Broglie στον μακρόκοσμο. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν προσομοίωση του πειράματος των δύο σχισμών και ενημερώνονται για το πείραμα των Davisson και Germer. Ακολουθώντας συζητούν για τα συμπεράσματα που εξάγονται.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • αναφέρουν ότι οι δομικές οντότητες της φύσης εκδηλώνουν σωματιδιακή και κυματική συμπεριφορά (κυματοσωματιδιακός δυϊσμός). • διατυπώνουν την αρχή της αβεβαιότητας (απροσδιοριστίας) του Heisenberg για την ορμή και τη θέση ενός σωματιδίου. • εξηγούν γιατί η αρχή της αβεβαιότητας (απροσδιοριστίας) του Heisenberg καταργεί την έννοια της τροχιάς του ηλεκτρονίου. • αναγνωρίζουν ότι η αρχή της αβεβαιότητας (απροσδιοριστίας) θέσης - ορμής είναι εγγενής αρχή της φύσης και όχι αδυναμία των μετρητικών μας οργάνων. • εξηγούν γιατί δεν είναι πειραματικά ανιχνεύσιμη η αρχή της αβεβαιότητας στον μακρόκοσμο. 	
	<p>1.4. Η κυματοσυνάρτηση ψ – Η έννοια του τροχιακού.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν ποιοτικά την κυματική εξίσωση του Schrödinger και τις λύσεις της ψ. • ορίζουν το ατομικό τροχιακό. • αναγνωρίζουν τη φυσική σημασία της συνάρτησης της πυκνότητας πιθανότητας. • αναγνωρίζουν τις αναπαραστάσεις ηλεκτρονιακής πυκνότητας γύρω από τον πυρήνα του ατόμου του υδρογόνου. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Μελέτη των αναπαραστάσεων των τροχιακών s, p και d, με αξιοποίηση κατάλληλου ψηφιακού υλικού.</p>

<p>1.5. Οι κβαντικοί αριθμοί.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • αναφέρουν τι περιγράφει ο κάθε κβαντικός αριθμός (n, l και m_l), καθώς και τι τιμές λαμβάνει. • υπολογίζουν τον αριθμό των υποστιβάδων που έχει μία στιβάδα και τον αριθμό των ατομικών τροχιακών που έχει μια υποστιβάδα. • αναγνωρίζουν το σχήμα των τροχιακών s, p και d, καθώς και τον προσανατολισμό των p τροχιακών. • διατάσσουν από ενεργειακής πλευράς τα ατομικά τροχιακά στο άτομο του υδρογόνου. • περιγράφουν πείραμα που δείχνει την ανάγκη εισαγωγής του κβαντικού αριθμού m_s, τι τιμές λαμβάνει και τι προσδιορίζει (εγγενή στροφορμή του ηλεκτρονίου). • αναφέρουν τι περιγράφει η τετράδα των κβαντικών αριθμών (n, l, m_l, m_s). 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Μελέτη απλοποιημένης εκδοχής των πειραμάτων των Stern και Gerlach με χρήση κατάλληλου ψηφιακού υλικού.</p>
<p>1.6. Η φωτοηλεκτρονική φασματοσκοπία (PhotoElectron Spectroscopy - PES).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τις βασικές αρχές της φωτοηλεκτρονικής φασματοσκοπίας (PES): α) η θέση μιας κορυφής στο φάσμα σχετίζεται με την ενέργεια που απαιτείται για να ιοντιστεί ένα ηλεκτρόνιο από μια ενεργειακή στάθμη, β) το ύψος της κορυφής είναι ανάλογο με τον αριθμό των ηλεκτρονίων σε αυτή τη στάθμη. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες μέσω φύλλου εργασίας εισάγονται με δομημένο τρόπο (μέσω κατάλληλων παρουσιάσεων, προσομοιώσεων κτλ.) στις βασικές αρχές της φασματοσκοπίας PES.</p>
<p>1.7. Η ύπαρξη στιβάδων και υποστιβάδων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ερμηνεύουν προσομοιωμένα φάσματα PES με τη βοήθεια του φορτίου του πυρήνα. • προσδιορίζουν την ηλεκτρονική διαμόρφωση των ατόμων των χημικών στοιχείων για $Z = 1-21$, στη 	<p><u>Διερεύνηση:</u> ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πώς κατανέμονται τα ηλεκτρόνια των ατόμων σε στιβάδες και υποστιβάδες; Οι μαθητές/-τριες εργαζόμενοι/-ες σε ομάδες, με τη βοήθεια σχετικών φύλλων εργασίας, μελετούν προσομοιωμένα φάσματα</p>

		<p>θεμελιώδη τους κατάσταση, αντλώντας πληροφορίες από τα φάσματα PES.</p>	<p>PES επιλεγμένων χημικών στοιχείων. Με τη βοήθεια αυτών καλούνται να ερμηνεύσουν/απαντήσουν σε κατάλληλα ερωτήματα, όπως πώς:</p> <p>(α) ερμηνεύεται η σημαντική διαφορά στην ενέργεια ορισμένων φασματικών κορυφών (διαφορετικές στιβάδες),</p> <p>(β) ερμηνεύεται η μικρή διαφορά στην ενέργεια ορισμένων φασματικών κορυφών (διαφορετικές υποστιβάδες),</p> <p>(γ) ερμηνεύεται το διαφορετικό ύψος των φασματικών κορυφών (πλήθος ηλεκτρονίων στην υποστιβάδα),</p> <p>(δ) προκύπτει η ηλεκτρονική διαμόρφωση ενός ατόμου από το πλήθος και το ύψος των φασματικών κορυφών,</p> <p>(ε) ερμηνεύεται η μετατόπιση της θέσης των κορυφών που αντιστοιχούν στην ίδια υποστιβάδα μεταξύ ατόμων διαφορετικών στοιχείων,</p> <p>(στ) προκύπτει η ηλεκτρονική διαμόρφωση των ατόμων των στοιχείων μέχρι $Z=21$,</p> <p>(ζ) προκύπτει η ανάγκη τροποποίησης του ατομικού προτύπου του Bohr, με βάση δεδομένα PES των ατόμων H, He και Be και προχωρώντας στο B και τον C.</p>
<p>1.8. Οι αρχές της ηλεκτρονικής δόμησης των στοιχείων.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • διατυπώνουν την Απαγορευτική Αρχή του Pauli. • διατυπώνουν την Αρχή της Ελάχιστης Ενέργειας (κανόνας των Klechkowsky-Madelung). • διατυπώνουν την Αρχή του Μεγίστου <i>Spin</i> ($1^{\text{ος}}$ κανόνας του Hund). • συνδυάζουν τις αρχές της ηλεκτρονικής δόμησης για να προσδιορίσουν την ηλεκτρονική δομή στοιχείων με Z μέχρι 38. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u></p> <p>Οι μαθητές/-τριες εργάζονται σε ομάδες για την κατανομή ηλεκτρονίων διαφόρων ατόμων στη θεμελιώδη τους κατάσταση σε στιβάδες, υποστιβάδες και ατομικά τροχιακά.</p>

Η περιοδικότητα των χημικών στοιχείων.	<p>1.9. Ο σύγχρονος Περιοδικός Πίνακας και η περιοδικότητα των ιδιοτήτων των στοιχείων.</p> <p>1.9.1. Ο Περιοδικός Πίνακας.</p> <p>1.9.2. Τα στοιχεία μετάπτωσης.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • εξηγούν τη βασική αρχή δόμησης του Περιοδικού Πίνακα. • διακρίνουν τους τομείς <i>s</i>, <i>p</i>, <i>d</i> και <i>f</i> στον Περιοδικό Πίνακα. • διατυπώνουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά που διαμοιράζονται τα στοιχεία του τομέα <i>d</i> (στοιχεία μετάπτωσης), όπως ο μεταλλικός χαρακτήρας, η πολλαπλότητα του αριθμού οξείδωσης και το χρώμα στις ενώσεις τους. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Μελέτη στοιχείων των διαφόρων τομέων με τη βοήθεια διαδραστικού Περιοδικού Πίνακα.</p> <p><u>Εργαστηριακή Επίδειξη:</u> Οξειδωτικές καταστάσεις του Mn. Ο/Η εκπαιδευτικός αναμειγνύει διάλυμα $KMnO_4$ με διάλυμα ζάχαρης και $NaOH$ και οι μαθητές/-τριες παρατηρούν τα χρώματα των διαφορετικών ενώσεων του Mn που σχηματίζονται, καθώς το Mn ανάγεται και μειώνεται ο αριθμός οξείδωσής του.</p>
	<p>1.9.3. Η μεταβολή της ατομικής ακτίνας και της ενέργειας $1^{ου}$ ιοντισμού στον Περιοδικό Πίνακα.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν την έννοια του δραστικού πυρηνικού φορτίου του ατόμου ενός στοιχείου. • ερμηνεύουν τη γενική τάση μεταβολής της ατομικής ακτίνας σε μια ομάδα και σε μία περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. • ορίζουν την ενέργεια $1^{ου}$, $2^{ου}$ και $3^{ου}$ ιοντισμού. • εξηγούν τη γενική τάση μεταβολής της ενέργειας $1^{ου}$ ιοντισμού σε μια ομάδα και σε μία περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. 	<p><u>Διερεύνηση:</u> ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Ποια είναι η γενική τάση μεταβολής της ενέργειας $1^{ου}$ ιοντισμού σε μία ομάδα και σε μία περίοδο του Περιοδικού Πίνακα; Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες, με τη βοήθεια σχετικών φύλλων εργασίας, μελετούν διαγράμματα ή/και πίνακες που αναδεικνύουν τη γενική τάση μεταβολής της ενέργειας $1^{ου}$ ιοντισμού σε μια ομάδα και σε μία περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Στη συνέχεια καλούνται να εξαγάγουν συμπεράσματα.</p>
	<p>1.9.4. Η ηλεκτραρνητικότητα και η μεταβολή της στον Περιοδικό Πίνακα.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν την ηλεκτραρνητικότητα ως την τάση ενός ατόμου να έλκει προς το μέρος του ηλεκτρόνια, όταν συμμετέχει σε χημικό δεσμό. 	<p><u>Διερεύνηση:</u> ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πώς σχετίζεται το είδος του αναπτυσσόμενου δεσμού με την ηλεκτραρνητικότητα των εμπλεκόμενων στοιχείων; Στους/Στις μαθητές/-τριες δίνεται φύλλο εργασίας και τους ζητείται να προβλέψουν το είδος του δεσμού που θα</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • εξηγούν τη γενική τάση μεταβολής των τιμών της ηλεκτραρνητικότητας σε μια περίοδο και μια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. • συσχετίζουν την πόλωση ενός δεσμού με τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ των στοιχείων που δημιουργούν τον δεσμό, αξιοποιώντας πίνακα με τιμές ηλεκτραρνητικότητας κατά Pauling ή/και χάρτες ηλεκτροστατικού δυναμικού (Electrostatic Potential Maps -EPM). 	<p>δημιουργηθεί, αξιοποιώντας πίνακα με τιμές ηλεκτραρνητικότητας κατά Pauling.</p> <p>Ακολουθώντας τους δίνονται χάρτες ηλεκτροστατικού δυναμικού (EPM) για διάφορες ενώσεις και τους ζητείται να αναγνωρίσουν περιοχές υψηλής και χαμηλής ηλεκτρονιακής πυκνότητας.</p>
Οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών σωματιδίων των υλικών.	<p>1.10. Από το άτομο στο μόριο.</p> <p>1.10.1. Οι βασικές αρχές της Θεωρίας Δεσμού Σθένους.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τις βασικές αρχές της Θεωρίας Δεσμού Σθένους (Heitler, London, Pauling). • εξηγούν την ενεργειακή σταθεροποίηση που επάγεται στο μόριο του υδρογόνου από τον σχηματισμό του ομοιοπολικού δεσμού. • διακρίνουν τους ομοιοπολικούς δεσμούς σε σ- και π-. • ελέγχουν αν οι προβλέψεις της απλής επικάλυψης των ατομικών τροχιακών είναι συμβατές με τη γεωμετρία των μορίων. 	<p>Διερεύνηση: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ 1: Γιατί τα άτομα κάνουν δεσμούς; Οι μαθητές/-τριες μελετούν σε ομάδες το ενεργειακό διάγραμμα της δημιουργίας του ομοιοπολικού δεσμού στο μόριο του υδρογόνου και προσπαθούν να εξηγήσουν τη μορφή του. Εναλλακτικά μελετούν σχετικές προσομοιώσεις.</p> <p>ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ 2: Μπορούμε να προβλέψουμε τη γεωμετρία απλών ενώσεων με βάση τη Θεωρία Δεσμού Σθένους; Οι μαθητές/-τριες εργάζονται σε ομάδες και προσπαθούν να προβλέψουν τη γεωμετρία ενώσεων, όπως το H_2S και η PH_3. Στη συνέχεια προσπαθούν να κάνουν το ίδιο σε μόρια όπως η NH_3 και το CH_4.</p>
	<p>1.10.2. Τα υβριδικά τροχιακά.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τις βασικές αρχές των υβριδικών τροχιακών. • σχεδιάζουν ποιοτικά ενεργειακά διαγράμματα και εξηγούν μέσω αυτών την ανάπτυξη των ομοιοπολικών δεσμών σε διάφορα μόρια. 	<p>Εισαγωγική δραστηριότητα: Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες καλούνται να απαντήσουν στο ερώτημα: Τι τροποποιήσεις θα προτείνατε στη Θεωρία Δεσμού Σθένους, ώστε να ερμηνευτεί η τετραεδρική γεωμετρία (4 ισότιμοι ομοιοπολικοί δεσμοί) στο CH_4;</p> <p>1^η Δραστηριότητα:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • προσδιορίζουν τον υβριδισμό ορισμένων μορίων, όπως BeCl_2, BF_3, H_2O, H_3O^+, NH_3, NH_4^+, CH_4, $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ και $\text{CH}\equiv\text{CH}$. • συσχετίζουν τον υβριδισμό μορίων ή ιόντων, όπως BeCl_2, BF_3, H_2O, H_3O^+, NH_3, NH_4^+, CH_4, $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ και $\text{CH}\equiv\text{CH}$, με τη γεωμετρία τους. 	<p>Διερευνάται ο σχηματισμός δεσμών με χρήση υβριδικών τροχιακών σε μόρια ή ιόντα όπως τα BeCl_2, BF_3, H_2O, H_3O^+, NH_3, NH_4^+, CH_4, $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ και $\text{CH}\equiv\text{CH}$, καθώς και η γεωμετρία τους.</p> <p><i>Εναλλακτικά:</i> Μελέτη σχηματισμού δεσμών μέσω υβριδικών τροχιακών και γεωμετρίας των μορίων με αξιοποίηση κατάλληλου ψηφιακού υλικού και εξαγωγή σχετικών συμπερασμάτων.</p> <p><u>2^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες συγκρίνουν τη δομή του CH_4 με αυτές του NH_4^+, της NH_3 και του H_2O.</p> <p><u>3^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες μέσω κατάλληλου ψηφιακού υλικού μελετούν τη δομή του πάγου.</p>
Οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών σωματιδίων των υλικών.	2. Εισαγωγή στις φασματοσκοπικές τεχνικές ανάλυσης		
	<p>Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν ότι η Χημεία αξιοποιεί στη μελέτη του κόσμου τις αλληλεπιδράσεις της ύλης με την ακτινοβολία. • περιγράφουν τι είναι η φασματοσκοπία και πώς την αξιοποιεί η Χημεία. • περιγράφουν συγκεκριμένες φασματοσκοπικές τεχνικές, όπως φασματοσκοπία UV-VIS, φασματοσκοπία IR και φασματοσκοπία μάζας. • εξάγουν συμπεράσματα από φασματοσκοπικά δεδομένα. 		
	<p>2.1. Η φασματοσκοπία ορατού-υπεριώδους (UV-Vis).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • συσχετίζουν το χρώμα μιας ουσίας (και των διαλυμάτων της) με την ιδιότητά της να απορροφά στο ορατό. • περιγράφουν ένα φάσμα ορατού-υπεριώδους (UV-Vis) ως μια γραφική παράσταση της μεταβολής της απορρόφησης (A) σε συνάρτηση με το μήκος κύματος (λ) της ακτινοβολίας. 	<p><u>1^η Δραστηριότητα:</u> Δίνεται στους/στις μαθητές/-τριες αντίγραφο του τροχού (δίσκου) του Νεύτωνα και συμπληρώνουν φύλλο εργασίας με το χρώμα που αναμένεται να έχει ένα υλικό, όταν τα μόρια που το αποτελούν απορροφούν κάποια συχνότητα φωτός (χρώμα).</p> <p><u>2^η Δραστηριότητα:</u></p>

		<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν ότι ένα φάσμα ορατού-υπεριώδους (UV-Vis) είναι συνεχές. • ορίζουν τη διαπερατότητα (T), την απορρόφηση (A) και τον συντελεστή μοριακής απορρόφησης (ϵ). • αναφέρουν τον νόμο των Beer – Lambert. 	<p>Στους/Στις μαθητές/-τριες δίνονται φάσματα απορρόφησης UV-Vis έγχρωμων ενώσεων, όπως ενώσεων των μετάλλων μεταπτώσεως, φυσικών ή τεχνητών χρωστικών (π.χ. ζωμός από σπανάκι ή παντζάρι ή κόκκινο λάχανο, Brilliant blue - E133, οι οποίες απορροφούν στο ορατό λόγω των συζυγιακών συστημάτων που διαθέτουν) και ενώσεων με βιοχημικό ενδιαφέρον (π.χ. της χλωροφύλλης ή μιας πρωτεΐνης που έχει αλληλεπιδράσει με το αντιδραστήριο της διουρίας). Οι μαθητές/-τριες αναζητούν το μήκος κύματος στο οποίο η εξεταζόμενη ένωση παρουσιάζει τη μέγιστη απορρόφηση (λ_{\max}) στην περιοχή του ορατού.</p>
	<p>2.2. Η φασματοφωτομετρία.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν την αρχή στην οποία στηρίζεται η φασματοφωτομετρία απορρόφησης, καθώς και τις δυνατότητές της. • σχεδιάζουν καμπύλη αναφοράς από πειραματικά δεδομένα. • προσδιορίζουν τη συγκέντρωση μιας χρωστικής σε ένα δείγμα, αξιοποιώντας κατάλληλη καμπύλη αναφοράς. 	<p>Εργαστηριακή Διερεύνηση: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πώς μπορούμε να προσδιορίσουμε φασματοφωτομετρικά, με τη χρήση ορατής ακτινοβολίας, την περιεκτικότητα διαλύματος στη χημική ένωση A;</p> <p>Οι μαθητές/-τριες, εργαζόμενοι/-ες σε ομάδες και με τη βοήθεια φύλλου εργασίας, χρησιμοποιούν ένα φασματοφωτόμετρο κατασκευασμένο από απλά υλικά προκειμένου να δώσουν απάντηση σε ένα πρόβλημα ποσοτικού προσδιορισμού. Επί παραδείγματι τους ζητείται να προσδιορίσουν τη συγκέντρωση μιας χρωστικής ζαχαροπλαστικής σε ένα εμπορικός διαθέσιμο ποτό ή σε ένα διάλυμα που παρασκευάστηκε στο εργαστήριο. Στους/Στις μαθητές/-τριες παρέχονται τα απαραίτητα πρότυπα διαλύματα αναφοράς της υπό μελέτη χρωστικής (τυπικά 4 με 5 διαλύματα). Οι μαθητές/-τριες συνεργάζονται σε ομάδες και κάνουν μετρήσεις με βάση τις οποίες σχεδιάζουν την καμπύλη αναφοράς και τελικά προσδιορίζουν την άγνωστη συγκέντρωση της χρωστικής στις κατάλληλες μονάδες, π.χ. μg χρωστικής ανά 500 mL δείγματος.</p> <p>Παρατήρηση: Αν δεν είναι εφικτό να γίνει η άσκηση πειραματικά, τότε να δοθούν στους/στις μαθητές/-τριες δεδομένα μετρήσεων για να</p>

			<p>σχεδιάσουν το διάγραμμα αναφοράς και στη συνέχεια να προσδιορίσουν τη ζητούμενη συγκέντρωση.</p> <p><i>Εναλλακτικά:</i> Η διερεύνηση μπορεί να γίνει με αξιοποίηση κατάλληλης ψηφιακής προσομοίωσης.</p>
<p>2.3. Η υπέρυθη φασματοσκοπία (IR).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τον χημικό δεσμό σαν ένα ελατήριο που μπορεί να δονείται με μια φυσική συχνότητα (ιδιοσυχνότητα), η οποία εξαρτάται από την ισχύ του δεσμού και τη μάζα των εμπλεκόμενων ατόμων. • διερευνούν τις δύο κύριες κατηγορίες δόνησης των μορίων (έκταση και κάμψη) και τις υποπεριπτώσεις τους χρησιμοποιώντας ως παραδείγματα ένα διατομικό μόριο (π.χ. το H-Cl) και ένα τριατομικό μόριο (π.χ. το H₂O). • αναφέρουν ότι η ενέργεια που απαιτείται για να θέσει τα μόρια σε δόνηση μεγίστου πλάτους (συντονισμός) εμπίπτει στα όρια της υπέρυθρης ακτινοβολίας (IR). • αναφέρουν ότι απαραίτητη προϋπόθεση προκειμένου να διεγερθεί ένα μόριο με υπέρυθη ακτινοβολία είναι να μεταβάλλεται η διπολική ροπή του κατά τη δόνηση. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν προσομοιώσεις δόνησης δεσμών σε διάφορα απλά μόρια και προσπαθούν να τις περιγράψουν με χρήση των όρων «έκταση δεσμών» και «κάμψη γωνιών».</p>	
<p>2.4. Χρησιμοποιώντας την υπέρυθη φασματοσκοπία.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν ότι συγκεκριμένοι δεσμοί μεταξύ ατόμων απορροφούν συστηματικά στην ίδια περίπτωση συχνότητα, ανεξαρτήτως της δομής που έχει το υπόλοιπο μόριο. • ορίζουν τον κυματαριθμό ως μονάδα συχνότητας εκφρασμένο σε cm⁻¹. 	<p><u>Διερεύνηση:</u> ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Ποιες χαρακτηριστικές ομάδες φέρουν οι ενώσεις Α-Δ; Δίνονται τα φάσματα IR των ενώσεων Α-Δ. Οι μαθητές/-τριες εργαζόμενοι/-ες σε ομάδες, με τη βοήθεια σχετικών φύλλων εργασίας, μελετούν φάσματα IR αγνώστων σε αυτούς/-ές ενώσεων και προσπαθούν να εντοπίσουν ομάδες (δεσμούς) με χαρακτηριστικές κορυφές στο υπέρυθρο φάσμα, όπως το καρβονύλιο και το υδροξύλιο.</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν ένα φάσμα IR ως μια γραφική παράσταση της μεταβολής της διαπερατότητας (T) σε συνάρτηση με τον κυματαριθμό ($1/\lambda$) και αναγνωρίζουν ότι η κατεύθυνση μιας κορυφής είναι από επάνω προς τα κάτω. • ταυτοποιούν με τη βοήθεια φασμάτων IR και αναλυτικών πινάκων συχνοτήτων δόνησης δεσμών την ύπαρξη των χαρακτηριστικών ομάδων και των πολλαπλών δεσμών: υδροξυλομάδα, καρβονυλομάδα, διπλό δεσμό άνθρακα-άνθρακα, τριπλό δεσμό άνθρακα-άνθρακα (δεσμών) και κυανομάδα σε ένα μόριο. 	
	<p style="text-align: center;">2.5. Η φασματομετρία μάζας (MS).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ορίζουν τη φασματομετρία μάζας (MS) ως μια αναλυτική τεχνική ποιοτικού προσδιορισμού χημικών ενώσεων. • περιγράφουν τη διαδικασία παραγωγής ιόντων και θραυσμάτων σε έναν φασματογράφο μάζας. • αναγνωρίζουν ένα φάσμα μάζας ως ένα ραβδόγραμμα μεταβολής της σχετικής έντασης των ιόντων ως προς το πηλίκιο m/e. • αναγνωρίζουν την κορυφή με τον μεγαλύτερο λόγο m/e, ως το μοριακό ιόν (M^{+}). • συνδυάζουν δεδομένα από απλουστευμένο φάσμα μάζας και άλλες κατάλληλες πληροφορίες, προκειμένου να κάνουν υποθέσεις για τον συντακτικό τύπο μιας χημικής ένωσης. 	<p><u>Διερεύνηση:</u> ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Μπορούμε να προσεγγίσουμε τον Συντακτικό Τύπο μιας ένωσης από το φάσμα μάζας της;</p> <p>Οι μαθητές/-τριες εργαζόμενοι/-ες σε ομάδες, με τη βοήθεια σχετικών φύλλων εργασίας και σχετικού πίνακα θραυσμάτων, μελετούν φάσμα MS άγνωστης σε αυτούς/-ές ένωσης, βρίσκουν τη σχετική μοριακή της μάζα και προσπαθούν να εντοπίσουν ομάδες (θραύσματα) με χαρακτηριστικές κορυφές. Από όλες αυτές τις πληροφορίες προτείνουν συντακτικό τύπο για την υπό μελέτη ένωση.</p>

		3. Οξειδοαναγωγή – Ηλεκτροχημεία		
Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.	Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:			
	<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν και συμπληρώνουν αντιδράσεις οξειδοαναγωγής. • συσχετίζουν τις αντιδράσεις οξειδοαναγωγής με τη δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος και αποθήκευσης ενέργειας. • συνδέουν τις αντιδράσεις οξειδοαναγωγής με σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές. 			
	3.1. Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις. 3.1.1. Ημιαντιδράσεις οξειδωσης – αναγωγής.	<ul style="list-style-type: none"> • διακρίνουν το οξειδωτικό και το αναγωγικό μέσο σε μια χημική αντίδραση, αξιοποιώντας τη μεταβολή του Αριθμού Οξειδωσης (ΑΟ). • αναλύουν μία οξειδοαναγωγική αντίδραση σε δύο επιμέρους ημιαντιδράσεις (οξειδωσης και αναγωγής), για ορισμένα συνήθη οξειδωτικά και αναγωγικά μέσα. • συμπεραίνουν ότι υπάρχουν χημικές ουσίες που άλλοτε συμπεριφέρονται ως οξειδωτικά και άλλοτε ως αναγωγικά μέσα. 	<u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες: α) διαπιστώνουν, με βάση κατάλληλες χημικές εξισώσεις, ότι δεν υπάρχει οξειδωτικό χωρίς αναγωγικό μέσο, β) εντοπίζουν σε κατάλληλα ζεύγη χημικών εξισώσεων ότι η ίδια ουσία στη μία αντίδραση μπορεί να δρα ως οξειδωτικό μέσο και στην άλλη μπορεί να δρα ως αναγωγικό μέσο.	
	3.1.2. Ισοστάθμιση χημικών εξισώσεων οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων.	<ul style="list-style-type: none"> • ισοσταθμίζουν χημικές εξισώσεις οξειδοαναγωγής, στις οποίες δίνονται αντιδρώντα και προϊόντα, με βάση είτε τις ημιαντιδράσεις οξειδωσης και αναγωγής είτε τις μεταβολές του αριθμού οξειδωσης. 	<u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες με τη χρήση κατάλληλου φύλλου εργασίας ισοσταθμίζουν χημικές εξισώσεις αντιδράσεων οξειδοαναγωγής.	
3.2. Ηλεκτροχημεία. 3.2.1. Γαλβανικά στοιχεία.	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τη διάταξη και τη λειτουργία ενός απλού γαλβανικού στοιχείου (στοιχείο Daniell). • κατασκευάζουν ένα γαλβανικό στοιχείο από απλά υλικά. 	<u>Εργαστηριακή άσκηση:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες, με βάση κατάλληλο φύλλο εργασίας, εκτελούν πειράματα, όπως: α) επίδρασης ελάσματος Zn ή σιδερένιου καρφιού σε υδατικό διάλυμα CuSO_4 και συσχετίζουν τη μετακίνηση ηλεκτρονίων από το αναγωγικό στο οξειδωτικό μέσο με τη διαφορά δυναμικού.		

		<ul style="list-style-type: none"> • διατυπώνουν τον ορισμό του δυναμικού (E) γαλβανικού στοιχείου. 	<p>β) κατασκευής ενός γαλβανικού στοιχείου, π.χ. του στοιχείου Daniell.</p> <p>Παράλληλα, με τη βοήθεια κατάλληλου ψηφιακού υλικού περιγράφουν σε υπομικροσκοπικό επίπεδο ένα γαλβανικό στοιχείο, ορίζουν το δυναμικό του (E) και εξηγούν πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.</p>
<p>3.2.2. Το πρότυπο δυναμικό και οι εφαρμογές του.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τη διάταξη του πρότυπου ηλεκτροδίου υδρογόνου και εξηγούν τη χρησιμότητά του ως ηλεκτροδίου αναφοράς. • διατυπώνουν τον ορισμό του πρότυπου δυναμικού ημιστοιχείου (ηλεκτροδίου) (E^\ominus). • υπολογίζουν το πρότυπο δυναμικό γαλβανικού στοιχείου $E^\ominus_{\text{στοιχείου}}$ συνδυάζοντας τα πρότυπα δυναμικά αναγωγής (E^\ominus) των ηλεκτροδίων του ($E^\ominus_{\text{στοιχείου}} = E^\ominus_{\text{καθόδου}} - E^\ominus_{\text{ανόδου}}$). • προβλέπουν αν μια αντίδραση γίνεται αυθόρμητα με κριτήριο $E^\ominus_{\text{στοιχείου}} > 0$. • καθορίζουν με βάση τις τιμές E^\ominus τη σειρά της οξειδωτικής ισχύος των αμετάλλων και τη σειρά της αναγωγικής ισχύος των μετάλλων. 	<p><u>Διερεύνηση:</u></p> <p>Οι μαθητές/-τριες με βάση κατάλληλο ψηφιακό υλικό καταγράφουν τιμές δυναμικού γαλβανικού στοιχείου για διαφορετικές συγκεντρώσεις αντιδρώντος. Από τον πίνακα τιμών που παράγεται διερευνούν ποιοτικά τη σχέση μεταξύ συγκέντρωσης αντιδρώντος και δυναμικού γαλβανικού στοιχείου.</p> <p><i>Εναλλακτικά:</i></p> <p>Οι μαθητές/-τριες με βάση κατάλληλο πίνακα τιμών διερευνούν ποιοτικά τη σχέση μεταξύ συγκέντρωσης αντιδρώντος και δυναμικού γαλβανικού στοιχείου.</p> <p><u>Δραστηριότητα:</u></p> <p>Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες με τη χρήση κατάλληλου φύλλου εργασίας, καθώς και με τη βοήθεια κατάλληλων λογισμικών:</p> <p>α) καθορίζουν, με βάση τις τιμές των προτύπων δυναμικών αναγωγής (E^\ominus), τη σειρά οξειδωτικής ισχύος αμετάλλων και τη σειρά αναγωγικής ισχύος μετάλλων</p> <p>β) προβλέπουν αν μια αντίδραση γίνεται αυθόρμητα με κριτήριο $E^\ominus_{\text{στοιχείου}} > 0$.</p>

<p>Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία.</p>	<p>3.2.3. Μπαταρίες – Κυψέλες καυσίμου.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τις μπαταρίες ως συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από χημικές αντιδράσεις. • περιγράφουν συνοπτικά: <ol style="list-style-type: none"> α) την μπαταρία ιόντων Li, β) την κυψέλη καυσίμου H₂. • αναφέρουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του στοιχείου καυσίμου H₂ και τη χρησιμότητά του στην εξέλιξη της τεχνολογίας των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Υποχρεωτική η ηλεκτροκίνηση στην Ευρώπη μετά το 2030; Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες με τη χρήση κατάλληλου φύλλου εργασίας καθώς και με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού μελετούν τη λειτουργία κυψελών καυσίμου και καταγράφουν τα πλεονεκτήματά τους σε σχέση με τις κοινές συσκευές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.</p>
<p>Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>	<p>3.3. Ηλεκτρόλυση – Προϊόντα και εφαρμογές.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τη διάταξη λειτουργίας ενός ηλεκτρολυτικού στοιχείου. • προσδιορίζουν την άνοδο και την κάθοδο σε ένα ηλεκτρολυτικό στοιχείο. • διερευνούν την ηλεκτρόλυση: <ol style="list-style-type: none"> α) υδατικού διαλύματος H₂SO₄, β) υδατικού διαλύματος NaCl, γ) τήγματος NaCl. • γράφουν τις αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα σε κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις ηλεκτρόλυσης. • αναφέρουν εφαρμογές της ηλεκτρόλυσης στη βιομηχανία, όπως η παραγωγή αργιλίου από βωξίτη, η επιμετάλλωση κ.ά. 	<p><u>1^η Δραστηριότητα:</u> Ερευνητικό ερώτημα 1: Είναι δυνατόν μια μη αυθόρμητη αντίδραση να λάβει χώρα και με ποιον τρόπο;</p> <p>Ερευνητικό ερώτημα 2: Πώς θα μπορούσε να παραχθεί Na από NaCl;</p> <p>Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες, με τη χρήση κατάλληλου φύλλου εργασίας και με τη βοήθεια κατάλληλου ψηφιακού υλικού, διερευνούν την ηλεκτρόλυση:</p> <ol style="list-style-type: none"> α) διαλύματος NaCl, β) τήγματος NaCl. <p>Στη συνέχεια, καταγράφουν τη διαφορά μεταξύ ηλεκτρολυτικού και γαλβανικού στοιχείου, προσδιορίζουν τα ηλεκτρόδια ανόδου και καθόδου, καταγράφουν αναλόγως τις ημιαντιδράσεις οξειδωσης ή αναγωγής που εκδηλώνονται σε αυτά, καθώς και ενδεχόμενες δευτερεύουσες αντιδράσεις.</p> <p><u>2^η Δραστηριότητα:</u></p>

			Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες με τη χρήση φύλλου εργασίας, καθώς και κατάλληλου ψηφιακού υλικού μελετούν εφαρμογές της ηλεκτρόλυσης, π.χ. επιμετάλλωση και ηλεκτρολυτικός καθαρισμός, ηλεκτρόλυση διαλυμάτων CuSO_4 με ηλεκτρόδια Cu .
Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.	4. Εισαγωγή στη Χημική Θερμοδυναμική		
	<p>Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • συσχετίζουν τις χημικές αντιδράσεις με μεταβολές ενέργειας με τη μορφή θερμότητας και έργου. • περιγράφουν και εφαρμόζουν βασικές έννοιες και νόμους της χημικής θερμοδυναμικής. 		
	<p>4.1. Η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας στα χημικά φαινόμενα.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • περιγράφουν τις έννοιες «θερμοχημεία» και «χημική θερμοδυναμική», «ενέργεια», «έργο» και «θερμότητα», «σύστημα» («ανοικτό», «κλειστό», «απομονωμένο») και «περιβάλλον». • διατυπώνουν τον 1^ο νόμο της θερμοδυναμικής, αναγνωρίζοντας ότι πρόκειται για διαφορετική διατύπωση της Αρχής Διατήρησης της Ενέργειας. • περιγράφουν τον όρο «εσωτερική ενέργεια» ενός συστήματος, αναγνωρίζοντας ότι δε δύναται να προσδιοριστεί η απόλυτη τιμή της, αλλά μόνο οι μεταβολές της, ως ποσά έργου και θερμότητας. • ορίζουν τον όρο <i>καταστατική ιδιότητα</i> συστήματος. 	<p><u>Καταιγισμός ιδεών:</u> Οι μαθητές/-τριες αναφέρουν παραδείγματα από τη μηχανική σχετικά με τις αλληλομετατροπές κινητικής και δυναμικής ενέργειας.</p>
<p>4.2. Η ενθαλπία.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ορίζουν την ενθαλπία ενός συστήματος μέσω της σχέσης $H = U + PV$. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες μελετούν: α) παραδείγματα θερμοχημικών εξισώσεων,</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα εισαγωγής της μεταβολής της ενθαλπίας (ΔH) ως τη θερμότητα που ανταλλάσσει το σύστημα με το περιβάλλον υπό σταθερή πίεση. • αναφέρουν τι ονομάζεται πρότυπη κατάσταση μιας ουσίας. • αναφέρουν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η μεταβολή ενθαλπίας (ΔH). • διατυπώνουν τον ορισμό της πρότυπης μεταβολής ενθαλπίας (ΔH^\ominus). • ορίζουν την πρότυπη ενθαλπία αντίδρασης ως $\Delta H_{\text{αντίδρασης}}^\ominus = \Delta H_{\text{προϊόντων}}^\ominus - \Delta H_{\text{αντιδρώντων}}^\ominus$ • περιγράφουν τη θερμοχημική εξίσωση. • συσχετίζουν τις τιμές $\Delta H > 0$ με ενδόθερμες μεταβολές και τιμές $\Delta H < 0$ με εξώθερμες μεταβολές. • σχεδιάζουν απλά γραφήματα ενθαλπίας (H) σε σχέση με την εξέλιξη της αντίδρασης για ενδόθερμες και εξώθερμες αντιδράσεις. 	<p>β) γραφήματα μεταβολής ενθαλπίας για διάφορες αντιδράσεις, καθώς και για αντιδράσεις που κάποιο αντιδρόν ή προϊόν είναι σε διαφορετική αλλοτροπική μορφή ή φυσική κατάσταση, και εξάγουν συμπεράσματα.</p>
	<p>4.3. Νόμοι της Θερμοχημείας.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διατυπώνουν τους νόμους του Hess και των Lavoisier-Laplace. • αναγνωρίζουν ότι οι νόμοι του Hess και των Lavoisier-Laplace προκύπτουν από την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας. 	

		<ul style="list-style-type: none"> • εφαρμόζουν τους νόμους του Hess και των Lavoisier-Laplace. 	
	<p>4.4. Η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού και η πρότυπη ενέργεια δεσμού.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ορίζουν την πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού μιας ουσίας (ΔH_f^\ominus). • συνδυάζουν βιβλιογραφικά δεδομένα τιμών ΔH_f^\ominus για να προσδιορίσουν την πρότυπη ενθαλπία μιας αντίδρασης. • ορίζουν την πρότυπη ενέργεια δεσμού ενός διατομικού μορίου ΔH_B^\ominus. • συνδυάζουν βιβλιογραφικά δεδομένα τιμών ΔH_B^\ominus για να προσδιορίσουν την πρότυπη ενθαλπία μιας αντίδρασης. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Δίνεται στους/στις μαθητές/-τριες κατάλληλο φύλλο εργασίας που περιλαμβάνει πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού και πρότυπες ενέργειες δεσμών. Οι μαθητές/-τριες υπολογίζουν βάσει αυτών τις πρότυπες ενθαλπίες για διάφορες αντιδράσεις.</p>
<p>Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.</p>	5. Χημική Κινητική		
	<p>Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • εξηγούν ότι τα διάφορα χημικά φαινόμενα εξελίσσονται με διαφορετικές ταχύτητες. • περιγράφουν τις θεωρίες, τους νόμους και τους παράγοντες που συνδέονται με τις ταχύτητες των χημικών αντιδράσεων. • εκτιμούν τη σημασία της κατάλυσης στη χημική και βιοχημική τεχνολογία. • δίνουν ερμηνείες και κάνουν υπολογισμούς σε θέματα που αφορούν τις ταχύτητες των χημικών αντιδράσεων. 		
	<p>5.1.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • αναφέρουν το αντικείμενο μελέτης της χημικής κινητικής. 	<p><u>Διερεύνηση:</u> ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πότε οι συγκρούσεις είναι αποτελεσματικές;</p>

<p>Με ποιον τρόπο πραγματοποιείται μια χημική αντίδραση;</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διερευνούν τους παράγοντες που καθορίζουν πότε πραγματοποιείται μία χημική αντίδραση, με βάση τη θεωρία των συγκρούσεων. • περιγράφουν την πραγματοποίηση της χημικής αντίδρασης με βάση τη θεωρία της μεταβατικής κατάστασης. • ορίζουν την ενέργεια ενεργοποίησης. • περιγράφουν τη δημιουργία του ενεργοποιημένου συμπλόκου (μεταβατικής κατάστασης) και συσχετίζουν την ενέργειά του με την ενέργεια ενεργοποίησης. • ερμηνεύουν ενεργειακά διαγράμματα δυναμικής ενέργειας ανά mol σε σχέση με την εξέλιξη της αντίδρασης, αξιοποιώντας την ενέργεια ενεργοποίησης και τη μεταβολή ενθαλπίας. 	<p>Οι μαθητές/-τριες εργαζόμενοι/-ες σε ομάδες, με κατάλληλο φύλλο εργασίας και διαδραστικό ψηφιακό υλικό, εκτελούν μια σειρά εικονικών πειραμάτων που αφορούν συγκρούσεις μεταξύ μορίων αντιδρώντων, τα οποία διαφέρουν ως προς την ταχύτητα ή/και τον προσανατολισμό τους. Με βάση τα πειραματικά δεδομένα διερευνούν πότε οι συγκρούσεις είναι αποτελεσματικές.</p> <p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες εργαζόμενοι/-ες σε ομάδες, με κατάλληλο φύλλο εργασίας και διαδραστικό ψηφιακό υλικό, ερμηνεύουν ενεργειακά διαγράμματα των αντιδράσεων προσδιορίζοντας τις ενέργειες των αντιδρώντων, των προϊόντων, του ενεργοποιημένου συμπλόκου και την ενέργεια ενεργοποίησης.</p>
<p>5.2. Η ταχύτητα της αντίδρασης.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διατυπώνουν τον ορισμό: α) της μέσης ταχύτητας αντίδρασης, β) της στιγμιαίας ταχύτητας αντίδρασης. • περιγράφουν πειραματικές διαδικασίες προσδιορισμού της ταχύτητας αντίδρασης: α) με φυσικές μεθόδους, β) με χημικές μεθόδους. • σχεδιάζουν καμπύλες αντίδρασης για αντιδρώντα και προϊόντα. 	<p><u>Καταιγισμός ιδεών:</u> Οι μαθητές/-τριες απαντούν στα ερωτήματα «Γνωρίζετε αντιδράσεις από τη καθημερινή ζωή που γίνονται αργά ή/και γρήγορα;» και «Γιατί κάποιες αντιδράσεις συμβαίνουν γρήγορα, ενώ κάποιες άλλες αργά;».</p> <p><u>Διερεύνηση:</u> <i>Πώς υπολογίζουμε την ταχύτητα μιας αντίδρασης;</i> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες εκτελούν κατάλληλη διαδραστική πολυμεσική εφαρμογή και από τις τιμές $c = f(t)$ που λαμβάνουν σχεδιάζουν το διάγραμμα καμπύλης αντίδρασης αντιδρώντος. Επίσης, κατασκευάζουν και το διάγραμμα καμπύλης αντίδρασης ενός προϊόντος. Φέρνουν εφαιπόμενες στη καμπύλη αντίδρασης του προϊόντος σε διάφορες χρονικές στιγμές και από τις</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • υπολογίζουν τη μέση ταχύτητα αντίδρασης από κατάλληλα δεδομένα. • υπολογίζουν με βάση την καμπύλη παραγωγής προϊόντος ($c-t$) τη στιγμιαία ταχύτητα παραγωγής του, καθώς και την ταχύτητα αντίδρασης. 	<p>σχηματιζόμενες γωνίες της κάθε εφαπτομένης με τον άξονα του χρόνου υπολογίζουν τις στιγμιαίες ταχύτητες σχηματισμού του προϊόντος και τις συγκρίνουν.</p> <p><i>Εναλλακτικά:</i> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες χρησιμοποιούν τη συσκευή φασματοφωτομέτρου που συναρμολόγησαν από απλά υλικά στην ενότητα 2.2. Μέσω αυτής παρακολουθούν τη μεταβολή της συγκέντρωσης συναρτήσει του χρόνου για ένα αντιδρόν της αντίδρασης. Για παράδειγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί η αντίδραση οξείδωσης της χρωστικής ζαχαροπλαστικής brilliant blue, από διάλυμα χλωρίνης του εμπορίου. Στη συνέχεια σχεδιάζουν τη καμπύλη αντίδρασης και τη μελετούν.</p>
<p>5.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • σχεδιάζουν και πραγματοποιούν πείραμα για να διερευνήσουν τον τρόπο που επιδρά στην ταχύτητα μιας χημικής αντίδρασης ένας από τους ακόλουθους παράγοντες: α) η θερμοκρασία, β) η συγκέντρωση, γ) η επιφάνεια επαφής, δ) ο καταλύτης. • αναφέρουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης: α) θερμοκρασία, β) συγκέντρωση, γ) επιφάνεια επαφής στερεών, δ) πίεση, ε) ακτινοβολίες, στ) καταλύτες. 	<p><u>Διερεύνηση:</u> ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πώς επηρεάζουν την ταχύτητα της αντίδρασης οι παράγοντες: α) η θερμοκρασία, β) η συγκέντρωση, γ) η επιφάνεια επαφής και δ) ο καταλύτης;</p> <p>Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες, με τη βοήθεια φύλλου εργασίας, σχεδιάζουν τη μελέτη των παραπάνω παραγόντων. Σημαντική διάσταση στον σχεδιασμό είναι η σωστή διαχείριση των μεταβλητών του πειράματος.</p> <p><i>Εναλλακτικά:</i> Οι μαθητές/-τριες, με τη βοήθεια εικονικού εργαστηρίου και φύλλου εργασίας, σχεδιάζουν τη μελέτη των παραπάνω παραγόντων.</p> <p><u>Δραστηριότητα αυτοαξιολόγησης:</u> Οι μαθητές/-τριες ελέγχουν τις νεοαποκτηθείσες γνώσεις τους συμπληρώνοντας ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, τύπου «σωστού - λάθους», αντιστοίχισης ή συμπλήρωσης κενού, που</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • ορίζουν την έννοια του καταλύτη. • εξηγούν την επίδραση κάθε παράγοντα στην ταχύτητα της αντίδρασης με βάση τη θεωρία των συγκρούσεων. 	<p>αναφέρονται στους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα της αντίδρασης.</p>
<p>5.4. Κατάλυση.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • αναφέρουν τα είδη της κατάλυσης (ομογενής, ετερογενής) και τις εφαρμογές τους. • εξηγούν τη δράση του καταλύτη με βάση τη θεωρία των ενδιάμεσων προϊόντων ή τη θεωρία της προσρόφησης. • αναφέρουν για τα ένζυμα: <ul style="list-style-type: none"> α) τα χαρακτηριστικά τους, β) τον τρόπο δράσης τους, γ) τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς τους. • αναφέρουν μερικά παραδείγματα καταλυτικής δράσης και τις σημαντικές εφαρμογές τους στη χημική βιομηχανία και τη βιοχημεία (βιοκαταλύτες, ανόργανοι καταλύτες, φωτοκαταλύτες). 	<p><u>Καταιγισμός ιδεών:</u> Οι μαθητές/-τριες αναφέρουν τι γνωρίζουν για τους καταλύτες. Ο/Η εκπαιδευτικός κατηγοριοποιεί όσα ειπώθηκαν και μέσω της κατηγοριοποίησης διευκρινίζει τις επιδιωκόμενες έννοιες.</p> <p><u>1^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες με τη βοήθεια κατάλληλου ψηφιακού υλικού μελετούν τον τρόπο δράσης των καταλυτών.</p> <p><u>2^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες αξιοποιούν κατάλληλα δεδομένα από τα οποία συμπεραίνουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ενζύμων σε σχέση με τους άλλους καταλύτες, τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς τους. Επίσης, με βάση κατάλληλο εισαγωγικό κείμενο συζητούν για τους παρεμποδιστές και την απενεργοποίηση (δηλητηρίαση) του καταλύτη. Τέλος, συμπληρώνουν δομημένο και ημισυμπληρωμένο εννοιολογικό χάρτη σχετικό με τις εφαρμογές της κατάλυσης στη βιομηχανία και στη βιοχημεία.</p> <p><u>Δραστηριότητα – Ιστοεξερεύνηση:</u> Οι μαθητές/-τριες εργαζόμενοι/-ες σε ομάδες στο εργαστήριο υπολογιστών υλοποιούν ιστοεξερεύνηση με θέμα: «Φωτοκατάλυση και νανοκατάλυση».</p>
<p>5.5. Νόμος ταχύτητας της</p>		<p><u>Διερεύνηση:</u> ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Ποια η επίδραση της συγκεντρώσεως των αντιδρώντων στην ταχύτητα της αντίδρασης;</p>

	αντίδρασης – Μηχανισμός αντίδρασης.	<ul style="list-style-type: none"> • ορίζουν τον νόμο ταχύτητας χημικής αντίδρασης. • προσδιορίζουν την τάξη της αντίδρασης με βάση τον νόμο ταχύτητας. • διατυπώνουν τον ορισμό της σταθεράς ταχύτητας (k). • αναφέρουν τους παράγοντες που επηρεάζουν τη σταθερά ταχύτητας (k). • εξάγουν τον νόμο της ταχύτητας μιας αντίδρασης χρησιμοποιώντας πειραματικά δεδομένα. • αναγνωρίζουν ότι η χημική αντίδραση εξελίσσεται, κατά κανόνα, μέσω στοιχειωδών αντιδράσεων. • περιγράφουν την έννοια του μηχανισμού αντίδρασης. • προτείνουν μηχανισμό της αντίδρασης αν γνωρίζουν τον νόμο της ταχύτητας και αντίστροφα. 	<p>Οι μαθητές/-τριες εργαζόμενοι/-ες σε ομάδες σχεδιάζουν πείραμα ώστε να μελετήσουν την εξάρτηση της ταχύτητας από τη συγκέντρωση.</p> <p>Ενδεικτικά μελετούν την επίδραση της συγκέντρωσης του KIO_3 στην ταχύτητα της αντίδρασης Landolt:</p> $2IO_3^-(aq) + 5HSO_3^-(aq) \rightarrow I_2(aq) + 5SO_4^{2-}(aq) + 3H^+(aq) + H_2O(l)$ <p>Με τη χρήση κατάλληλου φύλλου εργασίας υπολογίζουν πειραματικά την τάξη της αντίδρασης, τη σταθερά k της ταχύτητας και συσχετίζουν τον νόμο της αντίδρασης με τον μηχανισμό της αντίδρασης.</p> <p><i>Εναλλακτικά:</i></p> <p>Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες, με τη βοήθεια κατάλληλου ψηφιακού υλικού, μελετούν την εξάρτηση της ταχύτητας από τη συγκέντρωση.</p>
Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.	6. Χημική Ισορροπία		
	<p>Γενικοί Στόχοι:</p> <p>Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν τη δυναμική φύση της χημικής ισορροπίας. • περιγράφουν τους νόμους και τους παράγοντες που συνδέονται με τις χημικές ισορροπίες. • προβλέπουν την πορεία μιας χημικής ισορροπίας όταν μεταβάλλεται ένας από τους παράγοντες. • δίνουν ερμηνείες και κάνουν υπολογισμούς σε θέματα που αφορούν χημικές ισορροπίες. 		
6.1.	<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν την έννοια της δυναμικής ισορροπίας. 	<p><u>Καταιγισμός ιδεών:</u></p> <p>Οι μαθητές/-τριες απαντούν στο ερώτημα: «Γνωρίζετε συστήματα δυναμικής ισορροπίας από την καθημερινότητά σας;». Οι</p>	

<p>Αμφίδρομες αντιδράσεις – Χημική ισορροπία.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διατυπώνουν τον ορισμό της αμφίδρομης αντίδρασης και της χημικής ισορροπίας. • ταξινομούν τις χημικές ισορροπίες σε ομογενείς και ετερογενείς, δίνοντας παραδείγματα σε κάθε περίπτωση. • ερμηνεύουν διαγράμματα: <ul style="list-style-type: none"> α) συγκέντρωσης – χρόνου, β) ταχύτητας – χρόνου, σε αμφίδρομες αντιδράσεις. • δίνουν τον ορισμό της απόδοσης αντίδρασης και αναγνωρίζουν τη σημασία της για το χημικό εργαστήριο και τη βιομηχανία. • υπολογίζουν την απόδοση αντίδρασης από κατάλληλα δεδομένα. 	<p>απαντήσεις τους καταγράφονται στον πίνακα και ακολουθεί συζήτηση με σκοπό την ανάδειξη της δυναμικής υφής της χημικής ισορροπίας.</p> <p><i>Εναλλακτικά:</i> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες, με τη βοήθεια κατάλληλου ψηφιακού υλικού, μελετούν την έννοια της δυναμικής ισορροπίας.</p> <p><u>Διερευνητική δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες εκτελούν διαδραστική πολυμεσική εφαρμογή και με τη βοήθεια φύλλου εργασίας διαπιστώνουν ότι στην κατάσταση χημικής ισορροπίας οι ταχύτητες των δύο αντίθετων αντιδράσεων εξισώνονται. Στη συνέχεια, σχεδιάζουν το διάγραμμα ταχύτητας – χρόνου. Τέλος, με κατάλληλο διαδραστικό ψηφιακό υλικό παρακολουθούν την εξέλιξη της αντίδρασης και κατασκευάζουν και ερμηνεύουν διαγράμματα συγκέντρωσης – χρόνου.</p> <p><u>Δραστηριότητα:</u> Οικονομική σημασία της απόδοσης στη χημική βιομηχανία. Οι μαθητές/-τριες με βάση την αρχική κατάσταση και τη σύσταση του μείγματος υπολογίζουν την απόδοση μιας σειράς αντιδράσεων. Στη συνέχεια συζητούν πώς οι υψηλές ή οι χαμηλές αποδόσεις επηρεάζουν το οικονομικό όφελος μιας βιομηχανίας.</p>
<p>6.2. Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση της χημικής ισορροπίας.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διερευνούν τους παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση της χημικής ισορροπίας (συγκέντρωση, πίεση, θερμοκρασία). • διατυπώνουν την αρχή Le Chatelier. 	<p><u>Εργαστηριακή διερεύνηση:</u> ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πώς επηρεάζεται η θέση της χημικής ισορροπίας από τη μεταβολή κάθε παράγοντα; Οι μαθητές/-τριες εργαζόμενοι/-ες σε ομάδες σχεδιάζουν πείραμα ώστε να μετατοπιστεί η θέση της χημικής ισορροπίας: <u>α) Όταν μεταβάλλεται η συγκέντρωση.</u> $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}(\text{aq}) + 4\text{NH}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • εξηγούν την κατεύθυνση μετατόπισης μιας χημικής ισορροπίας, όταν μεταβάλλεται ένας από τους παράγοντές της, χρησιμοποιώντας την αρχή Le Chatelier. • διερευνούν πειραματικά την κατεύθυνση μετατόπισης μιας χημικής ισορροπίας, όταν μεταβάλλεται ένας από τους παράγοντές της. • ερμηνεύουν διαγράμματα συγκέντρωσης – χρόνου, όταν μεταβάλλεται ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση της χημικής ισορροπίας. 	<p>γαλάζιο μπλε σκούρο</p> <p>με τη χρήση NH_3 και HCl και διαπιστώνουν την επίδραση της μεταβολής της συγκέντρωσης στην ισορροπία. Οι μαθητές/-τριες αναγνωρίζουν τη δυνατότητα αποκατάστασης της ισορροπίας και σε άλλες θέσεις.</p> <p>β) Όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία.</p> <p>Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες σχεδιάζουν πείραμα ώστε να διαπιστώσουν ότι η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί την ενδόθερμη αντίδραση:</p> $\text{CuSO}_4(\text{aq}) + 2\text{NaCl}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CuCl}_2(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ <p>(γαλάζιο) (καστανοκίτρινο)</p> <p>γ) Όταν μεταβάλλεται η πίεση.</p> <p>Με τη βοήθεια κατάλληλου ψηφιακού υλικού και φύλλου εργασίας οι μαθητές/-τριες προβλέπουν προς τα πού θα μετατοπιστεί μια χημική ισορροπία, π.χ. $\text{N}_2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$, εάν μεταβάλουν την πίεση με μεταβολή όγκου. Στη συνέχεια με κατάλληλη χρήση της εφαρμογής επιβεβαιώνουν ή διορθώνουν τις προβλέψεις τους.</p> <p>Δραστηριότητα:</p> <p>Οι μαθητές/-τριες εκτελούν διαδραστική ψηφιακή εφαρμογή στην οποία θέτουν τις αρχικές ποσότητες των σωμάτων που παίρνουν μέρος σε μία χημική ισορροπία και παρακολουθούν την εξέλιξη της αντίδρασης μέσω διαγραμμάτων συγκέντρωσης - χρόνου. Στη συνέχεια, μελετούν πώς αλλάζουν τα διαγράμματα αυτά όταν μεταβάλλεται ένας από τους παράγοντες της ισορροπίας.</p>
<p>6.3.</p> <p>Σταθερά χημικής ισορροπίας (K_c) και πηλίκο αντίδρασης (Q_c).</p>		<ul style="list-style-type: none"> • ορίζουν τη σταθερά χημικής ισορροπίας (K_c) για μια αμφίδρομη αντίδραση. • συσχετίζουν ποιοτικά την τιμή της K_c με την απόδοση της χημικής ισορροπίας. 	<p>Δραστηριότητα:</p> <p>Οι μαθητές/-τριες χρησιμοποιούν τη σταθερά χημικής ισορροπίας (K_c) και το πηλίκο της αντίδρασης (Q_c) σε υπολογισμούς.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • υπολογίζουν την απόδοση μιας αντίδρασης ή τη συγκέντρωση κάποιου αντιδρώντος ή προϊόντος χρησιμοποιώντας την K_c και αντίστροφα. • αναγνωρίζουν τη θερμοκρασία ως τον μοναδικό παράγοντα από τον οποίο εξαρτάται η τιμή της K_c, μιας δεδομένης αντίδρασης. • διατυπώνουν τον ορισμό του πηλίκου της αντίδρασης (Q_c). • προβλέπουν την κατεύθυνση μιας χημικής ισορροπίας με βάση την τιμή του Q_c. • υπολογίζουν την απόδοση ή τη σύσταση του μείγματος ισορροπίας άμεσα ή μετά από τη μεταβολή ενός παράγοντα, χρησιμοποιώντας την K_c. 	
	<p>6.4. Σύνδεση της χημικής ισορροπίας με τη Χημική Θερμοδυναμική και τη Χημική Κινητική.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • προτείνουν τρόπους να αυξηθεί η απόδοση και η ταχύτητα μιας αντίδρασης η οποία δεν ευνοείται: α) θερμοδυναμικά (πολύ μικρή σταθερά K_c), β) κινητικά (πολύ μικρή σταθερά k). 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Συζήτηση με βάση βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με τη βιομηχανική παραγωγή της αμμωνίας.</p>
Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.	7. Ιοντική Ισορροπία		
	<p>Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • εξηγούν τις σύγχρονες θεωρίες ορισμού των οξέων και των βάσεων. • επεκτείνουν το πλαίσιο της χημικής ισορροπίας στη μελέτη των οξέων και των βάσεων. • δίνουν ερμηνείες και κάνουν υπολογισμούς σε θέματα που αφορούν ιοντικές ισορροπίες. 		
	<p>7.1. Οι ηλεκτρολύτες.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διακρίνουν τις έννοιες «διάσταση» και «ιοντισμός» ηλεκτρολυτών. 	<p><u>1^η Δραστηριότητα:</u></p>

	<p>7.1.1. Η διάσταση και ο ιοντισμός των ηλεκτρολυτών.</p> <p>7.1.2. Οξέα και βάσεις κατά Brønsted – Lowry και κατά Lewis.</p> <p>7.1.3. Ιοντισμός νερού – pH.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • δίνουν παραδείγματα διάστασης και ιοντισμού ηλεκτρολυτών. • συμπεραίνουν την ανάγκη διεύρυνσης του ορισμού των οξέων και των βάσεων κατά Arrhenius. • διατυπώνουν τους ορισμούς των οξέων και βάσεων κατά Brønsted – Lowry. • αναφέρουν παραδείγματα χημικών ειδών τα οποία είναι οξέα και βάσεις κατά Brønsted –Lowry. • διακρίνουν τα οξέα και τις βάσεις σε μονο- δι- και πολυ-πρωτικά/πολυπρωτικές. • συμπληρώνουν αντιδράσεις ιοντισμού οξέων -βάσεων κατά Brønsted – Lowry. • αναγνωρίζουν τα συζυγή ζεύγη οξέος - βάσης κατά Brønsted – Lowry. • διακρίνουν ποια χημικά είδη χαρακτηρίζονται ως αμφιπρωτικά. • συμπεραίνουν την αναγκαιότητα διεύρυνσης του ορισμού των οξέων και των βάσεων κατά Brønsted – Lowry. • διατυπώνουν τους ορισμούς των οξέων και βάσεων κατά Lewis. 	<p>Οι μαθητές/-τριες καλούνται να αναφέρουν το ορισμό των οξέων και βάσεων σύμφωνα με τη θεωρία του Arrhenius. Στη συνέχεια, μέσα από την εύρεση του pH:</p> <p>α) διαλυμάτων αμμωνίας, β) διαλυμάτων αλάτων, όπως το NH_4Cl και το Na_2CO_3 οι μαθητές/-τριες διαπιστώνουν την ανεπάρκεια του μοντέλου του Arrhenius. Ακολούθως, ο/η εκπαιδευτικός παρουσιάζει τη θεωρία των οξέων-βάσεων κατά Brønsted – Lowry και οι μαθητές/-τριες ασκούνται στην αναγνώριση των συζυγών ζευγών οξέων-βάσεων και δίνουν παραδείγματα αμφιπρωτικών χημικών ειδών.</p> <p><u>2^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες: α) Μέσα από την εύρεση του pH διαλυμάτων αλάτων, όπως το AlCl_3, και το βασικό χαρακτήρα της NH_3 και των RNH_2, διαπιστώνουν ανεπάρκειες του μοντέλου των Brønsted – Lowry. β) Με την καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού διατυπώνουν τους ορισμούς οξέων και βάσεων κατά Lewis.</p>
--	---	--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • αναφέρουν παραδείγματα χημικών ειδών τα οποία είναι οξέα και βάσεις κατά Lewis. • συμπληρώνουν τη χημική εξίσωση αυτοϊοντισμού του νερού και το γινόμενο ιόντων νερού (K_w). • ορίζουν το ουδέτερο pH. • διατυπώνουν τον ορισμό του pH και του pOH και γράφουν τη μεταξύ τους σχέση. 	
<p>7.1.4. Βαθμός ιοντισμού – Ισχυρά και ασθενή οξέα και βάσεις.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διατυπώνουν τον ορισμό του βαθμού ιοντισμού και διακρίνουν τα οξέα και τις βάσεις σε ισχυρά και ασθενή. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες υπολογίζουν τη συγκέντρωση των οξωνίων ή των υδροξειδίων σε αραιά διαλύματα ασθενών οξέων και βάσεων ίδιας συγκέντρωσης, με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού και φύλλου εργασίας. Στη συνέχεια, υπολογίζουν τον βαθμό ιοντισμού κάθε ασθενούς ηλεκτρολύτη που εξέτασαν.</p>
<p>7.2. Ιοντισμός ασθενών οξέων και βάσεων.</p> <p>7.2.1. Σταθερά ιοντισμού ασθενών οξέων – βάσεων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • εφαρμόζουν τις σταθερές ιοντισμού ασθενών οξέων (K_a) και ασθενών βάσεων (K_b), σε αραιά υδατικά διαλύματα. • συγκρίνουν την ισχύ οξέων ή βάσεων με κριτήριο τη σταθερά ιοντισμού τους ή τον βαθμό ιοντισμού τους (υπό προϋποθέσεις). • εφαρμόζουν για ένα συζυγές ζεύγος τη σχέση $K_a \cdot K_b = K_w$. • προβλέπουν την κατεύθυνση προς την οποία είναι μετατοπισμένη μια ισορροπία οξέος- βάσης με κριτήριο τη σχετική ισχύ των δύο οξέων ή των δύο βάσεων. 	<p><u>1^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες με βάση τα δεδομένα της προηγούμενης δραστηριότητας και στηριζόμενοι/-ες στις πρότερες γνώσεις τους περί χημικής ισορροπίας υπολογίζουν τη σταθερά ιοντισμού ασθενούς οξέος ή βάσεως.</p> <p><u>2^η Δραστηριότητα:</u> Παρουσιάζεται η σειρά ισχύος ως οξέα των υδραλογόνων και συσχετίζεται με τη θέση των αλογόνων στη 17^η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Στη συνέχεια οι μαθητές/-τριες καλούνται να: α) εντοπίσουν το αίτιο που προκαλεί αυτή τη σταδιακή αύξηση ισχύος από το HF προς το HI.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • διερευνούν την ισχύ των οξέων και των βάσεων με κριτήρια: <ul style="list-style-type: none"> α) το μήκος του δεσμού για στοιχεία που ανήκουν στην ίδια ομάδα, β) τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας για στοιχεία που ανήκουν στην ίδια περίοδο. • εξηγούν ότι η πόλωση ενός δεσμού μπορεί να επηρεαστεί και από την επίδραση του χημικού περιβάλλοντος του δεσμού (+I και -I επαγωγικό φαινόμενο). • ερμηνεύουν την ισχύ οξέων και βάσεων με βάση το +I και -I επαγωγικό φαινόμενο. 	<p>β) συσχετίσουν την ισχύ των οξέων H_2S και HCl με τη θέση τους στην 3η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα και να προσδιορίσουν τον παράγοντα στον οποίο οφείλεται η διαφορά ισχύος. Επιπρόσθετα, παρουσιάζεται η ισχύς των βάσεων ορισμένων υδρογονούχων ενώσεων των στοιχείων της 15ης ομάδας του Περιοδικού Πίνακα και συσχετίζεται με τη θέση τους στην ομάδα. Στη συνέχεια καλούνται να ερμηνεύσουν το αίτιο που προκαλεί τη σταδιακή μείωση της βασικής ισχύος από την NH_3 προς την AsH_3.</p> <p><u>3^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες διατάσσουν με σειρά ισχύος: α) ορισμένα οξέα με δεδομένη τη σειρά ισχύος του +I και του -I επαγωγικού φαινομένου των υποκαταστατών, β) ορισμένες βάσεις με δεδομένη τη σειρά ισχύος του +I και του -I επαγωγικού φαινομένου των υποκαταστατών.</p>
	<p>7.2.2. Νόμος αραίωσης του Ostwald.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • εξάγουν τον νόμο αραίωσης του Ostwald από τη σταθερά ιοντισμού οξέος ή βάσεως. • εφαρμόζουν τον νόμο αραίωσης του Ostwald στην πλήρη και στην απλοποιημένη του μορφή. 	<p><u>1^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/τριες, με τη βοήθεια κατάλληλου ψηφιακού υλικού και φύλλου εργασίας μελετούν τη σχέση βαθμού ιοντισμού και συγκέντρωσης ασθενούς οξέος ή βάσεως. Μέσα από τα δεδομένα εικονικών μετρήσεων οι μαθητές/-τριες εξάγουν τον νόμο αραίωσης του Ostwald.</p> <p><u>2^η Δραστηριότητα: Συνδυασμός πειράματος και υπολογιστικής εφαρμογής</u> Οι μαθητές/-τριες ασκούνται στον υπολογισμό του pH διαφόρων διαλυμάτων ισχυρών οξέων και βάσεων όταν λαμβάνει χώρα αραίωση ή ανάμειξη διαλυμάτων του ίδιου ηλεκτρολύτη. Τα εκτιμώμενα κατά περίπτωση αποτελέσματα επιβεβαιώνονται με εφαρμογή πειραματικών διαδικασιών.</p> <p><i>Εναλλακτικά:</i></p>

			Τα εκτιμώμενα κατά περίπτωση αποτελέσματα επιβεβαιώνονται με αξιοποίηση κατάλληλου ψηφιακού υλικού.
7.3. Επίδραση κοινού ιόντος.	<ul style="list-style-type: none"> • διερευνούν την επίδραση κοινού ιόντος (ΕΚΙ) στον ιοντισμό: α) ασθενούς οξέος με επίδραση (i) ισχυρού οξέος και (ii) συζυγούς βάσεως, β) ασθενούς βάσης με επίδραση (i) ισχυρής βάσης και (ii) συζυγούς οξέος. • υπολογίζουν το pH διαλύματος: α) ασθενούς οξέος μετά από προσθήκη ισχυρού οξέος, β) το pH διαλύματος ασθενούς βάσης μετά από προσθήκη ισχυρής βάσης. 	<p>Διερευνητική δραστηριότητα: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πώς μεταβάλλεται ο βαθμός ιοντισμού ασθενούς οξέος ή/και ασθενούς βάσης σε διάλυμα, όταν έχουμε επίδραση κοινού ιόντος;</p> <p>Οι μαθητές/-τριες με τη βοήθεια κατάλληλου ψηφιακού υλικού και φύλλου εργασίας διερευνούν πώς μεταβάλλεται ο βαθμός ιοντισμού ασθενούς οξέος ή/και ασθενούς βάσης σε διάλυμα, υπό την επίδραση κοινού ιόντος.</p>	
7.4. Ρυθμιστικά διαλύματα.	<ul style="list-style-type: none"> • διατυπώνουν τον ορισμό των ρυθμιστικών διαλυμάτων. • σχεδιάζουν την παρασκευή ρυθμιστικού διαλύματος συγκεκριμένου pH, αν έχουν στη διάθεσή τους διαλύματα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος και της συζυγούς του βάσης ή/και ασθενούς μονοπρωτικής βάσης και διαλύματος συζυγούς μονοπρωτικού οξέος. • παρασκευάζουν το ρυθμιστικό διάλυμα που σχεδίασαν. • ορίζουν τη ρυθμιστική ικανότητα ενός ρυθμιστικού διαλύματος. • αναφέρουν τη χρησιμότητα των ρυθμιστικών διαλυμάτων στη καθημερινή ζωή, δίνοντας σχετικά παραδείγματα. 	<p>Εργαστηριακή άσκηση: Οι μαθητές/τριες, σε ομάδες, σχεδιάζουν και υλοποιούν την παρασκευή ρυθμιστικού διαλύματος και προσδιορίζουν το pH του με πεχαμετρικό χαρτί ή πεχάμετρο.</p> <p>Εργαστηριακή διερεύνηση: Οι μαθητές/τριες, σε ομάδες, διερευνούν πειραματικά τη μεταβολή του pH του ρυθμιστικού διαλύματος που παρασκεύασαν, μετά από: α) την προσθήκη μικρών ποσοτήτων ισχυρού οξέος ή ισχυρής βάσης, β) κατάλληλη αραιώση. Στη συνέχεια μέσα από συζήτηση καλούνται να ερμηνεύσουν την αντίσταση των ρυθμιστικών διαλυμάτων στη μεταβολή του pH.</p> <p>Δραστηριότητα:</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> • διερευνούν πειραματικά την αντίσταση των ρυθμιστικών διαλυμάτων στη μεταβολή του pH κατά την αραιώση και την προσθήκη μικρών ποσοτήτων ισχυρών οξέων ή βάσεων σε αυτά. • αποδεικνύουν την εξίσωση Henderson – Hasselbalch. • υπολογίζουν το pH ενός ρυθμιστικού διαλύματος. 	Οι μαθητές/-τριες ασκούνται στον υπολογισμό του pH συγκεκριμένων ρυθμιστικών διαλυμάτων και το επιβεβαιώνουν με ψηφιακό υλικό.
7.5. Δείκτες.	<ul style="list-style-type: none"> • διατυπώνουν τον ορισμό των οξεο-βασικών δεικτών. • εξηγούν τον τρόπο με τον οποίο δρουν οι οξεο-βασικοί δείκτες. • εκτιμούν το χρώμα που θα αποκτήσει ένα διάλυμα συγκεκριμένου pH, όταν σε αυτό προστεθεί μικρή ποσότητα ενός δείκτη που είναι ασθενές οργανικό οξύ, όταν είναι γνωστή η $K_{\text{HΔ}}$. 	<ul style="list-style-type: none"> • διατυπώνουν τον ορισμό των οξεο-βασικών δεικτών. • αναγνωρίζουν τα σκεύη, τα όργανα και τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιούνται στην ογκομέτρηση. • ορίζουν το πρότυπο διάλυμα. • διακρίνουν τις έννοιες «ισοδύναμο» και «τελικό σημείο» της ογκομέτρησης. • επιλέγουν κατάλληλο δείκτη για μία ογκομέτρηση οξέος - βάσης. 	<p>Εργαστηριακή άσκηση:</p> <p>Οι μαθητές/τριες, σε ομάδες, πειραματίζονται χρησιμοποιώντας συγκεκριμένους δείκτες και καταγράφουν τη μεταβολή του χρώματος που παρατηρείται, όταν το pH του διαλύματος μεταβάλλεται σταδιακά.</p>
7.6. Ογκομέτρηση.	<ul style="list-style-type: none"> • διατυπώνουν τον ορισμό της ογκομέτρησης οξέος – βάσης. • αναγνωρίζουν τα σκεύη, τα όργανα και τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιούνται στην ογκομέτρηση. • ορίζουν το πρότυπο διάλυμα. • διακρίνουν τις έννοιες «ισοδύναμο» και «τελικό σημείο» της ογκομέτρησης. • επιλέγουν κατάλληλο δείκτη για μία ογκομέτρηση οξέος - βάσης. 	<p>1^η Δραστηριότητα:</p> <p>Οι μαθητές/τριες, σε ομάδες, καλούνται να απαντήσουν στο ακόλουθο ερώτημα: «Με ποιον τρόπο θα μπορούσατε να προσδιορίσετε εργαστηριακά την άγνωστη συγκέντρωση ενός ισχυρού οξέος HA;».</p> <p>Δίνεται ότι έχετε στη διάθεσή σας:</p> <p>α) διάλυμα του ισχυρού μονοπρωτικού οξέος HA άγνωστης συγκέντρωσης,</p> <p>β) διάλυμα ισχυρής μονοπρωτικής βάσης γνωστής συγκέντρωσης,</p> <p>γ) κατάλληλο δείκτη που αλλάζει χρώμα σε pH=7.</p> <p>Να αναφέρετε τον εργαστηριακό εξοπλισμό που θα χρειαστείτε. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η διαδικασία της ογκομέτρησης και οι μαθητές/-τριες εξοικειώνονται με τον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό.</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> • πραγματοποιούν στο εργαστήριο ογκομέτρηση οξέος – βάσης, όπως ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης του ξιδιού σε οξικό οξύ, της οξύτητας λαδιού ή του λευκού οίνου. • υπολογίζουν την άγνωστη συγκέντρωση ενός διαλύματος οξέος ή βάσης, από τα δεδομένα της ογκομέτρησης. • αναφέρουν τι είναι η καμπύλη ογκομέτρησης οξέος – βάσης. • κατασκευάζουν καμπύλες ογκομέτρησης από πειραματικά ή εικονικά δεδομένα: <ul style="list-style-type: none"> α) ισχυρού μονοπρωτικού οξέος με ισχυρή μονοπρωτική βάση, β) ισχυρής μονοπρωτικής βάσης με ισχυρό μονοπρωτικό οξύ, γ) ασθενούς μονοπρωτικού οξέος με ισχυρή μονοπρωτική βάση, δ) ασθενούς μονοπρωτικής βάσης με ισχυρό μονοπρωτικό οξύ. • ερμηνεύουν διαγράμματα με καμπύλες ογκομέτρησης. • αξιολογούν σφάλματα που μπορεί να συμβούν σε μία ογκομέτρηση οξέος – βάσης. 	<p>1^η Εργαστηριακή άσκηση: Πειραματικός προσδιορισμός της συγκέντρωσης σε οξικό οξύ ενός δείγματος ξιδιού. Οι μαθητές/-τριες υπολογίζουν τη συγκέντρωση του οξικού οξέος και συζητούν για τις αποκλίσεις μεταξύ των μετρήσεων καθώς και των αποτελεσμάτων ανάμεσα στις ομάδες, συνδέοντας αυτές με πιθανά σφάλματα.</p> <p><i>Εναλλακτικά:</i> Πειραματικός προσδιορισμός της οξύτητας δείγματος ελαιόλαδου ή της οξύτητας δείγματος λευκού οίνου.</p> <p>2^η Εργαστηριακή άσκηση: Οι μαθητές/-τριες, σε ομάδες, καλούνται να υπολογίσουν πειραματικά σε πραγματικό ή σε εικονικό εργαστήριο την άγνωστη συγκέντρωση: <ul style="list-style-type: none"> α) διαλύματος ισχυρού μονοπρωτικού οξέος από πρότυπο διάλυμα ισχυρής μονοπρωτικής βάσης, β) διαλύματος ισχυρής μονοπρωτικής βάσης από πρότυπο διάλυμα ισχυρού μονοπρωτικού οξέος, γ) διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικού οξέος από πρότυπο διάλυμα ισχυρής μονοπρωτικής βάσης, δ) διαλύματος ασθενούς μονοπρωτικής βάσης από πρότυπο διάλυμα ισχυρού μονοπρωτικού οξέος. Κάθε ομάδα εκτελεί έναν από τους παραπάνω προσδιορισμούς. Οι μαθητές/-τριες καταγράφουν σταδιακά το pH και κατασκευάζουν το διάγραμμα μεταβολής του pH σε συνάρτηση με τον όγκο του προστιθέμενου προτύπου διαλύματος. Στη συνέχεια, μέσα από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, ερμηνεύουν τη διαφορετική κατά περίπτωση μορφή που εμφανίζουν οι καμπύλες ογκομέτρησης.</p>
--	--	--	--

Οργανική Χημεία	
Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.	<p>Γενικοί Στόχοι: Μετά το τέλος της διδασκαλίας της ενότητας, οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να είναι ικανοί/-ές να:</p> <ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν και σχεδιάζουν δομές, οι οποίες δείχνουν με σαφήνεια την κατεύθυνση στον χώρο ορισμένων ατόμων και ομάδων σε ένα μόριο. • κατηγοριοποιούν οργανικά μόρια σύμφωνα με τις χαρακτηριστικές (λειτουργικές) ομάδες που έχουν. • συμπληρώνουν οργανικές αντιδράσεις με βάση τη χαρακτηριστική (λειτουργική) ομάδα του μορίου. • συσχετίζουν τη δομή με τις ιδιότητες των οργανικών ενώσεων. • διακρίνουν και ταυτοποιούν οργανικές ενώσεις με επεξεργασία κατάλληλων δεδομένων.
	<p style="text-align: center;">8.1. Στερεοϊσομέρεια.</p> <ul style="list-style-type: none"> • εντοπίζουν τον ασύμμετρο άνθρακα σε οργανικές ενώσεις που έχουν τέσσερις υποκαταστάτες, όπως το βρωμο-ιωδο-χλωρο-μεθάνιο, το γαλακτικό οξύ, η αλανίνη, η γλυκεριναλδεΐδη. • αναγνωρίζουν ότι τα εναντιομερή έχουν σχέση αντικειμένου – ειδώλου και δεν ταυτίζονται. • διακρίνουν τα εναντιομερή σε <i>R</i> και <i>S</i> στα βρωμο-ιωδο-χλωρο-μεθάνιο, γαλακτικό οξύ, αλανίνη και γλυκεριναλδεΐδη, όταν η σειρά προτεραιότητας των υποκαταστατών είναι γνωστή. • συσχετίζουν τις διαφορές στις φυσικές και χημικές ιδιότητες των εναντιομερών με τη διαφορετική στερεοδομή τους. • εξηγούν τι είναι το ρακεμικό μείγμα. • δίνουν παραδείγματα εναντιομερών που έχουν διαφορετική βιολογική δράση. <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>1^η Δραστηριότητα: Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες προσδιορίζουν τον ασύμμετρο άνθρακα σε απλές περιπτώσεις οργανικών ενώσεων.</p> <p>2^η Δραστηριότητα: Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες χρησιμοποιούν μοριακά μοντέλα για να κατασκευάσουν: α) απλά εναντιομερή και β) <i>cis-trans</i> γεωμετρικά ισομερή.</p> <p>3^η Δραστηριότητα: Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες επεξεργάζονται κατάλληλο ψηφιακό υλικό σχετικό με τη στερεοϊσομέρεια και κατόπιν προσδιορίζουν: α) αν ένα εναντιομερές είναι <i>R</i> ή <i>S</i>, β) αν ένα γεωμετρικό ισομερές είναι <i>cis</i> ή <i>trans</i>.</p> <p>Μελέτη περίπτωσης: Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες μελετούν: α) την περίπτωση του φαρμάκου θαλιδομίδη ή άλλου αντίστοιχου φαρμάκου και σχολιάζουν τις διαφορές στις βιολογικές ιδιότητες των δύο εναντιομερών, β) την περίπτωση του <i>cis</i> και <i>trans</i> 9-δεκαοκτενικού οξέος και σχολιάζουν τις διαφορές στις βιολογικές ιδιότητες των δύο γεωμετρικών ισομερών.</p> </div> <div style="width: 45%;"></div> </div>

		<ul style="list-style-type: none"> • ορίζουν την έννοια της στερεοϊσομέρειας και τις περιπτώσεις που περιλαμβάνει: α) εναντιοϊσομέρεια, β) γεωμετρική ισομέρεια. • διακρίνουν απλά γεωμετρικά ισομερή σε <i>cis</i> και <i>trans</i>. 	
<p>8.2. Εισαγωγή στις οργανικές αντιδράσεις.</p> <p>8.2.1. Πολικότητα δεσμών - Ηλεκτρονιόφιλα και πυρηνόφιλα.</p> <p>8.2.2. Κατηγορίες οργανικών αντιδράσεων.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • αξιοποιούν χάρτες ηλεκτροστατικού δυναμικού (EPM) για να οπτικοποιήσουν την πόλωση που εμφανίζουν απλά οργανικά μόρια. • ορίζουν τις έννοιες «ηλεκτρονιόφιλο» και «πυρηνόφιλο». • δίνουν παραδείγματα ηλεκτρονιόφιλων και πυρηνόφιλων. • συσχετίζουν τα ηλεκτρονιόφιλα με τα οξέα και τα πυρηνόφιλα με τις βάσεις. • ταξινομούν τις οργανικές αντιδράσεις σε: α) προσθήκης, β) απόσπασης, γ) υποκατάστασης, δ) οξειδοαναγωγικές και ε) οξέος – βάσης. 	<p><u>1^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες ταξινομούν δεσμούς οργανικών ενώσεων σε μη πολικούς ομοιοπολικούς, πολικούς ομοιοπολικούς και ιοντικούς με χρήση πίνακα που έχει τις τιμές ηλεκτραρνητικότητας ορισμένων κοινών στοιχείων. Επίσης, μελετούν την πόλωση χαρακτηριστικών δεσμών με τη βοήθεια χαρτών ηλεκτροστατικού δυναμικού (μόνο για οπτικοποίηση της ηλεκτρονιακής πυκνότητας).</p> <p><u>2^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες προσδιορίζουν το πυρηνόφιλο ή ηλεκτρονιόφιλο κέντρο σε οργανικές ενώσεις με τη βοήθεια χαρτών ηλεκτροστατικού δυναμικού (EPM) ή/και πίνακα με τιμές διπολικών ροπών.</p>	
<p>8.3. Αντιδράσεις προσθήκης.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • αναφέρουν πού οφείλονται οι κοινές χημικές ιδιότητες των αλκενίων και των αλκινίων (πυρηνόφιλος χαρακτήρας του π - δεσμού). • συμπληρώνουν χημικές εξισώσεις αντιδράσεων προσθήκης σε αλκένια και αλκίνια με τα αντιδραστήρια H₂, X₂, HX (X = Cl, Br και I) και H₂O. 	<p><u>1^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες συζητούν για τον πυρηνόφιλο χαρακτήρα του διπλού και τριπλού δεσμού στα αλκένια και στα αλκίνια, με τη βοήθεια χαρτών ηλεκτροστατικού δυναμικού (EPM).</p> <p><u>2^η Δραστηριότητα:</u></p>	

		<ul style="list-style-type: none"> • αναφέρουν τη δυνατότητα διάκρισης μεταξύ αλκενίων/αλκινίων και αλκανίων με χρήση διαλύματος Br₂ σε CCl₄. • αναφέρουν τον κανόνα του Markovnikov. • εφαρμόζουν τον κανόνα του Markovnikov στις αντιδράσεις προσθήκης HX και H₂O σε αλκένια και αλκίνια. • αναγνωρίζουν τον ηλεκτρονιόφιλο χαρακτήρα του άνθρακα της καρβονυλομάδας και της κυανομάδας. • προβλέπουν τη δραστικότητα καρβονυλικών ενώσεων, ως προς την πυρηνόφιλη προσθήκη, με βάση το επαγωγικό φαινόμενο. • αναφέρουν τις συνθήκες παρασκευής και χρήσης των οργανομαγνησιακών ενώσεων (RMgX - αντιδραστήρια Grignard). • συμπληρώνουν χημικές εξισώσεις αντιδράσεων προσθήκης σε: <ul style="list-style-type: none"> α) αλδεΐδες, κετόνες και CO₂ με RMgX, β) νιτρίλια με H₂O, γ) αλδεΐδες, κετόνες και νιτρίλια με H₂. 	<p>Οι μαθητές/-τριες καλούνται να προτείνουν τρόπο να διακρίνουμε το εξένιο από το εξάνιο, όταν στη διάθεσή τους έχουν: α) H₂/Pt και β) Br₂ σε CCl₄.</p> <p><u>3^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες εφαρμόζουν τον κανόνα του Markovnikov σε διάφορες περιπτώσεις αντιδράσεων προσθήκης σε αλκένια και αλκίνια.</p> <p><u>4^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες προβλέπουν τη δραστικότητα καρβονυλικών ενώσεων ως προς την πυρηνόφιλη προσθήκη, με κριτήριο το επαγωγικό φαινόμενο</p> <p><u>5^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες συζητούν για τον ηλεκτρονιόφιλο χαρακτήρα του καρβονυλικού άνθρακα και για τον βασικό και πυρηνόφιλο χαρακτήρα του άνθρακα στις οργανομαγνησιακές ενώσεις με τη βοήθεια χαρτών ηλεκτροστατικού δυναμικού (EPM). Στη συνέχεια, συμπληρώνουν χημικές εξισώσεις αντιδράσεων προσθήκης οργανομαγνησιακών (RMgX) σε αλδεΐδες, κετόνες και CO₂.</p>
	<p>8.4. Αντιδράσεις απόσπασης.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • συμπληρώνουν χημικές εξισώσεις αντιδράσεων απόσπασης σε αλκυλαλογονίδια και αλκυλοδιαλογονίδια. 	<p><u>1^η Δραστηριότητα:</u> Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες εφαρμόζουν τον κανόνα του Zaytsev σε διάφορες περιπτώσεις χημικών εξισώσεων αντιδράσεων απόσπασης.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν ότι στην αφυδραλογόνωση απαιτείται ισχυρά βασικό περιβάλλον. • συμπληρώνουν χημικές εξισώσεις αντιδράσεων απόσπασης σε αλκοόλες. • αναγνωρίζουν ότι στην αφυδάτωση απαιτείται ισχυρά όξινο περιβάλλον. • αναφέρουν τον κανόνα του Zaytsev. • εφαρμόζουν τον κανόνα του Zaytsev σε αντιδράσεις απόσπασης. 	<p><u>2^η Δραστηριότητα:</u></p> <p>Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες συζητούν και προσπαθούν να ερμηνεύσουν το γεγονός ότι στις αντιδράσεις απόσπασης:</p> <p>α) των αλκυλαλογονιδίων απαιτείται ισχυρά βασικό περιβάλλον, β) των αλκοολών απαιτείται ισχυρά όξινο περιβάλλον. Επιβεβαιώνουν ή όχι τις προτάσεις τους με τη βοήθεια κατάλληλου ψηφιακού υλικού.</p>
<p>8.5. Αντιδράσεις υποκατάστασης.</p> <p>8.5.1. Αντιδράσεις πυρηνόφιλης υποκατάστασης.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • αναγνωρίζουν τον ηλεκτρονιόφιλο χαρακτήρα του άνθρακα των αλκυλαλογονιδίων και την τάση του να αντιδρά με πυρηνόφιλα αντιδραστήρια. • εξηγούν τη δραστικότητα των αλκυλαλογονιδίων σε αντιδράσεις υποκατάστασης. • συμπληρώνουν χημικές εξισώσεις αντιδράσεων υποκατάστασης: <ul style="list-style-type: none"> α) Σε αλκυλαλογονίδια με: <ul style="list-style-type: none"> i) OH^- (NaOH), ii) RO^- (RONa), iii) CN^- (NaCN), iv) NH_3 και RNH_2, v) RCOO^- (RCOONa) και vi) $\text{RC}\equiv\text{C}^-$ ($\text{RC}\equiv\text{CNa}$). β) Της υδροξυλομάδας ($-\text{OH}$) των αλκοολών με θειονυλοχλωρίδιο (SOCl_2). 	<p><u>1^η Δραστηριότητα:</u></p> <p>Οι μαθητές/-τριες αναγνωρίζουν τον ηλεκτρονιόφιλο χαρακτήρα του άνθρακα των αλκυλαλογονιδίων με τη βοήθεια χαρτών ηλεκτροστατικού δυναμικού (EPM).</p> <p><u>2^η Δραστηριότητα:</u></p> <p>Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες συμπληρώνουν χημικές εξισώσεις αντιδράσεων υποκατάστασης σε:</p> <p>α) αλκυλαλογονίδια, β) αλκοόλες και καρβοξυλικά οξέα, γ) εστέρες.</p>

		<p>γ) Της υδροξυλομάδας (-OH) των καρβοξυλικών οξέων με αλκοξυομάδα (-OR) (εστεροποίηση).</p> <p>δ) Της αλκοξυομάδας (-OR) εστέρων με υδροξυλομάδα (-OH), σε όξινο και βασικό περιβάλλον.</p>	
<p>8.5.2. Ο αρωματικός δακτύλιος.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • εξηγούν τη σταθερότητα του αρωματικού δακτυλίου. • αναγνωρίζουν τον πυρηνόφιλο χαρακτήρα του αρωματικού δακτυλίου. 	<p><u>Δραστηριότητα:</u></p> <p>Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες με τη βοήθεια κατάλληλου ψηφιακού υλικού ή/και με πίνακα με κατάλληλα πειραματικά δεδομένα ή/και με χάρτες ηλεκτροστατικού δυναμικού (EPM) εξάγουν συμπεράσματα σχετικά με:</p> <p>α) τη σταθερότητα (απεντοπισμένα p-ηλεκτρόνια) και β) τον πυρηνόφιλο χαρακτήρα του βενζολικού δακτυλίου.</p>	
<p>8.6. Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • διερευνούν πειραματικά την οξείδωση με τα οξειδωτικά αντιδραστήρια: <ul style="list-style-type: none"> - KMnO_4/H^+, - $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$, - διάλυμα Fehling, - διάλυμα Tollens, των ακόλουθων ενώσεων: <ul style="list-style-type: none"> - αιθανόλη, - 2-προπανόλη, - γλυκόζη, - οξικό οξύ και - οξαλικό οξύ. • συμπληρώνουν τις χημικές εξισώσεις που δίνουν τα οξειδωτικά αντιδραστήρια: <ul style="list-style-type: none"> - KMnO_4/H^+, - $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$, - διάλυμα Fehling, - διάλυμα Tollens, 	<p><u>Εργαστηριακή άσκηση:</u></p> <p>Οι μαθητές/-τριες πραγματοποιούν πειράματα οξείδωσης:</p> <ul style="list-style-type: none"> - της αιθανόλης, - της 2-προπανόλης, - της γλυκόζης (η πολυδρόξυ αλδεΐδη να γραφεί κατά τη συμπλήρωση των χημικών εξισώσεων με απλοποιημένη μορφή μονοθενούς αλδεΐδης ως $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{O}_5\text{CH}=\text{O}$), - του οξικού οξέος και - του οξαλικού οξέος <p>με ισχυρά οξειδωτικά (KMnO_4/H^+ ή $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$) καθώς και με ήπια οξειδωτικά (διάλυμα Fehling ή/και διάλυμα Tollens).</p> <p>Οι μαθητές/-τριες εξάγουν συμπεράσματα για το ποιες από τις παραπάνω ενώσεις αντιδρούν και με ποια οξειδωτικά αντιδραστήρια.</p> <p>Τέλος, με την ολοκλήρωση των πειραμάτων συμπληρώνουν σε φύλλο εργασίας τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που πραγματοποιήθηκαν.</p>	

		<p>με τις ακόλουθες κατηγορίες ενώσεων:</p> <p>α) πρωτοταγείς και δευτεροταγείς αλκοόλες, β) αλδεΐδες, γ) καρβοξυλικά οξέα (μυρμηκικό και οξαλικό οξύ).</p> <ul style="list-style-type: none"> • συμπληρώνουν τις χημικές εξισώσεις αναγωγής με H_2, των ακόλουθων κατηγοριών ενώσεων: <ul style="list-style-type: none"> α) των αλκενίων και των αλκινίων, β) των αλδεϊδών και των κετονών, γ) των νιτριλίων. 	
<p>8.7. Αντιδράσεις οξέος-βάσης.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • προβλέπουν τον όξινο ή βασικό χαρακτήρα οργανικών ενώσεων, κατά Brønsted- Lowry, με βάση τους Συντακτικούς Τύπους (ΣΤ) τους. • διατάσσουν κατά σειρά οξύτητας τις ενώσεις $HCOOH$, C_6H_5OH, H_2O και CH_3OH, εφόσον δίνεται η ισχύς του επαγωγικού φαινομένου των ατόμων ή ομάδων: καρβύνυλο, φαίνυλο, υδρογόνο και μέθυλο. • συγκρίνουν την ισχύ οργανικών οξέων ή οργανικών βάσεων, εφόσον γνωρίζουν τη σειρά ισχύος του επαγωγικού φαινομένου των υποκαταστατών τους. • συμπληρώνουν τις χημικές εξισώσεις αντιδράσεων οξέος-βάσης για τις εξής κατηγορίες οργανικών ενώσεων: <ul style="list-style-type: none"> α) $RCOOH$ με ανθρακικά άλατα, νερό, ασθενείς βάσεις (π.χ. αμμωνία και αμίνες), ισχυρές βάσεις (π.χ. $NaOH$ και KOH) και με αλκάλια (π.χ. Na και K), β) C_6H_5OH με νερό, ισχυρές βάσεις (π.χ. $NaOH$ και KOH) και με αλκάλια (π.χ. Na και K), γ) αλκοόλες με αλκάλια (π.χ. Na και K), 	<p><u>1^η Δραστηριότητα:</u> Διάκριση οργανικών οξέων και βάσεων με βάση τους ΣΤ. Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες συμπληρώνουν φύλλο εργασίας και προβλέπουν ανάμεσα σε δοσμένες οργανικές ενώσεις ποιες από αυτές δρουν ως οξέα και ποιες ως βάσεις, σύμφωνα με τη θεωρία Brønsted-Lowry. Οι μαθητές/-τριες επιβεβαιώνουν τις απαντήσεις τους με τη βοήθεια εννοιολογικού χάρτη που παρουσιάζει ο/η εκπαιδευτικός.</p> <p><u>2^η Δραστηριότητα:</u> Ισχύς οξέων. Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες καλούνται να αντιστοιχίσουν συντακτικούς τύπους οργανικών οξέων όπως οξικό οξύ, τριχλωρο-οξικό οξύ, χλωρο-οξικό οξύ, διχλωρο-οξικό οξύ με τις αντίστοιχες σταθερές ιοντισμού και να εξηγήσουν τον ρόλο του Cl^- στην ισχύ των παραπάνω οξέων, με κριτήριο το επαγωγικό φαινόμενο.</p> <p><u>3^η Δραστηριότητα:</u> Ισχύς βάσεων. Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες καλούνται να διατάξουν κατά σειρά ισχύος τις βάσεις: α) CH_3COO^-, $C_6H_5O^-$, OH^-, CH_3O^- και R^-,</p>

		<p>δ) 1-αλκίνια με αλκάλια (π.χ. Na και K), ε) αλκοξείδια με νερό, ασθενή οξέα (π.χ. CH₃COOH) και ισχυρά οξέα (π.χ. HCl), στ) αμίνες με νερό, ασθενή οξέα (π.χ. CH₃COOH) και ισχυρά οξέα (π.χ. HCl).</p>	<p>β) NH₃, CH₃NH₂, CH₃NHCH₃.</p>
<p>8.8. Διάκριση και ταυτοποίηση οργανικών ενώσεων.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • εξηγούν τους όρους «διάκριση μεταξύ οργανικών χημικών ενώσεων» και «ταυτοποίηση οργανικής χημικής ένωσης». • προσδιορίζουν τα ισομερή χαρακτηριστικής (λειτουργικής ομάδας) στις περιπτώσεις: <ul style="list-style-type: none"> α) κορεσμένων αλκοολών – κορεσμένων αιθέρων, β) κορεσμένων αλδεϋδών – κορεσμένων κετονών, γ) κορεσμένων καρβοξυλικών οξέων – κορεσμένων εστέρων. • Σχεδιάζουν: <ul style="list-style-type: none"> α) δοκιμασία για να διακρίνουν δύο οργανικές ενώσεις, όπως: <ul style="list-style-type: none"> i) αλκάνιο από αλκένιο ή αλκίνιο, ii) αλκένιο από 1-αλκίνιο, iii) αλκοόλη από αιθέρα, iv) τριτοταγή αλκοόλη από πρωτοταγή ή δευτεροταγή, v) αλδεΐδη από κετόνη, vi) καρβοξυλικό οξύ από εστέρα. β) σειρά δοκιμασιών για να διακρίνουν τρεις ή περισσότερες οργανικές ενώσεις, σε περιπτώσεις συνδυασμού των παραπάνω. 	<p>Διερεύνηση: Η γλυκερίνη (1,2,3 προπανοτριόλη) και η γλυκόζη χρησιμοποιούνται στη ζαχαροπλαστική. Να σχεδιάσετε και να υλοποιήσετε πειραματική διαδικασία για να διακρίνετε τις δύο αυτές ενώσεις. Δίνονται οι ΣΤ των παραπάνω ενώσεων. Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες εργάζονται για να απαντήσουν στο ερευνητικό ερώτημα.</p> <p>Εργαστηριακή επίλυση προβλήματος: Στο εργαστήριο έχουμε τρία (3) δοχεία χωρίς ετικέτες. Σε καθένα περιέχεται μία ουσία, κάποια από τις: αιθανόλη, γλυκόζη και οξικό οξύ. Αν έχετε στη διάθεσή σας διαλύματα NaHCO₃, KMnO₄/H⁺ και διάλυμα Fehling. Να σχεδιάσετε και να υλοποιήσετε σειρά δοκιμασιών για να προσδιορίσετε ποια ουσία περιέχεται σε κάθε δοχείο.</p> <p>Δραστηριότητα – Ταυτοποίηση: Οι μαθητές/-τριες με κατάλληλο φύλλο εργασίας μελετούν: <ul style="list-style-type: none"> α) δύο φάσματα IR οργανικών ενώσεων που ανήκουν σε διαφορετικές κατηγορίες οργανικών ενώσεων, β) πίνακα στον οποίο αναγράφονται οι κυριότερες συχνότητες δονήσεων χαρακτηριστικών δεσμών. Στη συνέχεια, με βάση τις πληροφορίες που αντλούν από τα φάσματα και τον πίνακα προσδιορίζουν σε ποια ένωση αντιστοιχεί κάθε φάσμα. Ζεύγη ενώσεων που μπορεί να αξιοποιηθούν, για παράδειγμα, είναι:</p>

		<ul style="list-style-type: none">• υλοποιούν τις εργαστηριακές δοκιμασίες που σχεδίασαν για να διακρίνουν κάποιες από τις παραπάνω οργανικές ενώσεις μεταξύ τους.• διακρίνουν ή ταυτοποιούν οργανικές ενώσεις από απλοποιημένες απεικονίσεις των φασμάτων IR ή/και MS.	<ul style="list-style-type: none">i) η αιθανόλη και η ακεταλδεΐδη,ii) η 2-προπανόλη και η προπανόνη,iii) η αιθανόλη και το οξικό οξύ,iv) το οξικό οξύ και το ακετονιτρίλιο.
--	--	---	--

Πίνακας 20: Ενδεικτική κατανομή ωρών για το Πρόγραμμα Σπουδών της Γ' τάξης Γενικού Λυκείου (στις αναγραφόμενες ώρες περιλαμβάνεται πρόβλεψη για διαγωνίσματα, επαναλήψεις κτλ.).

Ενδεικτική κατανομή ωρών ανά θεματική ενότητα				
Κεφάλαιο 1 ^ο : Σύγχρονες αντιλήψεις για την ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου και τον χημικό δεσμό.	1.1.	Τα προβλήματα της Φυσικής στις αρχές του 20ού αιώνα.	2	29
	1.2.	Το ατομικό φάσμα του υδρογόνου και το ατομικό πρότυπο του Bohr.	3	
	1.3.	Κβαντική θεωρία.	2	
	1.4.	Η κυματοσυνάρτηση ψ - Η έννοια του τροχιακού.	2	
	1.5.	Οι κβαντικοί αριθμοί.	2	
	1.6.	Η φωτοηλεκτρονιακή φασματοσκοπία (PhotoElectron Spectroscopy - PES).	1	
	1.7.	Η ύπαρξη στιβάδων και υποστιβάδων.	3	
	1.8.	Οι αρχές της ηλεκτρονιακής δόμησης των στοιχείων.	2	
	1.9.1.	Ο Περιοδικός Πίνακας.	1	
	1.9.2.	Τα στοιχεία μετάπτωσης.	1	
	1.9.3.	Η μεταβολή της ατομικής ακτίνας και της ενέργειας 1 ^{ου} ιοντισμού στον Περιοδικό Πίνακα.	2	
	1.9.4.	Η ηλεκτραρνητικότητα και η μεταβολή της στον Περιοδικό Πίνακα.	2	
	1.10.1.	Οι βασικές αρχές της Θεωρίας Δεσμού Σθένους.	3	
	1.10.2.	Τα υβριδικά τροχιακά.	3	
Κεφάλαιο 2 ^ο : Εισαγωγή στις φασματοσκοπικές τεχνικές ανάλυσης.	2.1.	Η φασματοσκοπία ορατού-υπεριώδους (UV-Vis).	2	8
	2.2.	Η φασματοφωτομετρία.	2	
	2.3.	Η υπέρυθρη φασματοσκοπία (IR).	1	
	2.4.	Χρησιμοποιώντας την υπέρυθρη φασματοσκοπία.	1	
	2.5.	Η φασματομετρία μάζας (MS).	2	
Κεφάλαιο 3 ^ο : Οξειδοαναγωγή- Ηλεκτροχημεία.	3.1.1.	Ημιαντιδράσεις οξειδωσης – αναγωγής.	1	17
	3.1.2.	Ισοστάθμιση χημικών εξισώσεων οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων.	4	
	3.2.1.	Γαλβανικά στοιχεία.	3	
	3.2.2.	Το πρότυπο δυναμικό και οι εφαρμογές του.	4	
	3.2.3.	Μπαταρίες – Κυψέλες καυσίμου.	2	
	3.3.	Ηλεκτρόλυση – Προϊόντα και εφαρμογές.	3	
Κεφάλαιο 4 ^ο :	4.1.	Η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας στα χημικά φαινόμενα.	2	10

Εισαγωγή στη χημική θερμοδυναμική.	4.2.	Η ενθαλπία.	2	
	4.3.	Νόμοι της Θερμοχημείας.	3	
	4.4.	Η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού και η πρότυπη ενέργεια δεσμού.	3	
Κεφάλαιο 5 ^ο : χημική κινητική.	5.1.	Με ποιον τρόπο πραγματοποιείται μια χημική αντίδραση;	2	15
	5.2.	Η ταχύτητα της αντίδρασης.	4	
	5.3.	Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης.	3	
	5.4.	Κατάλυση.	2	
	5.5.	Νόμος ταχύτητας της αντίδρασης – Μηχανισμός αντίδρασης.	4	
Κεφάλαιο 6 ^ο : χημική ισορροπία.	6.1.	Αμφίδρομες αντιδράσεις – Χημική ισορροπία.	4	14
	6.2.	Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση της χημικής ισορροπίας.	4	
	6.3.	Σταθερά χημικής ισορροπίας (Kc) και πηλίκο αντίδρασης (Qc).	5	
	6.4.	Σύνδεση της χημικής ισορροπίας με τη χημική θερμοδυναμική και τη χημική κινητική.	1	
Κεφάλαιο 7 ^ο : Ιοντική ισορροπία.	7.1.1.	Η διάσταση και ο ιοντισμός των ηλεκτρολυτών.	2	29
	7.1.2.	Οξέα και βάσεις κατά Brønsted-Lowry και κατά Lewis.	3	
	7.1.3.	Ιοντισμός νερού – pH.	1	
	7.1.4.	Βαθμός ιοντισμού – Ισχυρά και ασθενή οξέα και βάσεις.	1	
	7.2.1.	Σταθερά ιοντισμού ασθενών οξέων – βάσεων.	4	
	7.2.2.	Νόμος αραίωσης του Ostwald.	3	
	7.3.	Επίδραση κοινού ιόντος.	4	
	7.4.	Ρυθμιστικά διαλύματα.	4	
	7.5.	Δείκτες.	2	
	7.6.	Ογκομέτρηση.	5	
Κεφάλαιο 8 ^ο : Οργανική Χημεία.	8.1.	Στερεοϊσομέρεια.	4	28
	8.2.1.	Πολικότητα δεσμών - Ηλεκτρονιόφιλα και πυρηνόφιλα.	1	
	8.2.2.	Κατηγορίες οργανικών αντιδράσεων.	1	
	8.3.	Αντιδράσεις προσθήκης.	5	
	8.4.	Αντιδράσεις απόσπασης.	2	
	8.5.1.	Αντιδράσεις πυρηνόφιλης υποκατάστασης.	3	
	8.5.2.	Ο αρωματικός δακτύλιος.	1	
	8.6.	Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.	4	
	8.7.	Αντιδράσεις οξέος-βάσης.	2	

	8.8.	Διάκριση και ταυτοποίηση οργανικών ενώσεων.	5
Σύνολο Ωρών			150

Πίνακας 21: Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό της Γ΄τάξης Γενικού Λυκείου ανά ενότητα.

Χημεία Γ΄ τάξης Γενικού Λυκείου	
1^η Θεματική Ενότητα: Σύγχρονες αντιλήψεις για την ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου και τον χημικό δεσμό	
Θεματικές Υποενότητες	Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό
1.1. Τα προβλήματα της Φυσικής στις αρχές του 20ού αιώνα.	Ηλεκτρομαγνητικό κύμα: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-10458
1.2. Το ατομικό φάσμα του υδρογόνου και το ατομικό πρότυπο του Bohr.	Φασματοφωτομετρία ατομικής απορρόφησης με απλά υλικά: https://www.youtube.com/watch?v=3D-ukjKpfxk
1.3. Κβαντική θεωρία.	Δομή του ατόμου: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/10396?locale=el
1.4. Η κυματοσυνάρτηση ψ - Η έννοια του τροχιακού.	Ατομικά τροχιακά: http://ekfe-omonoias.att.sch.gr/ekfe_omonoias/efarmoges/TROXIAKA/
1.5. Οι κβαντικοί αριθμοί.	(α) Κβαντικοί αριθμοί: http://ekfe-omonoias.att.sch.gr/ekfe_omonoias/efarmoges/TROXIAKA/atomic_orbit.exe (Οδηγίες εγκατάστασης: http://ekfe-omonoias.att.sch.gr/ekfe_omonoias/images/ODHGIES_ORBIT.pdf) (β) Τροχιακό - κβαντικοί αριθμοί: http://www.study4exams.gr/chemistry/course/view.php?id=84#2
1.6. Η φωτοηλεκτρονιακή φασματοσκοπία (Photoelectron Spectroscopy - PES).	(α) NIST X-ray Photoelectron Spectroscopy Database: https://srdata.nist.gov/xps/ (β) X-Ray data booklet: https://xdb.lbl.gov/ (γ) X-Ray properties of the elements: https://xdb.lbl.gov/Section1/Periodic_Table/X-ray_Elements.html (δ) XPS elements table: https://xpssimplified.com/periodictable.php (ε) XPS spectra: http://techdb.podzone.net/eindex.html
1.7. Η ύπαρξη στιβάδων και υποστιβάδων.	Δομή ατόμου-Στιβάδες-Υποστιβάδες: https://www.youtube.com/watch?v=ukGLH_NrFH8
1.8. Οι αρχές της ηλεκτρονιακής	Προσομοίωση: http://atomicorbitals.ea.gr/

δόμησης των στοιχείων.	
<p>1.9. Ο σύγχρονος Περιοδικός Πίνακας και η περιοδικότητα των ιδιοτήτων των στοιχείων.</p> <p>1.9.1. Ο Περιοδικός Πίνακας.</p> <p>1.9.2. Τα στοιχεία μετάπτωσης.</p>	<p>(α) Περιοδικός Πίνακας IUPAC: https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/</p> <p>(β) Μελέτη του Περιοδικού Πίνακα: https://ptable.com/?lang=el</p>
<p>1.9.3. Η μεταβολή της ατομικής ακτίνας και της ενέργειας 1^{ου} ιοντισμού στον Περιοδικό Πίνακα.</p>	<p>Μεταβολή 1ης ενέργειας ιοντισμού στον Περιοδικό Πίνακα: https://ptable.com</p>
<p>1.9.4. Η ηλεκτραρνητικότητα και η μεταβολή της στον Περιοδικό Πίνακα.</p>	<p>(α) Μεταβολή ηλεκτραρνητικότητας: http://chemdata.r.umn.edu/chemedXdata/</p> <p>(β) Μεταβολή ηλεκτραρνητικότητας στον Περιοδικό Πίνακα: https://ptable.com</p>
<p>1.10. Από το άτομο στο μόριο.</p> <p>1.10.1. Οι βασικές αρχές της Θεωρίας Δεσμού Σθένους.</p>	<p>Δημιουργία δεσμού: https://phet.colorado.edu/sims/html/atomic-interactions/latest/atomic-interactions_en.html</p>
<p>1.10.2. Τα υβριδικά τροχιακά.</p>	<p>Δημιουργία δεσμού-Υβριδιαμός: http://www.study4exams.gr/chemistry/course/view.php?id=88#2</p>
<p>2^η Θεματική Ενότητα: Εισαγωγή στις φασματοσκοπικές τεχνικές ανάλυσης</p>	
Θεματικές Υποενότητες	Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό
2.1.	<p>Φασματοσκοπία ορατού-υπεριώδους: https://www.youtube.com/watch?v=s5uIVQGFDE4</p>

<p>Η φασματοσκοπία ορατού-υπεριώδους (UV-Vis).</p>	
<p>2.2. Η φασματοφωτομετρία.</p>	<p>(α) Προσομοιώσεις με τη μορφή λογιστικών φύλλων: http://academic.pgcc.edu/~ssinex/excelets/chem_excelets.htm</p> <p>(β) Ο νόμος του Beer στο αποθετήριο του PhET: https://phet.colorado.edu/en/simulation/beers-law-lab</p> <p>(γ) Προσομοίωση του νόμου του Beer από το Τμήμα Χημικής Μηχανικής του Πανεπιστημίου της Γιούτα: https://www.che.utah.edu/~tony/OTM/SpecKinetics/</p> <p>(δ) Η όραση και το φως στο αποθετήριο PhET: https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_en.html</p> <p>(ε) Φασματοφωτομετρία Vis με απλά υλικά: https://www.youtube.com/watch?v=2HlwzZUsbO4</p>
<p>2.3. Η υπέρυθρη φασματοσκοπία (IR).</p>	<p>(α) Υπέρυθρη Φασματοσκοπία: https://www.youtube.com/watch?v=DDTIJgIh86E</p> <p>(β) Εκπαιδευτικό λογισμικό για IR: Maria Limniou, Nikos Papadopoulos, Dimitris Gavril, Aikaterini Touni, & Markella Chatziapostolidou. (2019, October 12). IR spectral Interpretation Software (Version 1). Zenodo. http://doi.org/10.5281/zenodo.3807358. Το λογισμικό αποτελεί προσάρτημα του αντίστοιχου κεφαλαίου στο βιβλίο <i>Problems and Problem Solving in Chemistry Education: Analysing Data, Looking for Patterns and Making Deduction</i>, Ed. G. Tsapralis, RSC 2021.</p> <p>(γ) Αποθετήριο φασμάτων IR: https://webbook.nist.gov/.</p>
<p>2.4. Χρησιμοποιώντας την υπέρυθρη φασματοσκοπία.</p>	
<p>2.5. Η φασματομετρία μάζας (MS).</p>	<p>Φασματομετρία Μάζας: https://www.khanacademy.org/science/ap-chemistry-beta/x2eef969c74e0d802:atomic-structure-and-properties/x2eef969c74e0d802:mass-spectrometry-of-elements/v/mass-spectrometry</p>
<p>3^η Θεματική Ενότητα: Οξειδοαναγωγή – Ηλεκτροχημεία</p>	
<p>Θεματικές Υποενότητες</p>	<p>Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό</p>
<p>3.1. Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.</p> <p>3.1.1. Ημιαντιδράσεις οξείδωσης – αναγωγής.</p>	<p>(α) Αντιδράσεις οξειδοαναγωγής: http://youtu.be/f7ahvW2a2pY</p> <p>(β) Σύγκριση δραστηριότητας δύο αμετάλλων: https://www.youtube.com/watch?v=0vAP4CiKPE0</p> <p>(γ) Ένας εντυπωσιακός αποχρωματισμός: https://www.youtube.com/watch?v=IHpFvkxmPtY</p> <p>(δ) Αριθμός οξείδωσης. Οξείδωση - Αναγωγή: http://www.study4exams.gr/chemistry/course/view.php?id=63#2</p>
<p>3.1.2. Ισοστάθμιση χημικών εξισώσεων</p>	<p>Ισοστάθμιση χημικών εξισώσεων οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων: http://www.study4exams.gr/chemistry/course/view.php?id=64#2</p>

οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων.	
3.2. Ηλεκτροχημεία.	
3.2.1. Γαλβανικά στοιχεία.	Γαλβανικά στοιχεία: https://www.youtube.com/watch?v=bTyYBA2xIRc
3.2.2. Το πρότυπο δυναμικό και οι εφαρμογές του.	(α) Γαλβανικά και ηλεκτρολυτικά στοιχεία: https://teachchemistry.org/classroom-resources/voltaic-cells (β) Determination of EMF of a Cell: http://amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=8&sim=153&cnt=4
3.2.3. Μπαταρίες – Κυψέλες καυσίμου.	Κυψέλες καυσίμου: http://www.sealab.gr/pages/viewpage.action?pageId=15171695
3.3. Ηλεκτρόλυση – Προϊόντα και εφαρμογές.	(α) Προσομοίωση: https://media.pearsoncmg.com/bc/bc_0media_chem/chem_sim/html5/Electro/Electro.php (β) Ηλεκτρόλυση στη μικροκλίμακα: https://www.youtube.com/watch?v=Z2p2HyFbrO8 (γ) Ηλεκτρόλυση τήγματος: https://www.youtube.com/watch?v=eGnPQtai0og και https://www.youtube.com/watch?v=LwwmRP8Zpaw (δ) Ηλεκτρόλυση διαλύματος: https://www.youtube.com/watch?v=CMW9r_L-CQA και https://www.youtube.com/watch?v=b5HxRs3yS74
4^η Θεματική Ενότητα: Εισαγωγή στη Χημική Θερμοδυναμική	
Θεματικές Υποενότητες	Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό
4.1. Η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας στα χημικά φαινόμενα.	Χημική θερμοδυναμική: http://www.study4exams.gr/chemistry/course/view.php?id=72
4.2. Η ενθαλπία.	Εξώθερμες- Ενδόθερμες αντιδράσεις: http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/10787
4.3. Νόμοι της Θερμοχημείας.	Εικονικό εργαστήριο-Νόμος του Hess: http://chemcollective.org/vlab/138
4.4. Η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού και η πρότυπη ενέργεια δεσμού.	Πείραμα-Ενθαλπία σχηματισμού: https://www.youtube.com/watch?v=xZwJa75-Zok

5^η Θεματική Ενότητα: Χημική Κινητική	
Θεματικές Υποενότητες	Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό
5.1. Με ποιον τρόπο πραγματοποιείται μια χημική αντίδραση;	(α) Ο προσανατολισμός στις αποτελεσματικές κρούσεις: https://www.youtube.com/watch?v=yc8WBsDky4I (β) Τι είναι η χημική αντίδραση; http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-10408
5.2. Η ταχύτητα της αντίδρασης.	Ταχύτητα αντίδρασης: https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/reactions-and-rates
5.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης.	(α) Επίδραση συγκέντρωσης στην ταχύτητα της αντίδρασης: https://amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=8&sim=142&cnt=672 (β) Επίδραση συγκέντρωσης στην ταχύτητα της αντίδρασης: https://www.youtube.com/watch?v=E9Ze-OiJZMU (γ) Επίδραση θερμοκρασίας στην ταχύτητα της αντίδρασης: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4585 (δ) Επίδραση θερμοκρασίας στην ταχύτητα της αντίδρασης: https://www.youtube.com/watch?v=wnih0_AGaJs (ε) Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την ταχύτητα της αντίδρασης: https://www.youtube.com/watch?v=xYS8WZumry0&t=43s (στ) Τι είναι η χημική αντίδραση; http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-10408
5.4. Κατάλυση.	(α) Κατάλυση - Αντίδραση με και χωρίς καταλύτη: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-10395 (β) Καταλυτική διάσπαση υπεροξειδίου του υδρογόνου από πυρολουσίτη (MnO ₂): https://www.youtube.com/watch?v=ZVW3J7ogJYo (γ) Καταλυτική σύνθεση MgI ₂ με καταλύτη H ₂ O: https://www.youtube.com/watch?v=Jk5F6BSK88Y
5.5. Νόμος ταχύτητας της αντίδρασης – Μηχανισμός αντίδρασης.	(α) Παράδειγμα μηχανισμού αντίδρασης: https://www.youtube.com/watch?v=5vcc7oY7L3U (β) Ερωτήσεις αξιολόγησης στη χημική κινητική (κουίζ): http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4907?locale=el
6^η Θεματική Ενότητα: Χημική Ισορροπία	
Θεματικές Υποενότητες	Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό
6.1.	Μελέτη αμφίδρομης αντίδρασης: https://phet.colorado.edu/el/simulation/reversible-reactions

Αμφίδρομες αντιδράσεις – Χημική ισορροπία.	
<p>6.2.</p> <p>Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση της χημικής ισορροπίας.</p>	<p>(α) Μελέτη χημικής ισορροπίας με χρήση του λογισμικού: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4334</p> <p>(β) Επίδρασης συγκέντρωσης και θερμοκρασίας στη χημική ισορροπία: 1. http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4567 https://www.youtube.com/watch?v=9DiN62IOPwE 2. https://www.youtube.com/watch?v=2vkqH5TeshI</p> <p>(γ) Επίδρασης θερμοκρασίας στη χημική ισορροπία: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4563?locale=el</p> <p>(δ) Επίδρασης θερμοκρασίας στη χημική ισορροπία: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4565?locale=el</p> <p>(ε) Επίδραση της πίεσης στη χημική ισορροπία: https://javalab.org/en/le_chateliers_principle_pressure_en/</p> <p>(στ) Παράγοντες που επηρεάζουν τη χημική ισορροπία: http://dept.harpercollege.edu/chemistry/chm/100/dgodambe/thedisk/equilibriumperform.htm</p> <p>(ζ) Παράγοντες που επηρεάζουν τη χημική ισορροπία: https://www.youtube.com/watch?v=ztbdV3tlego</p> <p>(η) Ερωτήσεις αξιολόγησης στη θέση της χημικής ισορροπίας (κουίζ): http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4407</p> <p>(θ) Ερωτήσεις αξιολόγησης στη θέση της χημικής ισορροπίας μέσα από διαγράμματα (κουίζ): http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4581</p> <p>(ι) https://amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=7&sim=112&cnt=4</p> <p>(ια) Αρχή Le Chatelier: https://www.youtube.com/watch?v=0atnpNxvgHg.</p>
<p>6.3.</p> <p>Σταθερά χημικής ισορροπίας (K_c) και πηλίκιο αντίδρασης (Q_c).</p>	<p>Χημική ισορροπία: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/4947?locale=el.</p>
<p>6.4.</p> <p>Σύνδεση της χημικής ισορροπίας με τη χημική θερμοδυναμική και τη χημική κινητική.</p>	<p>Αντιστρεπτές αντιδράσεις: https://phet.colorado.edu/el/simulation/reversible-reactions</p>
<p>7^η Θεματική Ενότητα: Ιοντική Ισορροπία</p>	
<p>Θεματικές Υποενότητες</p>	<p>Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό</p>
<p>7.1.</p> <p>Οι ηλεκτρολύτες.</p>	<p>(α) Διάλυση ζάχαρης και αλατιού: https://phet.colorado.edu/el/simulation/sugar-and-salt-solutions</p>

<p>7.1.1. Η διάσταση και ο ιοντισμός των ηλεκτρολυτών.</p> <p>7.1.2. Οξέα και βάσεις κατά Brønsted-Lowry και κατά Lewis.</p> <p>7.1.3. Ιοντισμός νερού – pH.</p> <p>7.1.4. Βαθμός ιοντισμού – Ισχυρά και ασθενή οξέα και βάσεις.</p>	<p>(β) Διάλυση ισχυρού και ασθενούς οξέος στο νερό: https://www.youtube.com/watch?v=rKqYE5sZi1s</p> <p>(γ) Χαρακτηριστικά ισχυρών και ασθενών οξέων και βάσεων: https://www.youtube.com/watch?v=DupXDD87oHc</p> <p>(δ) Οξέα και βάσεις: https://www.labster.com/simulations/acids-and-bases/ Διαλύματα οξέων και βάσεων: https://phet.colorado.edu/sims/html/acid-base-solutions/latest/acid-base-solutions_en.html</p> <p>(ε) Επαγωγικό φαινόμενο: https://www.youtube.com/watch?v=1AtNSTooA3A</p>
<p>7.2. Ιοντισμός ασθενών οξέων και βάσεων.</p> <p>7.2.1. Σταθερά ιοντισμού ασθενών οξέων – βάσεων.</p> <p>7.2.2. Νόμος αραίωσης του Ostwald.</p>	<p>(α) Αραίωση διαλύματος και ανάμειξη διαλυμάτων: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-10496</p> <p>(β) Συμπεριφορά διαλυμάτων κατά την αραίωση: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/7886</p> <p>(γ) Σύνθεση και προσδιορισμός του pH διαλυμάτων αλάτων: http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/7469</p> <p>(δ) Σύνθεση και προσδιορισμός του pH διαλυμάτων αλάτων (Οδηγίες για τον/την καθηγητή/-τρια): http://photodentro.edu.gr/photodentro/pH%20alatvn_pidx0036118/pHALK.pdf</p> <p>(ε) Εικονικό εργαστήριο: http://chemcollective.org/activities/type_page/1</p> <p>(στ) Κλίμακα pH: https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale/latest/ph-scale_el.html</p> <p>(ζ) Ιοντισμός του νερού: https://www.youtube.com/watch?v=Hm4wAqPr1JY</p> <p>(η) Εικονικό εργαστήριο: http://chemcollective.org/activities/type_page/1</p> <p>(θ) Διαλύματα οξέων και βάσεων: https://phet.colorado.edu/el/simulation/acid-base-solutions</p> <p>(ι) Τα άλατα δεν είναι πάντα ουδέτερα (Υδρόλυση αλάτων): https://www.youtube.com/watch?v=CdC2wA1EL7c</p>
<p>7.3. Επίδραση κοινού ιόντος.</p>	<p>Εικονικό εργαστήριο: http://chemcollective.org/activities/type_page/1</p>
<p>7.4. Ρυθμιστικά διαλύματα.</p>	<p>(α) Παρασκευή και αραίωση ρυθμιστικών διαλυμάτων: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-7480</p> <p>(β) Ρυθμιστικά διαλύματα και μεταβολή pH: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-7883</p> <p>(γ) Ρυθμιστικά διαλύματα και αραίωση: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-7885</p> <p>(δ) Ρυθμιστικά διαλύματα: https://www.youtube.com/watch?v=4-C9uz5VXDc</p>

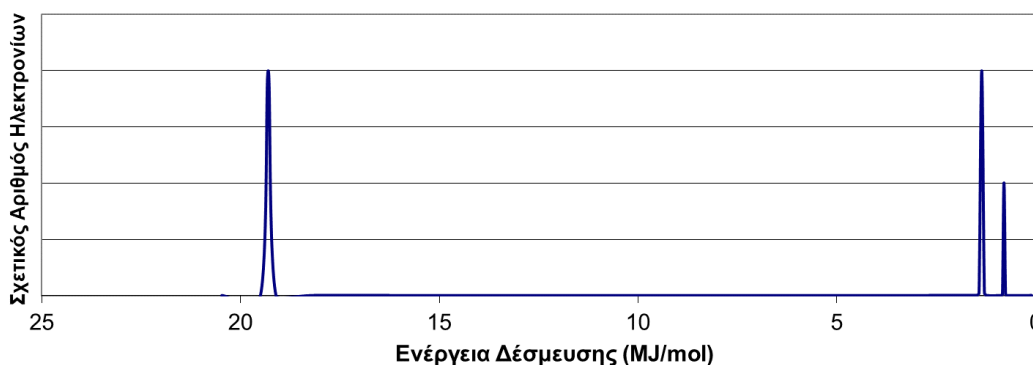
	(ε) Παρασκευή ρυθμιστικού διαλύματος: Εικονικό εργαστήριο: http://chemcollective.org/vlab/104 (ζ) Παρασκευή ρυθμιστικών διαλυμάτων: https://www.youtube.com/watch?v=uowfFtE5HV4&t=40s
7.5. Δείκτες.	(α) Πρωτολυτικοί δείκτες: http://aesop.iep.edu.gr/node/13888 (β) Δείκτες-Πώς λειτουργούν: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=mKDUvUZ98V0 (γ) Εικονικό εργαστήριο: http://chemcollective.org/vlab/100 (δ) Γράψε – σβήσε με δείκτη: https://www.youtube.com/watch?v=G-TIJKhrifQ
7.6. Ογκομέτρηση.	(α) Εικονικό εργαστήριο: http://chemcollective.org/vlab/101 (β) Ογκομέτρηση γαλακτικού οξέος στο γιαούρτι: https://www.youtube.com/watch?v= httpGtsyoVc&t=14s (γ) Προσδιορισμός της περιεκτικότητας οξικού οξέος σε ξίδι εμπορίου: https://www.youtube.com/watch?v=zUtIClO-omc&t=172s (δ) Ογκομέτρηση διαλύματος NaOH και HCL με δείκτη: https://youtu.be/M2kxzV6lxUY
8^η Θεματική Ενότητα: Οργανική Χημεία	
Θεματικές Υποενότητες	Ενδεικτικό ψηφιακό υλικό
8.1. Στερεοϊσομέρεια.	(α) Εναντιομέρεια μορίων: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/7454?locale=el (β) Στερεοϊσομερή του 1,2-διχλωρο-αιθανίου: http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/2588?locale=el
8.2. Εισαγωγή στις οργανικές αντιδράσεις. 8.2.1. Πολικότητα δεσμών - Ηλεκτρονιόφιλα και πυρηνόφιλα. 8.2.2. Κατηγορίες οργανικών αντιδράσεων.	Κατηγορίες οργανικών αντιδράσεων: http://www.study4exams.gr/chemistry/course/view.php?id=89
8.3. Αντιδράσεις προσθήκης.	(α) Αντίδραση αλκενίου με διάλυμα βρομίου: https://www.youtube.com/watch?time_continue=11&v=PE1CDR1S5pk&feature=emb_logo (β) Δοκιμασία ανίχνευσης διπλού δεσμού: https://www.youtube.com/watch?v=qEm-CaqhcOs&ab_channel=FuseSchool-GlobalEducation

	<p>(γ) Πυρηνόφιλος χαρακτήρας του διπλού δεσμού των αλκενίων: https://www.chemtube3d.com/electrophilic-addition-to-alkenes-unsymmetrical-alkenes/</p> <p>(δ) Αντιδραστήριο Grignard: https://www.chemtube3d.com/organometallics-addition-to-a-carbonyl-group-grignard-reagent/</p>
<p>8.4. Αντιδράσεις απόσπασης.</p>	<p>Αντιδράσεις απόσπασης: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-7803</p>
<p>8.5. Αντιδράσεις υποκατάστασης.</p> <p>8.5.1. Αντιδράσεις πυρηνόφιλης υποκατάστασης.</p> <p>8.5.2. Ο αρωματικός δακτύλιος.</p>	<p>Προσομοίωση Σαπωνοποίησης: https://amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=3&sim=119&cnt=693</p>
<p>8.6. Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.</p>	<p>Αναγωγικός χαρακτήρας αλδεϋδών: https://www.youtube.com/watch?v=JS1VScCeQbw</p>
<p>8.7. Αντιδράσεις οξέος-βάσης.</p>	<p>Όξινος χαρακτήρας των καρβοξυλικών οξέων: http://youtu.be/9vx81elwOEI</p>
<p>8.8. Διάκριση και ταυτοποίηση οργανικών ενώσεων.</p>	<p>Ανίχνευση αλδεϋδης: http://aesop.iep.edu.gr/node/7086/2219</p>

2.2.6. Παρατηρήσεις, επισημάνσεις και προεκτάσεις για το πρόγραμμα Σπουδών της Γ' τάξης Γενικού Λυκείου

Για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή του Προγράμματος Σπουδών της Γ' τάξης Γενικού Λυκείου θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη οι ακόλουθες παρατηρήσεις-επισημάνσεις:

- (α) Στην ενότητα 1.6:
- (i) Απαραίτητη είναι η σύνδεση της φασματοσκοπίας PES με το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο (σύνδεση με θεματική 1.1).
 - (ii) Οι μαθητές/-τριες καλούνται να ερμηνεύσουν την πειραματική πορεία μέσω της Αρχής Διατήρησης της Ενέργειας (ΑΔΕ): $h\nu = BE + KE$ ($BE =$ Ενέργεια Δέσμησης/Binding Energy, $KE =$ Κινητική Ενέργεια/Kinetic Energy). Επισημαίνεται ότι τυχόν αναφορά στο σχετιζόμενο έργο εξαγωγής φ δεν εξυπηρετεί τους στόχους του παρόντος.
 - (iii) Στην παρούσα ενότητα, καθώς και σε αυτές που θα ακολουθήσουν δίνονται στους/στις μαθητές/-τριες κυρίως προσομοιώσεις φασμάτων PES και όχι πραγματικά φάσματα (γραφήματα χωρίς θόρυβο, με απουσία μεταπτώσεων Auger, διασχίσεις κορυφών οφειλόμενες σε σύζευξη *spin-orbit* κτλ.), ώστε οι μαθητές/-τριες να μπορούν να διακρίνουν απρόσκοπτα τις αναζητούμενες πληροφορίες.
 - (iv) Τα φάσματα PES αναπαρίστανται ως γραφήματα της μεταβολής της έντασης ή του σχετικού αριθμού ηλεκτρονίων σε συνάρτηση με την ενέργεια δέσμησης. Η ενέργεια δίνεται σε MJ/mol (έναντι του συνήθους eV), η οποία στα γραφήματα μειώνεται προς τα δεξιά. Με αυτόν τον τρόπο δύνανται οι μαθητές/-τριες να φανταστούν τον πυρήνα του ατόμου να βρίσκεται στο σημείο τομής των αξόνων. Παράδειγμα τέτοιου φάσματος δίνεται στο Σχήμα 5:



Σχήμα 5: Προσομοίωση φάσματος PES για το βόριο.

Περισσότερα για την PES και την προτεινόμενη σχετική διδακτική μεθοδολογία αναφέρονται στα σχετικά σχέδια μαθημάτων (vide infra).

- (β) Στην ενότητα 1.8:
- (i) Η ηλεκτρονιακή δόμηση θα πρέπει να συσχετίζεται με τα συμπεράσματα της θεματικής 1.7.
 - (ii) Να τονίζεται ότι η Απαγορευτική Αρχή του Pauli είναι θεμελιώδης αρχή της κβαντομηχανικής.
 - (iii) Στην εφαρμογή του κανόνα του Madelung θα πρέπει να ελέγχεται η συχνή παρανόηση των μαθητών/-τριών πως η $4s$ υποστιβάδα συμπληρώνεται πριν την $3d$ στα άτομα της 1^{ης} σειράς των στοιχείων μετάπτωσης.

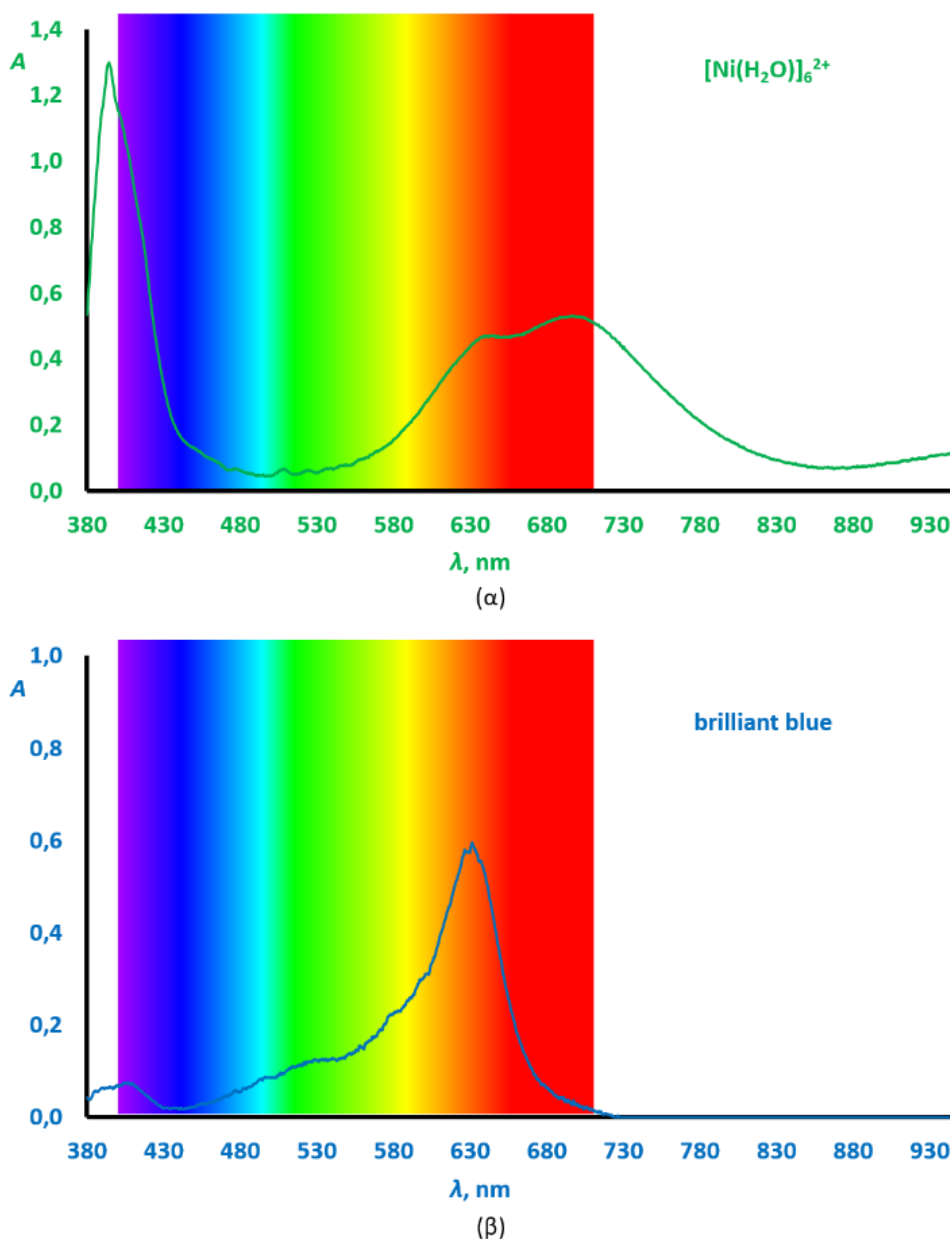
- (iv) Η αναγραφή των ηλεκτρονιακών διαμορφώσεων για στοιχεία με $Z > 38$ ξεφεύγει από τους στόχους του παρόντος ΠΣ.
- (γ) Στην ενότητα 1.9:
- (i) Ως κύρια απεικόνιση του Περιοδικού Πίνακα λαμβάνεται η προτεινόμενη κάθε φορά από την IUPAC: <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>.
- (ii) Ο ορισμός της ηλεκτρωνητικότητας κατά Pauling είναι πλήρως συμβατός με τους στόχους του παρόντος και προτείνεται η χρήση του.
- (δ) Στην ενότητα 1.10.2 προτείνεται να τονιστεί ο λόγος που οδήγησε στην ανάπτυξη και την καθιέρωση των υβριδικών τροχιακών.
- (ε) Στην ενότητα 2.1:
- (i) Οι προβλέψεις που γίνονται με τον δίσκο του Νεύτωνα (Σχήμα 6) είναι ενδεικτικές:
- Συνήθως οι ενώσεις απορροφούν σε διάφορες περιοχές του ορατού φάσματος.
 - Ο ανθρώπινος οφθαλμός δεν είναι το ίδιο ευαίσθητος σε όλα τα μήκη κύματος του φωτός. Συγκεκριμένα είναι 5 με 10 φορές περισσότερο ευαίσθητος στο πράσινο και το κίτρινο σε σύγκριση με το κυανούν και το ερυθρό.
- (ii) Συζήτηση των επιμέρους μεταπτώσεων που προκαλούν τον χρωματισμό ξεφεύγει από τους στόχους του παρόντος ΠΣ.



Σχήμα 6: Ο δίσκος του Νεύτωνα.

Μια ένωση που απορροφά ένα χρώμα εμφανίζεται χρωματισμένη με το συμπληρωματικό του.

- (iii) Στα πλαίσια της ενότητας προτείνεται να γίνει αναφορά και συζήτηση για οργανικές χρωμοφόρες ομάδες, οι οποίες εμφανίζονται συχνά σε ενώσεις που απορροφούν στο ορατό, όπως τα συζυγιακά συστήματα και οι βενζολικοί δακτύλιοι. Εντούτοις, η περαιτέρω περιγραφή τέτοιων ζητημάτων απέχει από τους σκοπούς του παρόντος.
- (iv) Παραδείγματα φασμάτων UV-Vis δίνονται στο Σχήμα 7. Προτείνεται στα φάσματα που θα παρουσιάζονται στη διάρκεια του μαθήματος να περιλαμβάνεται και ο χρωματικός κώδικας, όπως γίνεται στα φάσματα του Σχήματος 7.



Σχήμα 7: (α) Φάσμα UV-Vis της υδατικού διαλύματος της ένωσης $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$. Η ένωση απορροφά σημαντικά στο κόκκινο, το πορτοκαλί και το ιώδες και εμφανίζεται πράσινη.

(β) Φάσμα UV-Vis υδατικού διαλύματος της χρωστικής ζαχαροπλαστικής brilliant blue (E133). Η ένωση απορροφά ισχυρά στο πορτοκαλί και εμφανίζεται στα διαλύματά της μπλε.

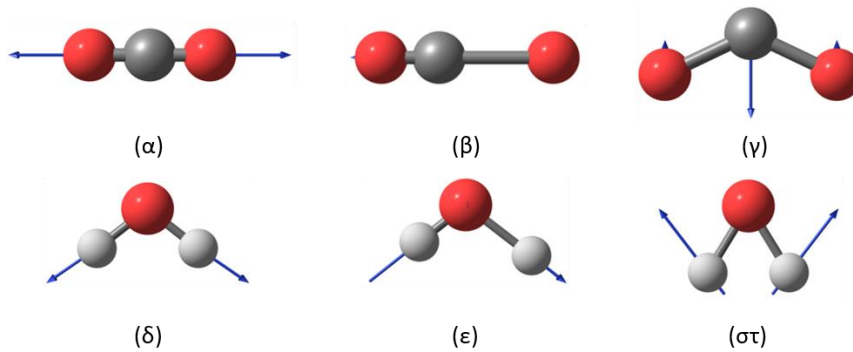
Αναλυτικές πληροφορίες για την κατασκευή ενός φασματοφωτομέτρου από απλά υλικά δίνονται σε σενάριο μαθήματος που ακολουθεί (Ενότητα 3.6).

(στ) Παραδείγματα δονήσεων που θα μελετήσουν οι μαθητές/-τριες στη σχετική δραστηριότητα της ενότητας 2.3, φαίνονται στο Σχήμα 8.

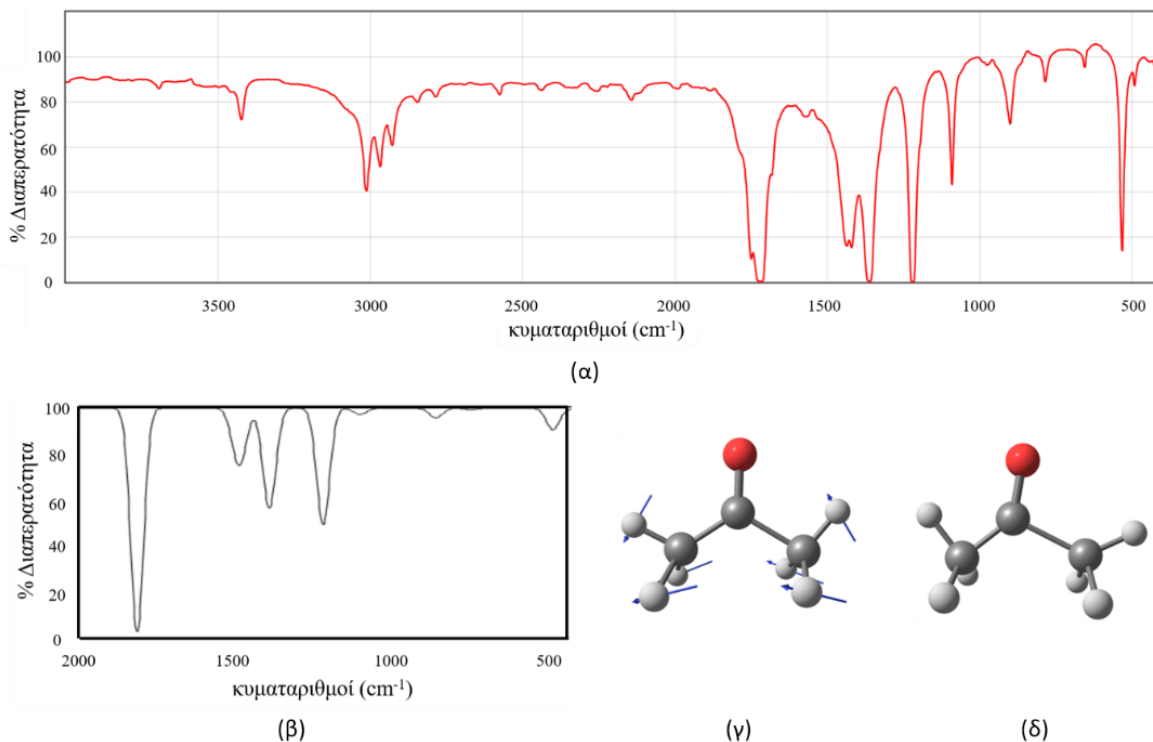
(ζ) Στην ενότητα 2.4:

- (i) Θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε τα φάσματα που παρουσιάζονται στους/στις μαθητές/-τριες να είναι σχετικά απλά, ώστε να μπορούν να διακρίνουν απρόσκοπτα τις αναζητούμενες πληροφορίες.

- (ii) Η κλίμακα των κυματαριθμών σε ένα φάσμα θα πρέπει να έχει ενιαία γραμμική μορφή σε όλο το μήκος της.



Σχήμα 8: Ενδεικτικοί τρόποι δόνησης μορίων: (α) Πρώτη δόνηση έκτασης δεσμών του H_2O . (β) Δεύτερη δόνηση έκτασης δεσμών του H_2O . (γ) Κάμψη γωνίας H-O-H. (δ) Πρώτη δόνηση έκτασης δεσμών του CO_2 . (ε) Δεύτερη δόνηση έκτασης δεσμών του CO_2 . (στ) Κάμψη γωνίας CO_2 .



Σχήμα 9: (α) Φάσμα IR της ακετόνης. Διακρίνονται οι χαρακτηριστικές κορυφές έκτασης δεσμών του καρβονυλίου (C=O) στα 1715 cm^{-1} , των δεσμών C-C στα 1222 cm^{-1} και των δεσμών C-H στα 3005 cm^{-1} καθώς και οι κάμψεις των μεθυλίων στα 1434 cm^{-1} . (β) Προσομοίωση του φάσματος IR της ακετόνης στην περιοχή $2000 - 500\text{ cm}^{-1}$ (επίπεδο B3LYP/6-31G* με λορεντζιανές καμπύλες ημιεύρους 50 cm^{-1}). (γ) Αναπαράσταση της δόνησης κάμψης των μεθυλίων. (δ) Αναπαράσταση της δόνησης κάμψης των δεσμών C-C.

- (iii) Σε περίπτωση που κριθεί σκόπιμο να δοθεί στους/στις μαθητές/-τριες φάσμα IR μιας πολύπλοκης οργανικής ένωσης, τότε προτείνεται αυτό να προκύπτει από προσομοίωση, ώστε να αναδεικνύονται μόνο οι επιθυμητές πληροφορίες.

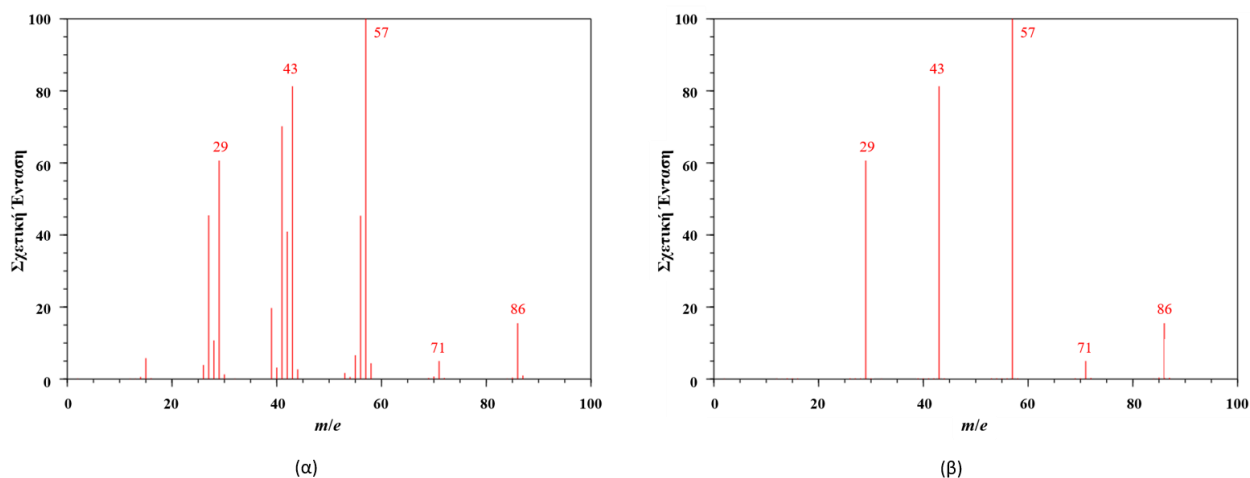
- (iv) Αν και ένα φάσμα IR μπορεί να αναπαρασταθεί και ως συνάρτηση της μορφής $A = f(\tilde{\nu})$, προτιμάται η παραδοσιακή του απεικόνιση, ώστε οι μαθητές/-τριες να ξεχωρίζουν απευθείας τα φάσματα IR από τα φάσματα UV-Vis και PES.
- (v) Όλα τα φάσματα IR που προτείνονται προς μελέτη αναφέρονται σε καθαρές ουσίες ελεύθερες προσμείξεων.
- (vi) Στα πλαίσια της διερεύνησης φασμάτων IR ενθαρρύνεται να γίνει συζήτηση για την ένταση των κορυφών και για το γεγονός ότι οι πολικοί δεσμοί αναμένεται να παρουσιάζουν υψηλότερη ένταση. Εύλογο είναι ότι η αναλυτική συζήτηση για την ένταση και τη μορφή (ευρεία, οξεία κτλ.) των κορυφών που εμφανίζονται στα φάσματα IR ξεφεύγει σαφώς από τους σκοπούς του παρόντος ΠΣ.
- (vii) Ο πίνακας με τις χαρακτηριστικές συχνότητες δόνησης που θα δίνεται στους/στις μαθητές/-τριες θα πρέπει αφενός να μην είναι ιδιαίτερα εκτενής και αφετέρου να περιλαμβάνει συχνότητες έκτασης δεσμών/κάμψεως γωνιών ενώσεων που οι μαθητές/-τριες απαντούν στο Πρόγραμμα Σπουδών του Λυκείου. Παράδειγμα τέτοιου πίνακα αποτελεί ο Πίνακας 22 και παράδειγμα φάσματος IR δίνεται στο Σχήμα 9.

Πίνακας 22: Κυριότερες συχνότητες έκτασης δεσμών και κάμψεων γωνιών

Κυματάρθρωμοι (cm ⁻¹)	Χημική τάξη	Είδος δόνησης
3700 - 3600	αλκοόλες και φαινόλες	έκταση O-H άνευ ανάπτυξης δεσμών υδρογόνου
3600 - 3200	αλκοόλες και φαινόλες	έκταση O-H λόγω ανάπτυξης δεσμών υδρογόνου
3000 - 2500	αλκοόλες και φαινόλες	έκταση O-H του -COOH λόγω ανάπτυξης δεσμών υδρογόνου
2900 - 2700	αλδεΐδες	έκταση C-H
~ 2250	νιτρίλια	έκταση C≡N
1750 - 1740	εστέρες	έκταση C=O
1740 - 1720	αλδεΐδες	έκταση C=O
1725 - 1705	κετόνες	έκταση C=O
1485 - 1340	αλκάνια	κάμψεις γωνιών C-H
1140 - 1090	2° και 3° αλκοόλες	έκταση C-O
1060 - 1025	1° αλκοόλες	έκταση C-O

- (η) Στην ενότητα 2.5:
- (i) Τα φάσματα MS που θα επεξεργαστούν οι μαθητές/-τριες οφείλουν να είναι απλοποιημένα, ώστε να μπορούν να διακρίνουν σχετικά εύκολα τις ζητούμενες πληροφορίες. Παράδειγμα απλοποίησης φάσματος MS δίνεται στο Σχήμα 10. Για αυτό θα πρέπει από τα φάσματα MS:

- να απουσιάζουν κορυφές που προέρχονται από ισότοπα των εμπλεκόμενων ατόμων.
- να δηλώνεται ξεκάθαρα ποιο είναι το μοριακό ιόν $M^{+•}$.
- το μοριακό ιόν να είναι πάντα μονοκατιόν.



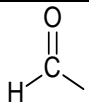
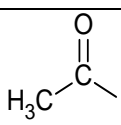
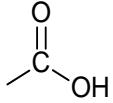
Σχήμα 10: (α) Φάσμα MS του *n*-εξανίου. Διακρίνονται, εκτός από το μοριακό ιόν $M^{+•}$ ($m/e = 86$), τα χαρακτηριστικά θραύσματα $CH_3-CH_2^+$ ($m/e = 29$), $C_3H_7^+$ ($m/e = 43$), $C_4H_9^+$ ($m/e = 57$), $C_5H_9^+$ ($m/e = 71$), καθώς και τα $C_2H_3^+$ ($m/e = 27$) και $C_3H_5^+$ ($m/e = 41$).

(β) Απλοποιημένο φάσμα MS του *n*-εξανίου κατάλληλο για τους σκοπούς του παρόντος.

- (ii) Αν δοθεί στους/στις μαθητές/-τριες γενικός πίνακας με συνήθη θραύσματα, θα πρέπει να είναι σύντομος και να περιλαμβάνει μόνο θραύσματα ενώσεων που σχετίζονται άμεσα με τις ενώσεις που απαντούν στο ΠΣ του Λυκείου. Παράδειγμα τέτοιου πίνακα αποτελεί ο Πίνακας 23 (σελ. 172).
 - (iii) Η αναλυτική περιγραφή των μηχανισμών παραγωγής ιόντων είναι έξω από τους στόχους του ΠΣ. Επίσης, δε θα πρέπει να υπάρχουν στα φάσματα που θα επεξεργαστούν οι μαθητές/-τριες ιόντα που προκύπτουν από δευτερογενείς διεργασίες (π.χ. μεταθέσεις ομάδων κτλ.).
 - (iv) Επίσης είναι έξω από τους στόχους του ΠΣ κάθε συζήτηση για το ύψος κάθε κορυφής που εμφανίζεται στα φάσματα MS.
- (θ) Στην ενότητα 3.3 θα πρέπει στην ηλεκτόλυση διαλυμάτων και τηγμάτων να ληφθούν υπόψη ηλεκτρολυτικές διατάξεις με χρήση αδρανών ηλεκτροδίων, όπως γραφίτη ή πλατίνας.
 - (ι) Στην ενότητα 4.1 θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση και προσοχή στην ορθή απεικόνιση των αριθμητικών τιμών του έργου και της θερμότητας (πρόσημο + για την ενέργεια που εισέρχεται στο σύστημα και πρόσημο - για την ενέργεια που εκλύεται από το σύστημα).
 - (ια) Στην ενότητα 5.2 θα πρέπει να δοθεί προσοχή στη σύνδεση της ταχύτητας της αντίδρασης με τα παρατηρησιακά δεδομένα σε ένα πείραμα, δηλαδή με τις ταχύτητες των σχετιζόμενων αντιδρώντων και προϊόντων.
 - (ιβ) Στην ενότητα 5.5 προτείνεται να λάβει χώρα συζήτηση σχετικά με το ότι ο προτεινόμενος μηχανισμός για μια αντίδραση δύναται να επανεξετασθεί αν προκύψουν νέα πειραματικά δεδομένα.
 - (ιγ) Στην ενότητα 6.1:

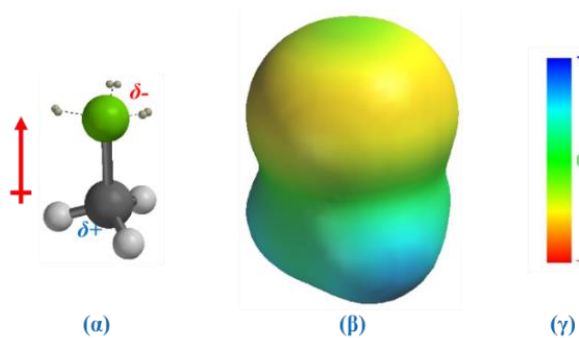
- (i) Θα πρέπει μέσα από τη συζήτηση να αναδειχθεί ότι η απόδοση μιας αντίδρασης δε συνδέεται αποκλειστικά με τη χημική ισορροπία, αλλά είναι γενικότερη έννοια που αφορά όλες τις αντιδράσεις.
- (ii) Κατά την επεξεργασία των δεδομένων μιας άσκησης μέσω πίνακα μετατροπών θα πρέπει να δοθεί έμφαση σε μαθηματικούς περιορισμούς που επιβάλλονται από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης, για παράδειγμα ότι η ζητούμενη ποσότητα x mol που μετατράπηκε σε προϊόντα είναι μικρότερη της αρχικής κ.λπ.

Πίνακας 23: Τα κυριότερα οργανικά θραύσματα και η σχετική τους μάζα

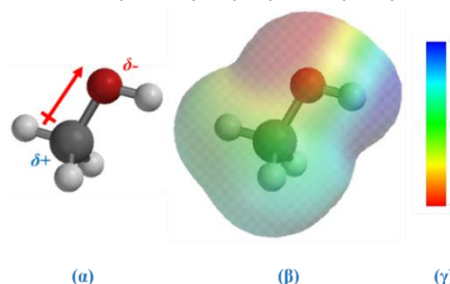
Οργανικό θραύσμα	Σχετική μάζα
CH ₃ –	15
HO –	17
CH ₃ CH ₂ –	29
	29
–CH ₂ OH	31
CH ₃ O–	31
C ₃ H ₇ –	43
	43
	45
C ₄ H ₉ –	57

- (ιγ) Στην ενότητα 6.4 προτείνεται να επισημανθούν και να συζητηθούν διάφορες εναλλακτικές έννοιες και παρανοήσεις των μαθητών/-τριών σχετικά με τη σχέση της χημικής κινητικής με τη χημική ισορροπία, για παράδειγμα ότι οι αντιδράσεις με μεγάλη σταθερά χημικής ισορροπίας αποκαθίστανται ταχέως ή ότι η ταχύτητα της κατεύθυνσης που ευνοείται σε μια μεταβολή αυξάνεται σε αντίθεση με την ταχύτητα της αντίστροφης αντίδρασης που μειώνεται ή θέματα σχετικά με τον τρόπο που επηρεάζει ο καταλύτης την ευθεία και την αντίστροφη πορεία, τον μηχανισμό και τις ενέργειες ενεργοποίησης κ.λπ.
- (ιδ) Στην ενότητα 7.1.3:
- (i) Θα πρέπει να διευκρινίζεται σε ποια περιοχή συγκεντρώσεων το pH λαμβάνει τιμές στην περιοχή 0-14.
- (ii) Δεν υπηρέτουν τους στόχους του ΠΣ ασκήσεις σε $\theta \neq 25$ °C.

- (ιε) Στην ενότητα 7.1.4 προτείνεται να συζητηθεί ότι το αποτέλεσμα της αραίωσης ενός διαλύματος με τον διαλύτη δεν ερμηνεύεται με βάση την Αρχή Le Chatelier. Το ίδιο ισχύει και για την αντίστοιχη ενότητα της χημικής ισορροπίας.
- (ιστ) Στις ενότητες 7.5 και 7.6:
- Προτείνεται οι ασκήσεις που θα συζητηθούν να αναδεικνύουν τη σχέση μεταξύ των εμπλεκόμενων σωματιδίων και εξ αυτού να προκύπτουν συμπεράσματα για τη Χημεία ενός διαλύματος και για τον ρόλο των ρυθμιστικών διαλυμάτων.
 - Ασκήσεις αυξημένης υπολογιστικής δυσκολίας ή ασκήσεις που δεν έχουν εφαρμογή στο εργαστήριο Χημείας, όπως οι ασκήσεις που απαιτούν μαθηματική διερεύνηση, δεν υπηρετούν τους στόχους του ΠΣ.
- (ιζ) Στην ενότητα 7.7:
- Θα πρέπει να δοθεί έμφαση στη διδασκαλία του σημείου αλλαγής χρώματος του δείκτη σε μια ογκομέτρηση οξέος-βάσεως, μιας που το ζητούμενο είναι η απότομη αλλαγή χρώματος.
 - Τα σφάλματα κατά την ογκομέτρηση να διδαχθούν ποιοτικά χωρίς να δοθεί έμφαση σε σχετικές ασκήσεις.
- (ιη) Στην ενότητα 8.2.1 (όπως και στην 1.9.4 αλλά και σε άλλα σημεία του ΠΣ) η συζήτηση για τους χάρτες ηλεκτροστατικού δυναμικού (Electrostatic Potential Maps - EPM) και άλλων εικονικών αναπαραστάσεων θα πρέπει να γίνει ποιοτικά (Σχήματα 11 και 12).

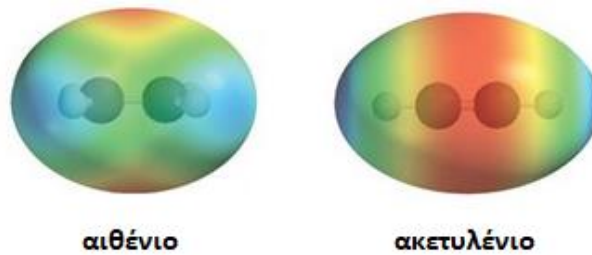


Σχήμα 11: α) Το μόριο του χλωρομεθανίου. Διακρίνεται η κατεύθυνση του διανύσματος της διπολικής ροπής του δεσμού C-Cl και τα ζεύγη των ηλεκτρονίων σθένους του χλωρίου. (β) Χάρτης ηλεκτροστατικού δυναμικού (EPM). Διακρίνονται οι περιοχές υψηλής και χαμηλής ηλεκτρονιακής πυκνότητας. (γ) Χρωματική κλίμακα.

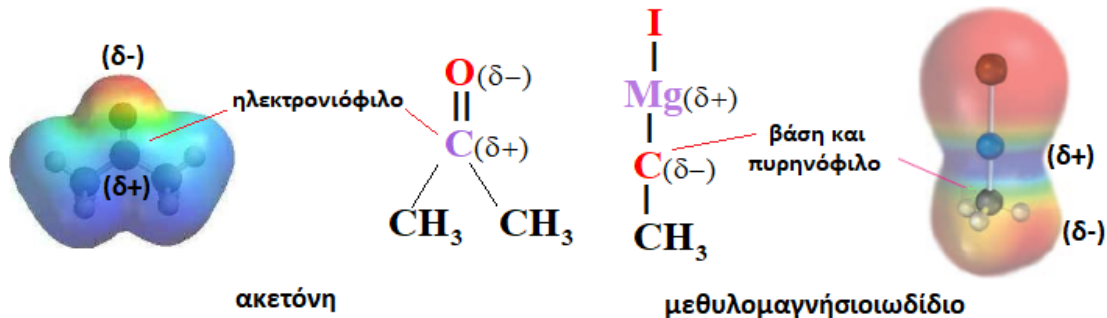


Σχήμα 12: (α) Το μόριο της μεθανόλης. Διακρίνεται η κατεύθυνση του διανύσματος της διπολικής ροπής του δεσμού C-O. (β) Χάρτης ηλεκτροστατικού δυναμικού της μεθανόλης. (γ) Χρωματική κλίμακα.

(ιθ) Για την ενότητα 8.3 παραδείγματα χαρτών EPM δίνονται στα Σχήματα 13 και 14.



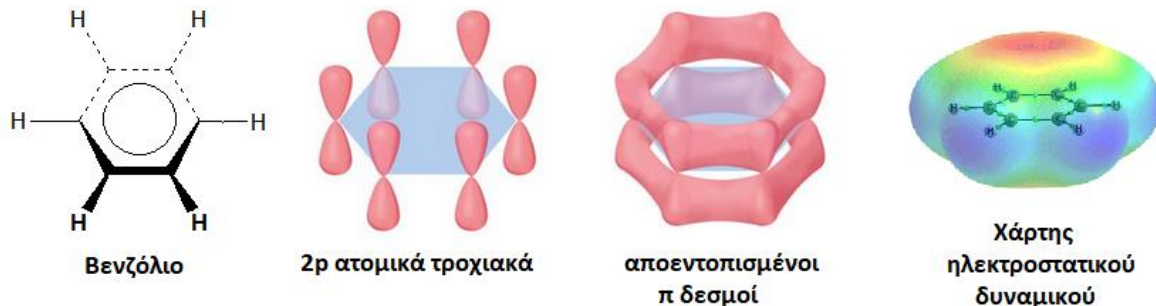
Σχήμα 13: Χάρτης ηλεκτροστατικού δυναμικού για το αιθένιο και το ακετυλένιο.



Σχήμα 14: Χάρτες ηλεκτροστατικού δυναμικού καρβονυλικής ένωσης και αντιδραστήριου Grignard.

(κ) Σχετικά με την ενότητα 8.4, στις τριτοταγείς αλκοόλες η αφυδάτωση λαμβάνει χώρα με μετάθεση καρβοκατιόντος. Επομένως, δε θα πρέπει να αναφερθεί ότι δεν αφυδατώνονται.

(κα) Στην ενότητα 8.5 προτείνεται να γίνει χρήση πολλαπλών εικονικών αναπαραστάσεων, όπως αυτές του Σχήματος 15.



Σχήμα 15: Διάφορες αναπαραστάσεις του βενζολίου.

(κβ) Σχετικά με την ενότητα 8.7:

(i) Γενικά είναι δύσκολο να ελεγχθεί η αντίδραση και να παρασκευαστεί αλδεΐδη με χρήση όξινου διαλύματος $K_2Cr_2O_7$. Για να παραχθεί η αλδεΐδη ως τελικό προϊόν, υπάρχουν πιο εκλεκτικά αντιδραστήρια, όπως η χλωροχρωμική πυριδίνη (pyridinium chlorochromate-PCC).

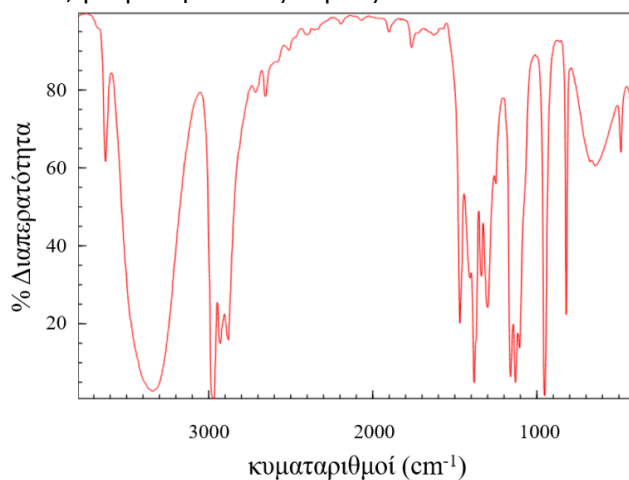
(ii) Να αποφεύγεται η διδασκαλία ασκήσεων στις οποίες το αντιδρών μείγμα χωρίζεται σε περισσότερα από δύο μέρη.

(κγ) Σχετικά με την ενότητα 8.8:

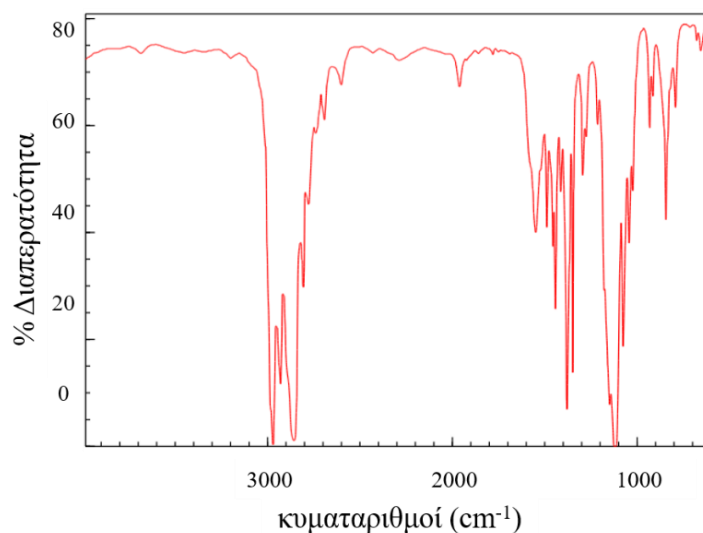
(i) Οι ασκήσεις διακρίσεων με χημικές αντιδράσεις θα πρέπει να μπορούν να λυθούν με εφαρμογή μιας δοκιμασίας ανά δείγμα και βήμα.

(ii) Στο Σχήμα 16 παρουσιάζεται το φάσμα της ισοπροπανόλης σε διάλυμα. Χρήσιμο είναι να τεθεί σε συζήτηση έναντι του φάσματος της ακετόνης (Σχήμα 9α) ή ενός αιθέρα,

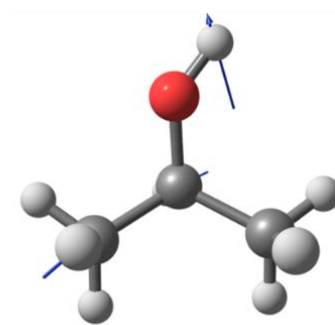
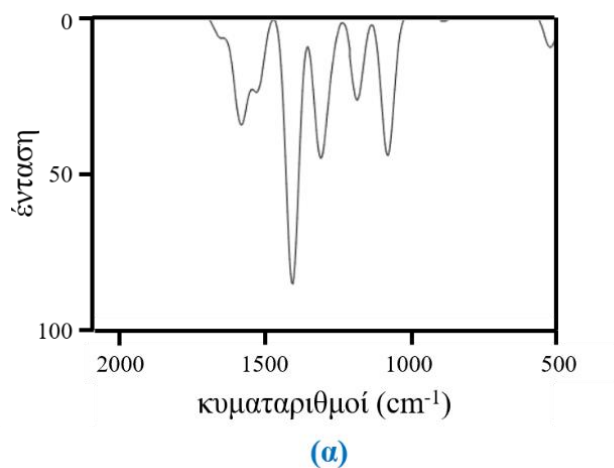
στο οποίο δεν αναμένεται η ευρεία κορυφή στην περιοχή άνω των 3000 cm^{-1} (Σχήμα 17). Στο Σχήμα 18 διακρίνεται η περιοχή $2000 - 500\text{ cm}^{-1}$ ενός απλοποιημένου φάσματος της ισοπροπανόλης. Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, ακόμα και σε αυτή την περιοχή στην οποία αντιστοιχούν πολλές συχνότητες δόνησης η αναπαράσταση μόνο των θεμελιωδών εξ αυτών απλουστεύει κατά πολύ την εικόνα. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η παρουσίαση απλουστευμένων φασμάτων προτιμάται έναντι των πραγματικών, για μαθησιακούς λόγους.



Σχήμα 16: Φάσμα IR της ισοπροπανόλης. Διακρίνεται η ευρεία κορυφή στα 3354 cm^{-1} που οφείλεται στην ανάπτυξη δεσμών υδρογόνου επί της ομάδας $-OH$ (η κορυφή έκτασης $O-H$ στο φάσμα αέριας φάσης βρίσκεται στα $\sim 3700\text{ cm}^{-1}$).



Σχήμα 17: Φάσμα IR του διαιθυλαιθέρα.



Σχήμα 18: (α) Προσομοίωση του φάσματος IR της ισοπροπανόλης στην περιοχή 2000 - 500 cm⁻¹ (επίπεδο B3LYP/6-31G* με λορεντζιανές καμπύλες ημιέυρους 50 cm⁻¹). (β) Αναπαράσταση της δόνησης κάμψης του O-H που εμφανίζεται ως οξεία κορυφή στα 1400 cm⁻¹ (αν και χαρακτηριστική δεν περιλαμβάνεται στις δονήσεις που προτείνεται να συζητηθούν).

2.2.7. Διάρθρωση Θεματικών Πεδίων ανά τάξη και ενδεικτικός προγραμματισμός

Στον Πίνακα 24 φαίνεται η διάρθρωση των Θεματικών Πεδίων ανά τάξη του Γενικού Λυκείου. Ο πίνακας αυτός επιτελεί τη λειτουργία ενός συνοπτικού πανοράματος στο οποίο οι εκπαιδευτικοί μπορούν να παρακολουθήσουν την τροχιά ανάπτυξης/εξέλιξης ενός Θεματικού Πεδίου ανά κεφάλαιο και τάξη.

Πίνακας 24: Θεματικά Πεδία και ενδεικτικός προγραμματισμός

Θεματικά πεδία	Α' Λυκείου						Β' Λυκείου							Γ' Λυκείου								Σύνολο Ωρών
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	
Θ.Π. 1					2				3			4										9
Θ.Π. 2		5				2								17								24
Θ.Π. 3		3												6								9
Θ.Π. 4			12				5							6	8							31
Θ.Π. 5				6	12	6		11	1	4	9					15	10	15	14	29	28	160
Θ.Π. 6	4								4		2	2	7			2						21
Σύνολο Ωρών	52						52							150								254

Από τον Πίνακα 24 γίνεται φανερό ότι στη Γ' Λυκείου οι περισσότερες διδακτικές ώρες θα αφιερωθούν στις χημικές αντιδράσεις. Σε αυτό το πλαίσιο θα μελετηθούν τόσο η έννοια και η πορεία μιας χημικής αντίδρασης όσο και εκτεταμένα παραδείγματα χημικών αντιδράσεων και εφαρμογών αυτών. Αντίθετα στην Α' και τη Β' Λυκείου, τάξεις γενικής παιδείας, ένα σημαντικό μέρος του προτεινόμενου προγραμματισμού προτείνεται να αφιερωθεί στη σύνδεση του μαθήματος της Χημείας με την επιστημονική έρευνα, την τεχνολογία και την κοινωνία.

3. Ενδεικτικά διδακτικά σενάρια

Ακολούθως παρουσιάζονται κάποια ενδεικτικά σενάρια για τις τρεις τάξεις του Γενικού Λυκείου.

3.1. Επηρεάζει η θερμοκρασία του νερού την ταχύτητα διάλυσης ενός αναβράζοντος δισκίου;

Ταυτότητα Διδακτικού Σεναρίου

Βαθμίδα – Τάξη: Α΄ Λυκείου

Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές και συμβατότητα με ΠΣ

Θεματικό Πεδίο: Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και την κοινωνία.

Θεματική Ενότητα: Η μεθοδολογία της Χημείας.

Υποενότητα: 1.2.2. Η επιστημονική μεθοδολογία στη Χημεία.

Τύπος σεναρίου: Διερευνητική εργαστηριακή άσκηση.

Χρονική διάρκεια σεναρίου: 1 διδακτική ώρα.

Σκεπτικό σεναρίου – Επιστημονικό/Γνωστικό περιεχόμενο

Στην έναρξη του μαθήματος Χημείας Α΄ Λυκείου οι μαθητές/-τριες να έχουν την ευκαιρία να:

- α) έχουν την πρώτη τους επαφή με το εργαστήριο Χημείας.
- β) εφαρμόσουν με οργανωμένο τρόπο τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας.
- γ) καλλιεργήσουν τον επιστημονικό τρόπο σκέψης.

3.1.3. Προαπαιτούμενες γνώσεις και επιθυμητές δεξιότητες

α) Βασικές εργαστηριακές δεξιότητες Χημείας, δηλαδή να γνωρίζουν και να χρησιμοποιούν σωστά:

- α) υάλινα σκεύη, όπως ο ογκομετρικός κύλινδρος και β) απλά όργανα, όπως θερμόμετρο και χρονόμετρο
- β) βασικές δεξιότητες δημιουργίας σωστού διαγράμματος από δεδομένα και ερμηνείας του.

3.1.4. Σκοπός σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Σκοπός

Οι μαθητές/-τριες να αναγνωρίζουν και να αξιοποιούν τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας μέσα από κατάλληλο παράδειγμα της επιστήμης της Χημείας.

Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

Οι μαθητές/-τριες μετά την ολοκλήρωση της εργαστηριακής άσκησης θα είναι σε θέση να:

Σε επίπεδο γνώσεων

- αναφέρουν τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας.
- δίνουν παραδείγματα χημικών αντιδράσεων που εξελίσσονται με διαφορετικές ταχύτητες.
- εξηγούν με παραδείγματα γιατί είναι σημαντικό να μπορούμε να μεταβάλλουμε την ταχύτητα με την οποία εξελίσσονται τα χημικά φαινόμενα.
- διερευνούν πειραματικά τον τρόπο με τον οποίο η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει την ταχύτητα διάλυσης ενός αναβράζοντος δισκίου.

Σε επίπεδο δεξιοτήτων/ικανοτήτων

- εκτελούν απλές εργαστηριακές τεχνικές με την απαιτούμενη ακρίβεια και ασφάλεια.
- καλλιεργούν τις δεξιότητες/ικανότητες μάθησης του 21^{ου} αιώνα (συνεργασία, επικοινωνία, κριτική σκέψη και δημιουργικότητα).
- επεξεργάζονται πειραματικά δεδομένα.
- εξάγουν συμπεράσματα από πειραματικά δεδομένα.

Σε επίπεδο στάσεων

- έχουν ενισχύσει τη θετική τους στάση για τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και εργασίας.

3.1.5. Οργάνωση της διδασκαλίας και απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Οργάνωση της τάξης. Εργασία σε ομάδες στο εργαστήριο Χημείας.

Εκπαιδευτικό υλικό – εξοπλισμός: Ο τυπικός εξοπλισμός του εργαστηρίου Χημείας.

3.1.6. Διδακτική προσέγγιση

Διδακτική μεθοδολογία: Ομαδοσυνεργατική, εργαστηριακή διερεύνηση.

Τεχνικές αξιολόγησης των μαθητών/-τριών: Κάποια ή κάποιες από τις:

α) Συζήτηση για τον τρόπο που απάντησαν στις ερωτήσεις του φύλλου εργασίας.

β) Παρατήρηση του τρόπου που εργάζονται με (ή χωρίς) λίστα παρατήρησης.

γ) Προφορικές ερωτήσεις.

δ) Φύλλο αξιολόγησης (ολιγόλεπτο τεστ) την επόμενη διδακτική ώρα.

3.1.7. Αναλυτική περιγραφή διδακτικής πορείας

Αναπτύσσεται στο φύλλο εργασίας που ακολουθεί.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Όνοματεπώνυμο:

Μέλη της ομάδας¹:

Ημερομηνία:

Τμήμα:

Χρονοδιάγραμμα

Ροή δραστηριοτήτων	Απαιτούμενος χρόνος
A. Παρατηρώ, Πληροφορούμαι, Ενδιαφέρομαι	5 λεπτά
B. Ερευνητικό ερώτημα - Υπόθεση	2 λεπτά
Γ. Μελέτη θεωρητικών στοιχείων	3 λεπτά
Δ. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος: Διαχείριση μεταβλητών, συλλογή και επεξεργασία πειραματικών δεδομένων, προσδιορισμός κανονικοτήτων	20 λεπτά
Ε. Εξαγωγή συμπερασμάτων	3 λεπτά
Στ. Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση	3 λεπτά
Ζ. Αξιολόγηση της επιστημονικής μελέτης	4 λεπτά

Εργαστηριακές δραστηριότητες**A. Παρατηρώ, Πληροφορούμαι, Ενδιαφέρομαι**Εκδοχή 1η: Πειράματα επίδειξης και αξιοποίηση ψηφιακού υλικού

Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες παρατηρούν και συγκρίνουν πόσο γρήγορα εξελίσσονται ορισμένες αντιδράσεις, όπως:

α) Η καύση χαρτιού (εναλλακτικά: βίντεο με ανάφλεξη μπαλονιού που περιέχει H₂, για παράδειγμα https://www.youtube.com/watch?v=zX9x0piJ_Vo ή

<https://www.youtube.com/watch?v=nLuOM9aOWvk>.

β) Η διάλυση ρινισμάτων σιδήρου σε διάλυμα HCl 2 M,

γ) Το σκούριασμα ενός καρφιού στο νερό.

Οι ομάδες επεξεργάζονται τα ερωτήματα:

- Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε αν μια χημική αντίδραση γίνεται αργά ή γρήγορα;
- Είναι σημαντικό να μπορούμε να κάνουμε μια αντίδραση να γίνεται πιο αργά ή πιο γρήγορα; Να δώσετε από ένα παράδειγμα.

¹ Κάθε μαθητή/τριας έχει το δικό του/της φύλλο εργασίας. Οι μαθητές/-τριες εργάζονται σε ομάδες και συμπληρώνουν μετά από συζήτηση, ο/η καθένας/-μία το δικό του/της φύλλο εργασίας.

Εκδοχή 2η: Μελέτη εισαγωγικού κειμένου

Καθημερινά τόσο γύρω μας όσο και στο σώμα μας συμβαίνουν χιλιάδες χημικές αντιδράσεις. Κάποιες γίνονται αργά, όπως το σκούριασμα του σιδήρου που θέλει πολλούς μήνες, κάποιες αρκετά γρήγορα, όπως η καύση του χαρτιού που γίνεται σε δευτερόλεπτα, και κάποιες πολύ γρήγορα, όπως η έκρηξη της νιτρογλυκερίνης που γίνεται σε χιλιοστά του δευτερολέπτου.

Να εξηγήσετε αν είναι σημαντικό να:

- γνωρίζουμε αν μια χημική αντίδραση γίνεται αργά ή γρήγορα,
- μπορούμε να κάνουμε μια αντίδραση να γίνεται πιο αργά ή πιο γρήγορα. Να δώσετε από ένα παράδειγμα.



Γρήγορη



αργή



πολύ αργή

Β. Ερευνητικό ερώτημα - Υπόθεση

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πώς επιδρά η θερμοκρασία του νερού στην ταχύτητα με την οποία ένα αναβράζον δισκίο διαλύεται σε αυτό;

Να γράψετε τις υποθέσεις σας.

Γ. Μελέτη θεωρητικών στοιχείων

Αναβράζοντα λέμε τα δισκία που, όταν τα ρίξουμε στο νερό παράγουν φυσαλίδες αερίου (αναβρασμός), οι οποίες βοηθούν στο να θρυμματιστεί το δισκίο και να διαλυθεί ταχύτατα το περιεχόμενό του. Πλεονεκτούν έναντι των κανονικών δισκίων, γιατί η απορρόφηση της δραστικής ουσίας επιταχύνεται και η θεραπευτική επίδραση του φαρμάκου εκδηλώνεται πολύ πιο γρήγορα. Στα κανονικά δισκία, ο θρυμματισμός του δισκίου και η διάλυση των συστατικών του γίνονται στο στομάχι από τα στομαχικά υγρά και αυτό απαιτεί κάποιον χρόνο.

Όλα τα αναβράζοντα δισκία περιέχουν NaHCO_3 (δηλαδή μαγειρική σόδα) και κιτρικό οξύ (ή/και τρυγικό οξύ). Οι δύο αυτές ουσίες δεν αντιδρούν όταν βρίσκονται στη στερεή κατάσταση. Όταν, όμως, το δισκίο έρθει σε επαφή με νερό και το νερό αρχίσει να διεισδύει στο εσωτερικό του δισκίου, τότε αντιδρούν, σύμφωνα με την αντίδραση:



Το παραγόμενο αέριο CO_2 προσπαθώντας να διαφύγει από το δισκίο το θρυμματίζει, επιταχύνοντας τη διάλυση των συστατικών του.

Δ. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος – Διαχείριση μεταβλητών**ΜΕΡΟΣ 1^ο: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ**

Δίνονται οι βασικοί παράγοντες – μεταβλητές που επηρεάζουν την ταχύτητα διάλυσης του αναβράζοντος δισκίου.

- Διαλύτης νερό.
- Η ποσότητα του νερού στην οποία θα διαλυθεί το δοχείο.
- Η μάζα του δισκίου.
- Η θερμοκρασία του νερού.

ε) Η ανάδευση ή μη του συστήματος.

στ) Ο χρόνος ολοκλήρωσης της διάλυσης του αναβράζοντος δισκίου.

Ερώτηση 1: Με βάση το ερευνητικό ερώτημα ποια μεταβλητή επιλέγετε να μεταβάλετε για να διαπιστώσετε αν επηρεάζει την ταχύτητα διάλυσης του δισκίου (ανεξάρτητη μεταβλητή);

Ερώτηση 2: Ποια μεταβλητή προτείνετε να μετρήσετε για να προσδιορίσετε αν και πώς επηρεάστηκε η ταχύτητα διάλυσης του δισκίου (εξαρτημένη μεταβλητή);

Ερώτηση 3: Ποιες μεταβλητές θα κρατήσετε σταθερές, ώστε να διευκολυνθείτε να εξαγάγετε σωστό συμπέρασμα;

ΜΕΡΟΣ 2^ο: ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Αναλώσιμα, σκεύη και όργανα:

- Αναβράζοντα δισκία αναλγητικού φαρμάκου των 1000 mg.
- Ογκομετρικός κύλινδρος 100 mL.
- 2 ποτήρια ζέσεως 250 mL.
- Θερμόμετρο και χρονόμετρο.
- Νερό σε διάφορες θερμοκρασίες.
- Βραστήρας (εναλλακτικά γκαζάκι, τρίποδας, πλέγμα και αναπτήρας)

Πειραματική διαδικασία:

1. Να γεμίσετε τον ογκομετρικό κύλινδρο με 100 mL ψυχρό νερό (από το ψυγείο) και με το θερμόμετρο να καταγράψετε τη θερμοκρασία του. Θα πρέπει το νερό να έχει θερμοκρασία μεταξύ 7 και 10 °C.
2. Να προσθέσετε το αναβράζον δισκίο και να μετρήσετε τον χρόνο που χρειάζεται μέχρι να διαλυθεί πλήρως (δηλαδή μέχρι να σταματήσει η παραγωγή φυσαλίδων - χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης).
3. Να αποχύσετε το διάλυμα στον νεροχύτη και να ξεπλύνετε το ποτήρι.
4. Να επαναλάβετε τη διαδικασία αυτή άλλες τρεις φορές χρησιμοποιώντας:
 - α) Νερό σε θερμοκρασία δωματίου (από τη βρύση), με θερμοκρασία 17-22 °C.
 - β) Χλιαρό νερό με θερμοκρασία μεταξύ 30 με 35 °C.
 - γ) Ζεστό νερό με θερμοκρασία 43-47 °C.

ΜΕΡΟΣ 3^ο: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

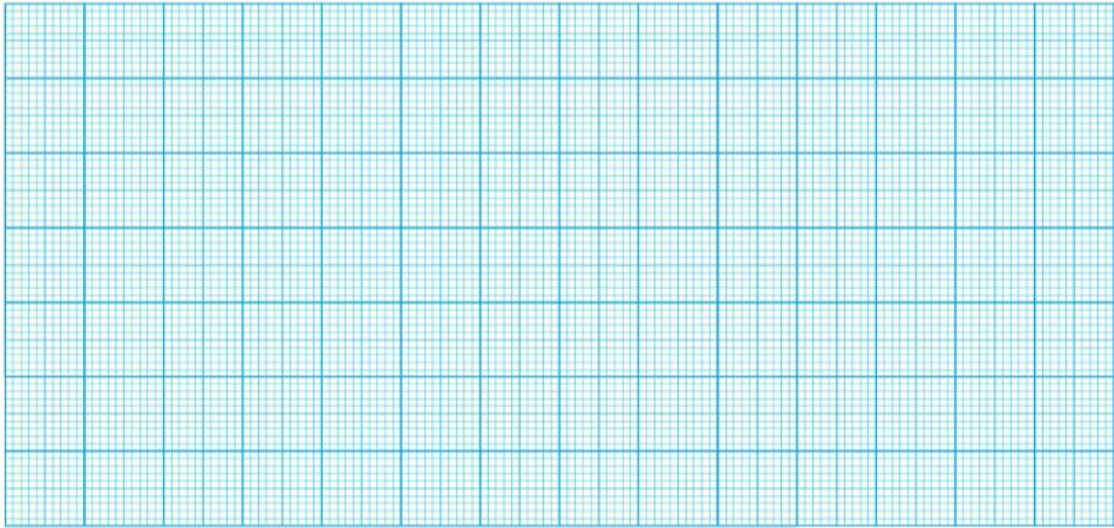
Να καταγράψετε τα πειραματικά σας αποτελέσματα στον πίνακα που ακολουθεί:

Χαρακτηρισμός του νερού	Θερμοκρασία νερού	Χρόνος για την ολοκλήρωση της αντίδρασης
Ψυχρό		
Απευθείας από τη βρύση		
Χλιαρό		
Ζεστό		

Στο μιλιμετρέ χαρτί που ακολουθεί να σχεδιάσετε διάγραμμα που να δείχνει τη μεταβολή του χρόνου αντίδρασης (εξαρτημένη μεταβλητή, αναπαριστάται στον κατακόρυφο άξονα) σε σχέση με τη

Θερμοκρασία της αντίδρασης (ανεξάρτητη μεταβλητή, αναπαριστάται στον οριζόντιο άξονα). Χρησιμοποιήστε το σύμβολο x για κάθε ζευγάρι τιμών και σχεδιάστε με μολύβι την καλύτερη δυνατή καμπύλη, η οποία περνάει εγγύτερα από όλα τα σημεία σας.

Τι επιπλέον πληροφορίες μάς δίνει το διάγραμμα σε σχέση με τα δεδομένα του πίνακα;



Ε. Εξαγωγή συμπερασμάτων

Τελικά πώς επηρεάζει η θερμοκρασία του νερού την ταχύτητα διάλυσης του αναβράζοντος δισκίου;

Επιβεβαιώθηκαν ή διαψεύστηκαν οι υποθέσεις σας;

ΣΤ. Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση

Να προσπαθήσετε να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα:

- Γιατί βάζουμε τα περισσότερα τρόφιμα στο ψυγείο;
- Γιατί τα πολύ άγουρα φρούτα, συνήθως, τα αφήνουμε εκτός ψυγείου;
- Ενα άσπρο βαμβακερό μπλουζάκι έχει λερωθεί με χρώμα ζωγραφικής. Για να καθαρίσετε γρηγορότερα τον λεκέ, είναι καλύτερα να τον πλύνετε με σχετικά κρύο νερό (20 °C) ή με σχετικά ζεστό (50 °C); Να θεωρήσετε ότι το ρούχο είναι ανθεκτικό στο πλύσιμο και στις δύο θερμοκρασίες.
- Για να περάσουν στο νερό σε σύντομο χρόνο τα επιθυμητά συστατικά από τα φύλλα του τσαγιού, δηλαδή για να φτιάξουμε ένα τσάι, είναι καλύτερα να χρησιμοποιήσουμε κρύο, ζεστό ή καυτό νερό;

Ζ) Αξιολόγηση της επιστημονικής μελέτης

1) Η έρευνα που κάνατε απάντησε επαρκώς στο ερευνητικό ερώτημα;

3) Ποια σημεία της έρευνας σας δυσκόλεψαν;

4) Η διερεύνηση που κάνατε κάλυψε πλήρως το θέμα των παραγόντων που επηρεάζουν την ταχύτητα μιας αντίδρασης;

.....
.....

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Οι δραστηριότητες (ΣΤ) και (Ζ) μπορούν να δοθούν και ως εργασίες για το σπίτι, αν δεν επαρκεί ο διδακτικός χρόνος.

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Επηρεάζει η θερμοκρασία του νερού την ταχύτητα διάλυσης ενός αναβράζοντος δισκίου;
(Ενδεικτικός χρόνος συμπλήρωσης του φύλλου, περίπου 15 λεπτά)

Όνοματεπώνυμο:

Ημερομηνία:

Τμήμα:

1. Να προσπαθήσετε να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα:

- α) Γιατί μια ποσότητα ζυμαριού για να γίνει ψωμί στους 210 °C χρειάζεται 45 λεπτά και στους 190 °C χρειάζεται 60 λεπτά;
- β) Για ποιους λόγους βάφουμε τα σιδερένια κάγκελα στα μπαλκόνια των σπιτιών;

.....

.....

.....

2. Να γράψετε τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας.

.....

.....

.....

3. Οι επιστήμονες δημοσιεύουν τα ευρήματα των ερευνών τους σε επιστημονικά περιοδικά με κριτές. Επίσης, τα ευρήματά τους μπορεί να αξιοποιηθούν από άλλους ερευνητές οι οποίοι θα επιβεβαιώσουν την ακρίβειά τους ή όχι και θα το αναφέρουν στις δικές τους δημοσιεύσεις. Σε ποιο στοιχείο της επιστημονικής μεθοδολογίας εντάσσεται η διαδικασία αυτή;

.....

4. Θέλουμε να μελετήσουμε πώς επηρεάζεται η ταχύτητα αποχρωματισμού ενός υδατικού διαλύματος που περιέχει χρωστική ζαχαροπλαστικής, από την ποσότητα λευκαντικού (χλωρίνης) που θα προσθέσουμε. Οι βασικοί παράγοντες – μεταβλητές που επηρεάζουν την ταχύτητα αποχρωματισμού του διαλύματος που περιέχει χρωστική ζαχαροπλαστικής είναι:

- α) Το είδος της χρωστικής ζαχαροπλαστικής.
- β) Η ποσότητα της χρωστικής ζαχαροπλαστικής.
- γ) Η ποσότητα του νερού στην οποία θα διαλυθεί η χρωστική.
- δ) Η θερμοκρασία του διαλύματος.
- ε) Το είδος της χλωρίνης.
- στ) Η ποσότητα της χλωρίνης.
- ζ) Ο ρυθμός ανάδευσης του διαλύματος
- η) Ο χρόνος ολοκλήρωσης του αποχρωματισμού.

Να εξηγήσετε:

1. Ποια είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή που θα μεταβάλετε σκόπιμα.
2. Ποιες οι (ανεξάρτητες) μεταβλητές που θα κρατήσετε σταθερές.
3. Ποια η εξαρτημένη μεταβλητή και πώς θα τη μετρήσετε.

.....

.....

.....

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΛΙΣΤΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ²

Ομάδα Α	Μαθητής/-τρια 1	Μαθητής/-τρια 2	Μαθητής/-τρια 3
<i>Ερωτήσεις σχετικές με τις πρακτικές και πειραματικές εργαστηριακές δεξιότητες</i>			
Χρησιμοποιεί σωστά τον ογκομετρικό κύλινδρο;			
Είναι προσεκτικός/ή με το ζεστό νερό;			
Χρησιμοποιεί σωστά το θερμόμετρο;			
Όταν μετράει χρόνο, το κάνει με επαρκή ακρίβεια;			
Διατηρεί τον πάγκο εργασίας τακτικό και καθαρό;			
Συμμετέχει ενεργά στην απάντηση των ερωτήσεων του φύλλου εργασίας;			
Έχει ενεργό ρόλο στην καταγραφή των αποτελεσμάτων;			
Έχει ενεργό ρόλο στην κατασκευή του διαγράμματος;			
<i>Ερωτήσεις σχετικά με τη δεξιότητα της συνεργασίας</i>			
Οικοδομεί θετικές σχέσεις με άλλους ανθρώπους σε μια ομάδα;			
Συμβάλλει στην ομαδική εργασία στον βαθμό που του/της αναλογεί;			
Βοηθά τους άλλους στην εργασία τους όπου χρειάζεται;			
Βοηθά ένα νέο μέλος να ενταχθεί στην ομάδα;			
Όταν υπάρχουν διαφωνίες στην ομάδα, προσπαθεί να επιτυγχάνει συναίνεση, ώστε να εκπληρώνει η ομάδα τους στόχους της;			
Πάντα ενημερώνει την ομάδα του/της για τυχόν συναφείς ή χρήσιμες πληροφορίες που γνωρίζει, σχετικές με το θέμα που επεξεργάζονται;			

² Δε χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί ολόκληρη η λίστα παρατήρησης, μόνο τα τμήματα στα οποία ο/η εκπαιδευτικός θα επιλέξει να δώσει έμφαση.

Μπορεί να αναστοχάζεται κριτικά πάνω στη συμπεριφορά του/της, καθώς και πάνω στη δουλειά που έχει κάνει;																				
<i>Κριτήρια σχετικά με τη δεξιότητα της υπευθυνότητας</i>																				
Δείχνει ότι αναλαμβάνει την ευθύνη για τις πράξεις του/της;																				
Εάν με τις πράξεις του/της πληγώσει κάποιον, ζητά συγγνώμη;																				
Υποβάλλει τις εργασίες που του/της ανατίθενται εντός των προθεσμιών που έχουν τεθεί;																				
Δείχνει ότι αναλαμβάνει την ευθύνη για τα λάθη που κάνει;																				
Τηρεί με συνέπεια τις δεσμεύσεις του/της προς τους άλλους;																				

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Η χρησιμοποιούμενη κλίμακα είναι διαβαθμισμένη ως εξής:

- α) πρακτικές και πειραματικές εργαστηριακές δεξιότητες: 1=καθόλου, 2=λίγο, 3=αρκετά και 4=πολύ,
 β) ήπιες/εγκάρσιες δεξιότητες: 1=αρχόμενη, 2=βασική, 3=επαρκής, 4=πολύ ανεπτυγμένη.

3.1.8. Βιβλιογραφία

Αποστολόπουλος, Κ., (2018). Η χημεία με πειράματα: Πρόταση εισαγωγής της διδασκαλίας της Χημείας στην Α΄ Γυμνασίου. Εκπ/κό e-book, ISBN: 978-618-00-0018-4.

<https://papede.files.wordpress.com/2018/04/chemistry.pdf>.

Council of Europe (2018β). *Reference Framework of Competences for Democratic Culture Vol 2 (Descriptors of competences for democratic culture. France: Council of Europe Publishing.*

3.2. Δομή του ατόμου και κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες

3.2.1. Ταυτότητα Διδακτικού Σεναρίου

Βαθμίδα - Τάξη: Α΄ τάξη Γενικού Λυκείου

Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές και συμβατότητα με ΠΣ

Θεματικό Πεδίο: Από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο, στο άτομο και στη δομή του.

Κεφάλαιο: 2^ο Η δομή του ατόμου - Ο Περιοδικός Πίνακας

Ενότητες: Η δομή του ατόμου, 2.1.1. Από τον Thomson στον Bohr, 2.1.2. Ατομικός και μαζικός αριθμός – Ισότοπα - Σχετική Ατομική και Μοριακή μάζα, 2.1.3 Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων.

Συσχέτιση με άλλες ενότητες

Το σενάριο μπορεί να συσχετιστεί με τις παρακάτω ενότητες:

Κεφάλαιο: 2^ο Η δομή του ατόμου - Ο Περιοδικός Πίνακας

Ενότητες: 2.2. Ο Περιοδικός Πίνακας, 2.2.1. Η ταξινόμηση των στοιχείων, 2.2.2. Ομάδες και περίοδοι του Περιοδικού Πίνακα

Κεφάλαιο: 3^ο Ο Χημικός Δεσμός

Ενότητες: 3.1. Ο χημικός δεσμός, 3.1.1. Εισαγωγή στον χημικό δεσμό.

Χρονική διάρκεια: 2 διδακτικές ώρες

3.2.2. Σκεπτικό σεναρίου (και πιθανές αντιλήψεις μαθητών/-τριών για το προς μελέτη θέμα) – Επιστημονικό / Γνωστικό περιεχόμενο

Το σενάριο αναφέρεται στη διδασκαλία του κεφαλαίου της ηλεκτρονιακής δομής των ατόμων, εισάγοντας την εξέλιξη των ιδεών από το μοντέλο του Thomson στο μοντέλο του Bohr. Οι εναλλακτικές ιδέες που συναντώνται συχνότερα κατά τη διδασκαλία του κεφαλαίου είναι:

1. Τα πρωτόνια, ηλεκτρόνια και νετρόνια δεν είναι ίδια σε όλα τα άτομα.
2. Τα ηλεκτρόνια, τα νετρόνια και τα πρωτόνια έχουν το ίδιο μέγεθος, μάζα και φορτίο.
3. Το άτομο είναι συμπαγές.
4. Τα ιόντα έχουν τις ίδιες ιδιότητες με τα άτομα.

3.2.3. Προαπαιτούμενες γνώσεις και επιθυμητές δεξιότητες

Για την εφαρμογή του παρόντος σεναρίου οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να διαθέτουν τις παρακάτω γνώσεις και δεξιότητες:

1. Να περιγράφουν τα στοιχειώδη σωματίδια που συγκροτούν το άτομο (πρωτόνια, νετρόνια, ηλεκτρόνια).
2. Να ορίζουν τον ατομικό αριθμό και τον μαζικό αριθμό.
3. Να αναγνωρίζουν τα κατιόντα και ανιόντα.

3.2.4. Σκοπός σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

A. Γνωστικοί στόχοι

Οι μαθητές/-τριες μετά τη διδασκαλία θα είναι σε θέση να:

1. αναφέρουν επιγραμματικά την εξελικτική πορεία των θεωριών σχετικά με τη δομή των ατόμων (πρότυπα Thomson, Rutherford, Bohr) και να περιγράφουν το μοντέλο του Bohr.
2. υπολογίζουν με βάση τον ατομικό και μαζικό αριθμό τα ηλεκτρόνια, τα πρωτόνια και τα νετρόνια ενός ατόμου.

3. αναφέρουν τις αρχές ηλεκτρονιακής δόμησης των ατόμων.
4. κατανέμουν σε στιβάδες (ενεργειακές στάθμες), τα ηλεκτρόνια των ατόμων που έχουν ατομικό αριθμό 1-20 και 31-38.
5. υπολογίζουν τα ηλεκτρόνια σθένους ατόμων με ατομικό αριθμό 1-20 και 31-38.
6. εξηγούν τη διαδικασία δημιουργίας ιόντων από ουδέτερα άτομα.

Β. Δεξιότητες – Ικανότητες

Μετά το τέλος του μαθήματος οι μαθητές/-τριες να έχουν αναπτύξει:

1. δεξιότητες χειρισμού διαδραστικών εφαρμογών – προσομοιώσεις.
2. ικανότητα συνεργασίας στην ομάδα.
3. δεξιότητες λήψης και αποστολής εργασιών μέσω διαδικτύου.
4. κοινωνικές ικανότητες - ικανότητες επικοινωνίας (διατύπωση επιχειρημάτων, αποδοχή της διαφορετικής άποψης, αλληλοβοήθεια κ.λπ.).
5. ικανότητες σχετικές με τον επιστημονικό τρόπο εργασίας στις Φυσικές Επιστήμες: ταξινόμηση με βάση επιστημονικά κριτήρια, διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων, σχεδιασμός και υλοποίηση κατάλληλων ενεργειών για τη διερεύνηση τους, καταγραφή και ερμηνεία δεδομένων, διατύπωση συμπερασμάτων, παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Γ. Στάσεις

Μετά το τέλος της διδασκαλίας οι μαθητές να έχουν αποκτήσει:

1. θετική στάση απέναντι στον επιστημονικό τρόπο σκέψης και εργασίας.
2. σεβασμό για την προσωπικότητα και τη διαφορετικότητα του άλλου.

3.2.5. Οργάνωση της διδασκαλίας και απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Η διδασκαλία θα πραγματοποιηθεί με **συνδυασμό σύγχρονης και ασύγχρονης εξ αποστάσεως διδασκαλίας**. Η επιλογή της ψηφιακής πλατφόρμας που θα αξιοποιηθεί έγκειται στη διακριτική ευχέρεια κάθε εκπαιδευτικού.

1η ωριαία παρέμβαση - Σύγχρονη εξ αποστάσεως διδασκαλία

Στα πλαίσια της σύγχρονης διδασκαλίας ο/η εκπαιδευτικός θα έχει «ανεβάσει» από πριν στην ηλεκτρονική του/της τάξη το φύλλο εργασίας και το φύλλο αξιολόγησης του σεναρίου. Αν δεν έχουν πρόσβαση σε αυτήν όλοι/-ες οι μαθητές/-τριες, μπορεί να τους το αποστείλει και μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Οι μαθητές/-τριες θα παρακολουθούν ζωντανά μέσω υπολογιστή, κινητού ή tablet, ακολουθώντας τον σύνδεσμο της ψηφιακής τάξης που θα του δοθεί. Ο/Η εκπαιδευτικός παρουσιάζει και πραγματεύεται τη Θεματική Ενότητα της δομής του ατόμου και της κατανομής ηλεκτρονίων και κάθε μαθητής/-τρια εκτελεί τις δραστηριότητες του φύλλου εργασίας ατομικά. Στην εικονική τάξη, ο/η εκπαιδευτικός διαμοιράζοντας την οθόνη της ψηφιακής πλατφόρμας με τους/τις μαθητές/-τριές του, προβάλλει το φύλλο εργασίας και εκτελούνται οι πολυμεσικές εφαρμογές:

Δραστηριότητα 1

<http://phet.colorado.edu/el/simulation/rutherford-scattering>

Δραστηριότητα 2

https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_el.html

Ο/Η εκπαιδευτικός αναθέτει δραστηριότητες - εργασίες, τις οποίες θα πρέπει οι μαθητές/-τριες να υλοποιήσουν ασύγχρονα, μέχρι το επόμενο μάθημα.

Ασύγχρονη διδασκαλία

Στα πλαίσια της ασύγχρονης διδασκαλίας οι μαθητές/-τριες μπορούν να συνεργαστούν σε ομάδες μέχρι δύο ατόμων για τη συμπλήρωση του φύλλου αξιολόγησης, αξιοποιώντας ακόμη και απλά ψηφιακά εργαλεία, που συνήθως χρησιμοποιούν για να επικοινωνούν μεταξύ τους.

Το φύλλο εργασίας θα συμπληρωθεί κατά την 1η ώρα της σύγχρονης διδασκαλίας. Το φύλλο αξιολόγησης θα συμπληρωθεί ασύγχρονα μετά την 1η και πριν τη 2η ώρα της σύγχρονης διδασκαλίας και θα αποσταλεί από τους/τις μαθητές/-τριες στον/στην εκπαιδευτικό για αξιολόγηση είτε μέσω της ηλεκτρονικής τάξης είτε με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.

2η ωριαία παρέμβαση - Σύγχρονη εξ αποστάσεως διδασκαλία.

Ο/Η εκπαιδευτικός διαμοιράζοντας την οθόνη της ψηφιακής πλατφόρμας με τους/τις μαθητές/-τριές του προβάλλει το φύλλο εργασίας και εκτελούνται οι εφαρμογές της δραστηριότητας 3. Στη συνέχεια οι μαθητές/-τριες σε ομάδες παρουσιάζουν και σχολιάζουν τις απαντήσεις του φύλλου αξιολόγησης. Δραστηριότητα 3

βίντεο με τίτλο: Human Bohr Mode, [Διάρκειας: 3'56''](#)

https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=PLpZfJ4rGts

3.2.6. Διδακτική προσέγγιση

Στην καθοδηγούμενη διερευνητική διδασκαλία που υλοποιείται με συνδυασμό σύγχρονης και ασύγχρονης εξ αποστάσεως διδασκαλίας ο/η εκπαιδευτικός παρουσιάζει το θέμα και παρέχει στους/στις μαθητές/-τριες τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη διερεύνηση. Οι μαθητές/-τριες δέχονται οδηγίες (γραπτές σε φύλλα εργασίας) για κάθε βήμα της διερευνητικής τους δραστηριότητας και συμμετέχουν στις διαδικασίες της επιστημονικής διερεύνησης (παρατήρηση, διατύπωση εξήγησης, πρόβλεψη, συλλογή δεδομένων, ανάλυση των δεδομένων, διατύπωση νέων ερωτήσεων, συμπεράσματα κ.λπ.). Ο/Η εκπαιδευτικός, ο/η οποίος/-α έχει μια καλή αντίληψη για το ποια είναι τα αναμενόμενα αποτελέσματα, στηρίζει τους/τις μαθητές/-τριες στην οικοδόμηση των εμπειριών τους με όλο και λιγότερη καθοδήγηση, δίνοντάς τους έτσι την ευκαιρία να προβούν μόνοι/-ες τους σε δικά τους συμπεράσματα.

Στη διδασκαλία αυτή γίνεται χρήση διαδραστικών πολυμεσικών εφαρμογών. Τα συγκεκριμένα λογισμικά των διαδραστικών εργαλείων είναι ιδιαίτερα φιλικά προς τον χρήστη και δίνουν τη δυνατότητα στους/στις μαθητές/-τριες, ακολουθώντας οδηγίες, να οδηγηθούν οι ίδιοι/-ες σε συμπεράσματα και να οικοδομήσουν τη γνώση. Λειτουργούν ως διερευνητικά εργαλεία που ενεργοποιούν τους/τις μαθητές/-τριες σε διερευνητική και συνεργατική μάθηση. Προσφέρουν άμεση ανάδραση μέσω προσωπικής ενασχόλησης των μαθητών/-τριών με προσομοιώσεις, ασκήσεις, εφαρμογές αυτοαξιολόγησης. Οπτικοποιούν το αντικείμενο διδασκαλίας, με αποτέλεσμα την πρόκληση μεγαλύτερου ενδιαφέροντος στους/στις μαθητές/-τριες. Παρέχουν πολλαπλές αναπαραστάσεις του αντικειμένου διδασκαλίας, προσφέροντας πολλές δυνατότητες μελέτης της δομής ατόμου, κάτι που δεν είναι εφικτό στα πλαίσια του σχολικού εργαστηρίου ΦΕ.

3.2.7. Αναλυτική περιγραφή διδακτικής πορείας

Διδακτικές ενέργειες εκπαιδευτικού	Μαθησιακές ενέργειες μαθητή/-τριας	Χρόνος (λεπτά)
<u>1η ωριαία παρέμβαση: Σύγχρονη εξ αποστάσεως διδασκαλία</u>	Εισαγωγή	5 λεπτά
<p>Εισαγωγή Ενημέρωση για τους διδακτικούς στόχους της ενότητας.</p>		
<p>1η Φάση Φάση προσανατολισμού και ανάδειξης των αντιλήψεων των μαθητών/-τριών - Πρόβλεψη - Εισαγωγή της νέας γνώσης - Αναδόμηση α) Αναφορά στην εξελικτική πορεία των θεωριών σχετικά με τη δομή των ατόμων (πρότυπα Thomson, Rutherford, Bohr). Από τους/τις μαθητές/-τριες ζητείται να κάνουν προβλέψεις σχετικά με το πώς θα εκτρέπονται μικρά θετικά φορτισμένα σωματίδια αν βομβαρδίζαμε με αυτά κάποιο άτομο.</p>	<p>1η Φάση Εκτέλεση της 1ης δραστηριότητας:</p> <p>α) Οι μαθητές/-τριες κάνουν προβλέψεις και τις ανακοινώνουν στην ηλεκτρονική τάξη.</p>	10 λεπτά
<p>(Στόχοι A1, Γ1)</p> <p>β) Ο/Η εκπαιδευτικός διαμοιράζοντας την οθόνη της ψηφιακής πλατφόρμας με τους/τις μαθητές/-τριές του, προβάλλει το φύλλο εργασίας και εκτελείται η 1η δραστηριότητα. Παρουσίαση προσομοίωσης του πειράματος σκέδασης Rutherford κατά το οποίο διαψεύστηκε το μοντέλο του «σταφιδόψωμου» του Thomson για το άτομο.</p>	<p>β) Οι μαθητές/-τριες εκτελούν την 1Α δραστηριότητα. Στη συνέχεια εκτελούν την 1B δραστηριότητα. Μελέτη του πειράματος του Rutherford με τη χρήση της προσομοίωσης http://phet.colorado.edu/el/simulation/rutherford-scattering</p>	10 λεπτά
<p>(Στόχοι A1, B1, Γ1)</p> <p>γ) Γίνεται συζήτηση στην ηλεκτρονική τάξη για το πώς ο Rutherford κατάλαβε τη δομή του ατόμου χωρίς να είναι σε θέση να το δει. Εξάγονται συμπεράσματα από το εν λόγω πείραμα σχετικά με τη μάζα, το φορτίο και τη θέση των σωματιδίων που συγκροτούν το άτομο.</p>	<p>γ) Οι μαθητές/-τριες επιβεβαιώνουν τις προβλέψεις τους. Περιγράφουν την ποιοτική διαφορά ανάμεσα στη σκέδαση από θετικά φορτισμένους πυρήνες έναντι εκείνης που συμβαίνει από ουδέτερα άτομα τύπου</p>	10 λεπτά

(Στόχοι A1, Γ1, B4, B5, Γ2)

«σταφιδόψωμου». Παρατηρούν τα σωμάτια άλφα να εκτρέπονται από τα άτομα και διαπιστώνουν ότι τα άτομα πρέπει να έχουν έναν μικρό πυρήνα.

Ανακοινώνουν τα τελικά συμπεράσματά τους και συμπληρώνουν τα κενά του κείμενου της 1^{ης} δραστηριότητας.

2η Φάση

Ερμηνεία επιστημονικής γνώσης - Εμπλουτισμός των ιδεών των μαθητών/-τριών - Επαλήθευση – Εμπέδωση - Συμπεράσματα

Ο/Η εκπαιδευτικός διαμοιράζοντας την οθόνη της ψηφιακής πλατφόρμας με τους/τις μαθητές/-τριές του, προβάλλει το φύλλο εργασίας και εκτελείται η προσομοίωση.

https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_el.html

Οι μαθητές/-τριες κατανοούν τη θέση των υποατομικών σωματιδίων μέσα στο άτομο και τον τρόπο κατανομής των ηλεκτρονίων σε στιβάδες.

Ο//Η εκπαιδευτικός στο τέλος κάνει μια σύντομη ανακεφαλαίωση της ενότητας και απαντά σε πιθανές απορίες των μαθητών/-τριών.

Προτείνεται ασύγχρονη δραστηριότητα αυτοαξιολόγησης.

(Στόχοι A1, A2, A3, A4, A5, A6, B5)

2η Φάση

Εκτέλεση της 2^{ης} δραστηριότητας

10 λεπτά

Ασύγχρονη δράση

Φάση της εφαρμογής των νέων ιδεών και της ανασκόπησης

Οι μαθητές/-τριες ατομικά ή σε ομάδες των δύο ατόμων συμπληρώνουν το φύλλο αξιολόγησης που είναι αναρτημένο στην ηλεκτρονική τάξη e-class στο Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο.

(Στόχοι B2, B3, B4)

Συμπληρώνουν το φύλλο αξιολόγησης και το αποστέλλουν στον/στην εκπαιδευτικό είτε μέσω της ηλεκτρονικής τάξης είτε με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.

2η ωριαία παρέμβαση: Σύγχρονη εξ αποστάσεως διδασκαλία

1η Φάση

Σύνδεση της νέας γνώσης με την καθημερινότητα του/της μαθητή/-τριας - Χρήση αναλογιών και μεταφορών.

Ο/Η εκπαιδευτικός διαμοιράζοντας την οθόνη της ψηφιακής πλατφόρμας αναφέρει ότι το ατομικό πρότυπο του Bohr αποτελεί συνέχεια του πλανητικού πρότυπου του Rutherford και ζητά από τους/τις μαθητές/-τριες να παρατηρήσουν τις δύο εικόνες της 2^{ης} δραστηριότητας και να προβληματιστούν από τον παραλληλισμό του μικρόκοσμου με τον μακρόκοσμο.

Ο/Η εκπαιδευτικός διαμοιράζοντας και πάλι την οθόνη της ψηφιακής πλατφόρμας με τους/τις μαθητές/-τριές του προβάλλει το βίντεο της 2ης δραστηριότητας. Με αφορμή το -περίεργο- παιχνίδι σχολιάζεται το ατομικό πρότυπο του Bohr. Προτείνεται ασύγχρονη δραστηριότητα.

(Στόχοι A1, A3, B4, B5)

2η Φάση

(Ανατροφοδότηση - Μεταγνώση)

Ο/Η εκπαιδευτικός ζητά από κάθε ομάδα, ένας/μία μαθητής/-τρια να παρουσιάσει τις απαντήσεις της ομάδας στο φύλλο αξιολόγησης.

(Στόχοι B4, B5)

3η Φάση

(Ανατροφοδότηση - Μεταγνώση)

1η Φάση

Εκτέλεση της 3Α δραστηριότητας

10 λεπτά

Εκτέλεση της 3B δραστηριότητας

5 λεπτά

2η Φάση

Οι μαθητές/-τριες παρουσιάζουν τις εργασίες τους

10 λεπτά

3η Φάση

Οι μαθητές/-τριες σχολιάζουν και επιβεβαιώνουν τις απαντήσεις τους ή διορθώνουν τα λάθη τους.

Στη συνέχεια οι μαθητές/-τριες με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού σχολιάζουν και συζητούν τις απαντήσεις των ομάδων.

10 λεπτά

(Στόχοι Β4, Β5, Γ1, Γ2)

4η Φάση

(Ανατροφοδότηση - Μεταγνώση)

Ο/Η εκπαιδευτικός θέτει ερωτήσεις εμπέδωσης – αφομοίωσης της νέας γνώσης. Διατυπώνονται ερωτήσεις ανακεφαλαιωτικού χαρακτήρα στις οποίες όμως ζητείται ταυτόχρονα να οδηγηθούν οι μαθητές/-τριες σε κρίσεις και να διατυπώσουν γενικεύσεις.

(Στόχοι Β4, Β5, Γ1, Γ2)

4η Φάση

Οι μαθητές/-τριες απαντούν στις ερωτήσεις.

10 λεπτά

3.2.8. Πιθανές επεκτάσεις – προσαρμογές του σεναρίου

Το σενάριο μπορεί να πραγματοποιηθεί με μικρές τροποποιήσεις και σε διά ζώσης ομαδοσυνεργατική διδασκαλία στο ΣΕΠΕΝΥ ή στην αίθουσα διδασκαλίας με διαδραστικό πίνακα ή υπολογιστή που διαθέτει σύνδεση στο διαδίκτυο και σύστημα προβολής εικόνας.

3.2.9. Βιβλιογραφία - Δικτυογραφία

1. Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ., Χημεία για τη Α' Λυκείου, ΙΤΥΕ Διόφαντος
2. Ματσαγγούρας, Η. (2000b). Στρατηγικές Διδασκαλίας (Η κριτική σκέψη στην πράξη), εκδ. 4η . Gutenberg, Αθήνα.
3. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2011), Βασικό επιμορφωτικό Υλικό, Τόμος Α: Γενικό μέρος, Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών, Αθήνα.
4. Ρουμελής Ν. 2018. Διερευνητική Μάθηση Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. doi: <https://bit.ly/2SnlxI6>
5. Deters, K. (2005). Student opinions regarding inquiry-based labs. Journal of Chemical Education, Vol. 82, No 8 , August 2005
6. Lee V. S. (2012). What is inquiry-guided learning? New Directions for Teaching and Learning, 129(129), 5–14. 10.1002/tl.20002
7. Salinitri, G., Palazzolo, S, Nahaiciuc, R., Iacobelli, E., Yuanrong, L., & Zhou, G. (2018). Analysis of Canadian Inquiry-based Science Teaching Practices and its Implications for Reciprocal Learning. Universal Journal of Educational Research, 6(10), pp. 2280-2293.
8. Tsaparlis, G., & Papaphotis, G. (2009). High-school Students' Conceptual Difficulties and Attempts at Conceptual Change: The case of basic quantum chemical concepts. International Journal of Science Education, 31(7), 895-930
9. Williams, P., Nguyen, N., & Mangan, J. (2017). Using technology to support science inquiry learning. Journal of Technology and Science Education, 7(1), 26-57. doi:<http://dx.doi.org/10.3926/jotse.234>

Ενδεικτική δικτυογραφία

1. <http://phet.colorado.edu/el/simulation/rutherford-scattering>
2. https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_el.html
3. https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=PLpZfJ4rGts
4. <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL111/769/5025,22970/>
5. <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL111/769/5026,22973/>

3.2.10. Φύλλο εργασίας

Δομή ατόμου και κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

1^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Α. Διαβάστε το παρακάτω κείμενο:

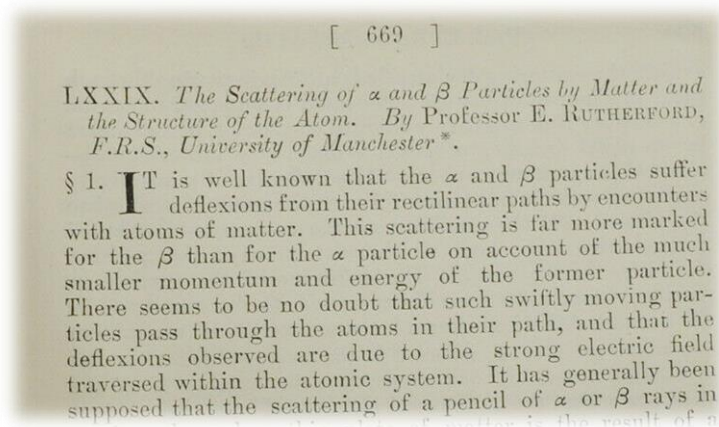
Ο Rutherford μαζί με τους/τις μαθητές/-τριες του Hans Geiger και Ernest Marsden, το 1907 διηύθυνε μια σειρά πειραμάτων στα οποία βομβάρδιζε ένα φύλλο χρυσού με θετικά φορτισμένα σωμάτια α (πυρήνες Ηλίου ${}^4\text{He}^{2+}$). Τα περισσότερα από τα σωμάτια περνούσαν ανεμπόδιστα μέσα από το φύλλο, δείχνοντας ότι στο εσωτερικό του φύλλου υπήρχε ένας σχεδόν κενός χώρος, παρά μια διάταξη συμπαγών ατόμων, που, όπως πίστευε ο Thomson, ήταν διατεταγμένα πυκνά το ένα δίπλα στο άλλο. Παρ' όλα αυτά μερικά σωμάτια α αναπηδούσαν προς τα πίσω, υποδεικνύοντας έτσι την παρουσία και κάποιων συμπαγών μερών της ύλης πάνω στα οποία ανακλώνται τα σωμάτια.

Β. Ανοίξτε την εφαρμογή με τίτλο «σκέδαση Rutherford» που υπάρχει στην ιστοσελίδα:

<http://phet.colorado.edu/el/simulation/rutherford-scattering>

Επιλέξτε αρχικά την καρτέλα «Μοντέλο Rutherford» και στη συνέχεια την καρτέλα «Μοντέλο Thomson».

Γ. Στη συνέχεια προσπαθήστε να συμπληρώσετε τα κενά:



Μέχρι το 1911, ο **Rutherford** είχε συγκεντρώσει αρκετά δεδομένα ώστε να ανακοινώσει τη θεωρία του σχετικά με τον πυρήνα του ατόμου και την αιτία της μεγάλης εκτροπής των σωματίων α. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, όλη σχεδόν η **μάζα** του είναι συγκεντρωμένη σε έναν μικροσκοπικό, θετικώς φορτισμένο, **πυρήνα** (του οποίου η διάμετρος,

όπως ξέρουμε σήμερα, είναι μόλις το 1/100.000 της διαμέτρου του ατόμου). Έξω από τον πυρήνα περιέχονται τόσα, ώστε το φορτίο του πυρήνα να εξουδετερώνεται και το άτομο στο σύνολό του να εμφανίζεται **ηλεκτρικά** Τα **ηλεκτρόνια**, που έχουν πολύ μικρότερη μάζα, στρέφονται γύρω από τον Η συγκέντρωση της μεγαλύτερης μάζας του ατόμου σε έναν πολύ μικρό πυρήνα, έκανε το πλανητικό μοντέλο του ατόμου να μοιάζει ακόμα περισσότερο με το ηλιακό σύστημα. Ο Rutherford έστειλε το χειρόγραφο στο οποίο περιγράφεται η εργασία αυτή στο περιοδικό **Philosophical Magazine**, τον Απρίλιο του 1911. (Στην εικόνα φαίνεται η δημοσίευση του περίφημου άρθρου του Rutherford, στο περιοδικό.)

Ασύγχρονη πρόταση ιστοεξερεύνησης: Αναζητήστε στο διαδίκτυο τη δημοσίευση του Rutherford, στο περιοδικό Philosophical Magazine, με τίτλο: The Scattering of α and β Particles by Matter and the

Structure of the Atom. Συζητήστε με τον/την εκπαιδευτικό σας τα στάδια που ακολουθεί ένας/μία επιστήμονας στην ερευνητική του/της πορεία από το πείραμα μέχρι τη δημοσίευση των ευρημάτων του/της σε επιστημονικά περιοδικά. Σχολιάστε την αξία της βιβλιογραφίας ως πηγής πληροφοριών, τόσο στην ενημέρωση των νέων επιστημόνων όσο και στην πληροφόρηση των ερευνητών/-τριών για τις έρευνες που προηγήθηκαν.

2^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Η ΘΕΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΑΤΟΜΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ

Προσπαθήστε να προβλέψετε σε ποια θέση μέσα στο άτομο βρίσκονται τα υποατομικά σωματίδια κάνοντας την παρακάτω αντιστοίχιση.

ΥΠΟΑΤΟΜΙΚΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	ΘΕΣΗ
1. Ηλεκτρόνια	α. Πυρήνας
2. Πρωτόνια	β. Γύρω από τον πυρήνα
3. Νετρόνια	

Στη συνέχεια ανοίξτε την εφαρμογή:

https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_el.html

και επιλέξτε να «Κατασκευάσεις» ένα άτομο.

Επιλέξτε πρώτα τον σύνδεσμο «Κατασκευή» του ατόμου χρησιμοποιώντας πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια και δείτε πώς αλλάζει το χημικό στοιχείο, το φορτίο και η μάζα. Μετακινήστε μία μπάλα (σωματίδιο) από το καλάθι των ηλεκτρονίων, πρωτονίων και νετρονίων και αφήστε τη στον πυρήνα (κέντρο) ή γύρω από αυτό (τροχιές). Τι παρατηρείτε, ποια είναι η θέση του μέσα στο άτομο, επαληθεύτηκε η πρόβλεψή σας; Αν όχι, διορθώστε την αρχική σας αντιστοίχιση.

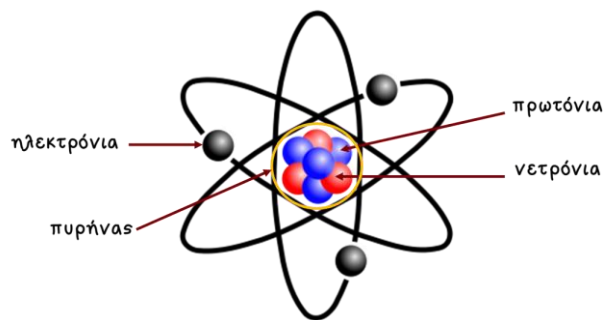
Στη συνέχεια επιλέξτε τον σύνδεσμο «Σύμβολο» του ατόμου. Με τη βοήθεια της εφαρμογής να οικοδομήσετε τα άτομα των στοιχείων του παρακάτω πίνακα και να τον συμπληρώσετε.

Στοιχείο	Αριθμός Πρωτονίων	Αριθμός Νετρονίων	Αριθμός Ηλεκτρονίων	Στοιβάδα Κ	Στοιβάδα L
1 1 H					
12 6 C					
14 7 N					
7 3 Li					
20 10 Ne					
19 9 F ⁻					

Ασύγχρονη πρόταση αυτοαξιολόγησης: Επιλέξτε τον σύνδεσμο «Παιχνίδι» και παίξτε δοκιμάζοντας τις ιδέες σας στο παρακάτω animation. Ποια είναι η βαθμολογία σας;

3^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

A. Παρατηρήστε τις παρακάτω εικόνες και συμπληρώστε στις παρακάτω σειρές. Τι κατά τη γνώμη σας απεικονίζουν; Τι κοινά έχουν οι δύο εικόνες;



.....

.....

.....

B. Δείτε το παρακάτω βίντεο:

https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=PLpZfJ4rGts

Τα παιδιά στο βίντεο παίζουν ένα «περίεργο» παιχνίδι. Τι σχέση έχει το παιχνίδι τους με το ατομικό πρότυπο του Bohr;

.....

.....

.....

Ασύγχρονη πρόταση δραστηριότητας: Κατανοήστε τους κανόνες του «περίεργου» παιχνιδιού. Μπορείτε να το παίξετε και εσείς μέσα στην τάξη επιλέγοντας κάθε ομάδα ένα μικρό άτομο. Μπορεί να γίνει διάχυση της δράσης και εκτός της τάξης σας, π.χ. συγγραφή άρθρου για το περιοδικό του

σχολείου, παρουσίαση σε άλλο τμήμα / σχολείο, βιντεοσκόπηση και ανάρτηση στην ιστοσελίδα του σχολείου.

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Δομή ατόμου και κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες
(Ενδεικτικός χρόνος συμπλήρωσης του φύλλου περίπου 15 λεπτά)

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

1. Δίνονται τα άτομα των ακόλουθων στοιχείων με τους ατομικούς και τους μαζικούς τους αριθμούς:

35 _ 9 27 3+ 28

${}_{17}\text{Cl}$, ${}_{5}\text{Be}$, ${}_{13}\text{Al}$, ${}_{14}\text{Si}$

(α) Πόσα πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια περιέχουν τα παραπάνω άτομα;

.....
.....
.....

(β) Να γράψετε την ηλεκτρονική τους δομή σε στιβάδες.

.....
.....
.....
.....

2. Να υπολογίσετε τον ατομικό αριθμό του στοιχείου του οποίου το άτομο:

α) έχει τρία ηλεκτρόνια στη στιβάδα M.

.....
.....
.....

β) έχει μαζικό αριθμό 37 και δίνεται ότι ο αριθμός των νετρονίων στον πυρήνα του είναι μεγαλύτερος κατά τρία από τον αριθμό των πρωτονίων. Να βρεθεί η ηλεκτρονιακή δομή του.

.....
.....
.....
.....

Μπορεί να μη συμφωνείτε μεταξύ σας. Συζητήστε τις προβλέψεις σας στην ομάδα σας.

3.3. Από τη ζάχαρη και το αλάτι στον ιοντικό δεσμό

Βαθμίδα - Τάξη: Α' τάξη Γενικού Λυκείου

3.3.1. Ταυτότητα Διδακτικού Σεναρίου

Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές και συμβατότητα με ΠΣ

Θεματικό Πεδίο: Οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών σωματιδίων των υλικών

Κεφάλαιο: 3 Ο χημικός δεσμός

Ενότητες: 3.1. Ο χημικός δεσμός και 3.1.2. Ο Ιοντικός δεσμός

Συσχέτιση με άλλες ενότητες

Το σενάριο μπορεί να συσχετιστεί με τις παρακάτω ενότητες:

2.1.2 Ατομικός αριθμός-Μαζικός αριθμός. Σχετική ατομική και μοριακή μάζα.

2.1.3 Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων.

5.3. Ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων.

Χρονική διάρκεια: 2 διδακτικές ώρες

3.3.2. Σκεπτικό σεναρίου (και πιθανές αντιλήψεις μαθητών/-τριών για το προς μελέτη θέμα) – Επιστημονικό / Γνωστικό περιεχόμενο

Το σενάριο αναφέρεται στη διδασκαλία του κεφαλαίου του χημικού δεσμού και πιο συγκεκριμένα στην έννοια του ιοντικού δεσμού.

Οι εναλλακτικές ιδέες που συναντώνται συχνότερα κατά τη διδασκαλία του κεφαλαίου είναι:

1. Στις ιοντικές ενώσεις υπάρχει η έννοια του μορίου.
2. Τα ιόντα έχουν τις ίδιες ιδιότητες με τα άτομα.
3. Οι ιοντικές ενώσεις σε στερεά κατάσταση είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού, όπως συμβαίνει και με τους κρυστάλλους των μετάλλων.
4. Τα ανιόντα, τα κατιόντα και τα άτομα έχουν το ίδιο μέγεθος, μάζα και φορτίο.

3.3.3. Προαπαιτούμενες γνώσεις και επιθυμητές δεξιότητες

Για την εφαρμογή του παρόντος σεναρίου οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να διαθέτουν τις παρακάτω γνώσεις και δεξιότητες:

- Να ορίζουν τον ατομικό αριθμό και να τον χρησιμοποιούν για την κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες.
- Να γνωρίζουν τι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα και τι σημαίνει ηλεκτρική αγωγιμότητα.
- Να αναγνωρίζουν τα κατιόντα και ανιόντα.
- Να ορίζουν τον κανόνα της οκτάδας.

3.3.4. Σκοπός σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

A. Γνωστικοί στόχοι

Οι μαθητές/-τριες μετά τη διδασκαλία θα είναι σε θέση να:

1. αναγνωρίζουν μακροσκοπικά τη διαφορά των ιοντικών από τις ομοιοπολικές ενώσεις με βάση την εμφάνιση ή μη ηλεκτρικής αγωγιμότητας στα υδατικά τους διαλύματα.
2. διαπιστώνουν την ύπαρξη ιόντων στις ιοντικές ενώσεις.

3. συσχετίζουν τα βασικά κοινά χαρακτηριστικά των ιοντικών ενώσεων (π.χ. φυσική κατάσταση, σημείο τήξης, διαλυτότητα στο νερό, αγωγιμότητα διαλυμάτων και τηγμάτων) με την ύπαρξη ιόντων.
4. αιτιολογούν τον ρόλο των ηλεκτρονίων σθένους στον σχηματισμό ιοντικού δεσμού.
5. περιγράφουν τον τρόπο δημιουργίας του ιοντικού δεσμού.
6. προσδιορίζουν τους ηλεκτρονιακούς και χημικούς τύπους ορισμένων απλών ιοντικών ενώσεων με δεδομένο τον ατομικό αριθμό των στοιχείων που σχηματίζουν δεσμό.

B. Δεξιότητες – Ικανότητες

Μετά το τέλος του μαθήματος οι μαθητές/-τριες να έχουν αναπτύξει:

1. δεξιότητες χειρισμού διαδραστικών εφαρμογών – προσομοιώσεων.
2. ικανότητα συνεργασίας στην ομάδα.
3. δεξιότητες λήψης και αποστολής εργασιών μέσω διαδικτύου.
4. κοινωνικές ικανότητες - ικανότητες επικοινωνίας (διατύπωση επιχειρημάτων, αποδοχή της διαφορετικής άποψης, αλληλοβοήθεια κ.λπ.).
5. ικανότητες σχετικές με τον επιστημονικό τρόπο εργασίας στις Φυσικές Επιστήμες: ταξινόμηση με βάση επιστημονικά κριτήρια, διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων, σχεδιασμός και υλοποίηση κατάλληλων ενεργειών για τη διερεύνηση τους, καταγραφή και ερμηνεία δεδομένων, διατύπωση συμπερασμάτων, παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Γ. Στάσεις

Μετά το τέλος της διδασκαλίας οι μαθητές/-τριες να έχουν αποκτήσει:

1. θετική στάση απέναντι στον επιστημονικό τρόπο σκέψης και εργασίας.
2. σεβασμό για την προσωπικότητα και τη διαφορετικότητα του άλλου.

3.3.5. Οργάνωση της διδασκαλίας και απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Η διδασκαλία λαμβάνει χώρα στο εργαστήριο πληροφορικής ή μέσα στη σχολική αίθουσα με έναν βιντεοπροβολέα ή διαδραστικό πίνακα. Οι μαθητές/-τριες είναι χωρισμένοι/-ες σε ομάδες των 2-3 ατόμων και κάνουν χρήση πολυμεσικών διαδραστικών εφαρμογών με κατάλληλα φύλλα εργασίας και φύλλο αξιολόγησης. Οι πολυμεσικές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής:

1^η διδακτική ώρα

Δραστηριότητα Β:

(<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/sugar-and-salt-solutions/latest/sugar-and-salt-solutions.html?simulation=sugar-and-salt-solutions&locale=el>)

Δραστηριότητα Δ:

<http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/10791>

2η διδακτική ώρα

Δραστηριότητα Β:

http://ekfe-omonoias.att.sch.gr/ekfe_omonoias/efarmoges/ETEROPOLIKO/

Δραστηριότητα Γ:

<https://video.search.yahoo.com/search/video?fr=mcafee&ei=UTF-8&p=SONG+FOR+COVALEND+BOND&type=E210US91105G0#id=4&vid=39ab84007c5bf124b96ea733d3f7316e&action=view> The Chemical Bonds Song! Animated 3':29''

3.3.6. Διδακτική προσέγγιση

Στη διδασκαλία αυτή γίνεται χρήση διαδραστικών πολυμεσικών εφαρμογών. Η συνεισφορά της χρήσης τους στην εκπαιδευτική διαδικασία έχει αποδειχτεί από πολλούς/-ές ερευνητές/-τριες, που καθιστούν τη χρήση των ΤΠΕ πιο αποτελεσματική σε σχέση με τις πιο συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας.

Στο συγκεκριμένο σενάριο οι διαδραστικές πολυμεσικές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται είναι ιδιαίτερα φιλικές προς τον χρήστη και δίνουν τη δυνατότητα στους/στις μαθητές/-τριες, ακολουθώντας οδηγίες, να οδηγηθούν οι ίδιοι/-ες σε συμπεράσματα και να οικοδομήσουν τη γνώση. Προσφέρει άμεση ανάδραση και λειτουργεί ως διερευνητικό εργαλείο που ενεργοποιεί τους/τις μαθητές/-τριες σε διερευνητική και συνεργατική μάθηση. Η χρήση των εφαρμογών συμβάλλει σε μια καλύτερης ποιότητας διδασκαλία, προσφέροντας πολλές δυνατότητες μελέτης των ιοντικών δεσμών, κάτι που δεν είναι εφικτό στα πλαίσια του σχολικού εργαστηρίου ΦΕ. Δίνει τη δυνατότητα εξομίωσης πειραμάτων, κάτι που είναι δύσκολο στο συμβατικό σχολικό περιβάλλον που έχει στη διάθεσή του ο/η εκπαιδευτικός ή ο/η μαθητής/-τρια.

Η διδασκαλία στηρίζεται στην καθοδηγούμενη διερευνητική μέθοδο. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει πέντε βήματα, καθένα από τα οποία μπορεί να χωρίζεται σε επιμέρους φάσεις. Τα βήματα αυτά, που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία ως «5E», είναι τα εξής: Engagement: Εμπλοκή με το πρόβλημα, Exploration: Εξερεύνηση, Explanation: Εξήγηση, Elaboration: Επεξεργασία εκτενέστερη, Evaluation: Εκτίμηση-Αξιολόγηση.

3.3.7. Αναλυτική περιγραφή διδακτικής πορείας

Διδακτικές ενέργειες εκπαιδευτικού	Μαθησιακές ενέργειες μαθητή/-τριας	Χρόνος (λεπτά)
1^η διδακτική ώρα		
<p>1η Φάση Διερεύνησης Εμπλοκή με το πρόβλημα Αρχικά γίνεται η γνωσιολογική προετοιμασία των μαθητών/-τριών στους οποίους ο/η εκπαιδευτικός περιγράφει χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ζάχαρης και του αλατιού και τους/τις παροτρύνει να εκτελέσουν τη δραστηριότητα Α. Στη συνέχεια γνωστοποιεί το θέμα που οι μαθητές/-τριες καλούνται να διερευνήσουν (δραστηριότητα Β). Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η εμπλοκή των μαθητών/-τριών στο προς λύση πρόβλημα. (Στόχοι Β4, Γ1)</p>	<p>1η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας Α Οι μαθητές/-τριες ενημερώνονται για το θέμα που πρόκειται να διερευνήσουν: Από ποια σωματίδια (μόρια/ιόντα) αποτελείται η ζάχαρη και το αλάτι; Αφού διαπιστώσουν ότι δεν μπορούν να δουν από το σχολικό μικροσκόπιο τη σύσταση της ζάχαρης και του αλατιού, προχωρούν στην επόμενη δραστηριότητα.</p>	5 λεπτά
<p>2η Φάση Διερεύνησης Εξερεύνηση Ο/Η εκπαιδευτικός καθοδηγεί τους/τις μαθητές/-τριες να διερευνήσουν το προς εξέταση πρόβλημα και τους παρέχει την ελάχιστη βοήθεια που χρειάζονται ώστε να μπορούν να συνεχίσουν την εκτέλεση της δραστηριότητας. Με βάση αυτή τη δραστηριότητα γίνεται προσπάθεια μείωσης εμφάνισης των εναλλακτικών ιδεών 1 και 2). (Στόχοι Α1, Α2, Β1, Β2, Β4, Β5, Γ1, Γ2)</p>	<p>2η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας Β Η εξερεύνηση του προς λύση θέματος ξεκινάει με μία υπόθεση από μέρους των μαθητών/-τριών μέσω μίας ερώτησης πολλαπλής επιλογής που πραγματοποιείται σε ατομικό επίπεδο (δραστηριότητα Β1). Ακολουθεί ομαδική εργασία κατά την οποία οι μαθητές/-τριες συζητούν με την ομάδα τους και προτείνουν τρόπο ελέγχου των υποθέσεών τους. Τέλος καλούνται να εκτελέσουν αυτό που πρότειναν με σκοπό να καταλήξουν σε ένα συμπέρασμα και να καταγράψουν την παρατήρησή τους (δραστηριότητα Β2).</p>	15 λεπτά
<p>3η Φάση Διερεύνησης Εξήγηση Με τη δραστηριότητα αυτή ο/η εκπαιδευτικός βοηθάει τους/τις μαθητές/-τριες να εξηγήσουν τα παρατηρούμενα αποτελέσματα και τους/τις οδηγεί σε γνωστική σύγκρουση με σκοπό την</p>	<p>3η Φάση Εκτέλεση δραστηριότητας Γ Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/-τριες δίνουν εξήγηση για το φαινόμενο που παρατήρησαν. Στη συνέχεια επιβεβαιώνουν την απάντησή τους μέσω της εφαρμογής.</p>	5 λεπτά

επιβεβαίωση ή τη διόρθωση της αρχικής τους υπόθεσης. (Στόχοι Α3, Β2, Β4, Β5, Γ1, Γ2)

4η Φάση Διερεύνησης

Εκτενέστερη επεξεργασία

Ο/Η εκπαιδευτικός εξηγεί πού χρησιμοποιείται το τήγμα αλατιού και ελέγχει αν οι ομάδες έχουν μεταβεί στη σωστή καρτέλα που περιγράφει το φύλλο εργασίας. Με βάση τη δραστηριότητα αυτή επιτυγχάνεται η μεταφορά της νέας γνώσης σε άλλες καταστάσεις του πραγματικού κόσμου ή και σε νέες συνθήκες. Επίσης γίνεται προσπάθεια μείωσης εμφάνισης παρανόησης 3. (Στόχοι Α3, Β1, Β2, Β5, Γ1)

4η Φάση

10 λεπτά

Εκτέλεση δραστηριότητας Δ

Οι μαθητές/-τριες εξετάζουν την αγωγιμότητα στερεού αλατιού και τήγματός του και εξηγούν πού οφείλεται αυτή η διαφορά.

5η Φάση Διερεύνησης

Εκτίμηση – Αξιολόγηση

Η αξιολόγηση, που αποτελεί το τελευταίο στάδιο της διερευνητικής διαδικασίας, περιλαμβάνει ερωτήσεις κλειστού τύπου με βάση τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν μετά από τις δύο διδακτικές ώρες. Ο/Η εκπαιδευτικός, για λόγους εξοικονόμησης χρόνου, μπορεί να ζητήσει να συμπληρωθούν οι ερωτήσεις αξιολόγησης στο σπίτι ως εργασία για το επόμενο μάθημα. (Στόχοι Α1, Α2, Α3)

5η Φάση

5 λεπτά

Εκτέλεση δραστηριότητας Ε

Οι μαθητές/-τριες απαντούν σε ερωτήσεις σωστού λάθους ώστε να διαπιστωθεί αν η διδασκαλία ήταν αποτελεσματική για αυτούς/-ές.

2^η διδακτική ώρα

1η φάση Ανάκληση γνώσεων

Ο/Η εκπαιδευτικός με τη βοήθεια του φύλλου εργασίας παροτρύνει τους/τις μαθητές/-τριες να αναφέρουν κι άλλα παραδείγματα εκτός από το αλάτι που να έχουν παρόμοιες ιδιότητες με αυτές του αλατιού. (Στόχος Α1)

1η φάση

10 λεπτά

Εκτέλεση δραστηριότητας Α

Οι μαθητές/-τριες αναφέρουν ενώσεις όπως το αλάτι που εμφανίζουν παρόμοιες ιδιότητες και συμπληρώνουν τα κενά σε μία ερώτηση με σκοπό να ανακαλέσουν προαπαιτούμενες γνώσεις από προηγούμενο κεφάλαιο.

2η φάση

Πρόβλεψη - Ερμηνεία επιστημονικής γνώσης - Επαλήθευση

2η φάση

15 λεπτά

Εκτέλεση δραστηριότητας Β1

Ο/η εκπαιδευτικός βοηθάει τους/τις μαθητές/-τριες να εκτελέσουν τις δραστηριότητες της πολυμεσικής εφαρμογής.

(Στόχοι A4, A5, B2, B5, Γ1, Γ2)

Οι μαθητές/-τριες χρησιμοποιούν τις προηγούμενες προαπαιτούμενες γνώσεις για να εκτελέσουν τις δραστηριότητες της πολυμεσικής εφαρμογής και εξάγουν το συμπέρασμα.

3η φάση

Γενίκευση

Ο/Η εκπαιδευτικός ελέγχει αν οι μαθητές/-τριες έχουν μεταβεί στη σωστή σκηνή της εφαρμογής και τους/τις καθοδηγεί να επιλέξουν ένα μέταλλο και ένα αμέταλλο για να παρατηρήσουν τον σχηματισμό ιοντικής ένωσης. Γίνεται προσπάθεια μείωσης εμφάνισης παρανόησης 4.

(Στόχοι A5, A6, B2, B5, Γ1, Γ2)

3η φάση

Εκτέλεση δραστηριότητας B2

10 λεπτά

Οι μαθητές/-τριες γενικεύουν το συμπέρασμα που έβγαλαν από την προηγούμενη δραστηριότητα.

4η φάση

Ανακεφαλαίωση

Στο τέλος ο/η εκπαιδευτικός προτείνει στους/στις μαθητές/-τριες να χαλαρώσουν (ανακεφαλαιώσουν) με λίγη ιοντική - μουσική, προβάλλοντας το βίντεο με τίτλο: The Chemical Bonds Song!

<https://video.search.yahoo.com/search/video?fr=mcafee&ei=UTF-8&p=SONG+FOR+COVALEND+BOND&type=E210US91105G0#id=4&vid=39ab84007c5bf124b96ea733d3f7316e&action=view>

(Στόχοι Γ1, Γ2)

4η φάση

Εκτέλεση δραστηριότητας Γ

5 λεπτά

Οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν βίντεο με σκοπό να ανακεφαλαιώσουν με έναν τρόπο πιο ευχάριστο. Ακολουθεί συζήτηση με τον/την εκπαιδευτικό και επιλύουν τις απορίες τους.

5η Φάση

Ασύγχρονη δραστηριότητα - Αξιολόγηση

Ο/Η εκπαιδευτικός δίνει οδηγίες για το φύλλο αξιολόγησης στο οποίο περιέχεται και το βίντεο:

<https://www.youtube.com/watch?v=zpaHPXVR8WU> με τίτλο: What are Ionic Bonds.

Για τους/τις μαθητές/-τριες που έχουν δυσκολία με την αγγλική ορολογία του βίντεο, μπορεί να προταθεί και πάλι το βίντεο που χρησιμοποιήθηκε στη 2^η φάση του φύλλου εργασίας:

5η φάση

Συμπλήρωση φύλλου αξιολόγησης

Οι μαθητές/-τριες ατομικά ή σε ομάδες των δύο ατόμων συμπληρώνουν το φύλλο αξιολόγησης που είναι αναρτημένο στην ηλεκτρονική τάξη π.χ. e-class στο Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο. Ο/Η

<https://www.youtube.com/watch?v=rZVmC9lQWkk> με τίτλο: Α ΛΥΚΕΙΟΥ - ΙΟΝΤΙΚΟΣ DESMOS, στο οποίο γίνεται παρόμοια παρουσίαση του ιοντικού δεσμού στα ελληνικά. (Στόχοι Β1, Β2) εκπαιδευτικός, αφού το αξιολογήσει, το επιστρέφει έχοντας γράψει για κάθε μαθητή σαφή σχόλια ανατροφοδότησης.

3.3.8. Πιθανές επεκτάσεις – προσαρμογές του σεναρίου

Σε περίπτωση που η διδασκαλία δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί διά ζώσης, όπως στην περίπτωση έκτακτων συνθηκών, υπάρχει δυνατότητα και για εξ αποστάσεως διδασκαλία σύμφωνα με τον παρακάτω σχεδιασμό:

Σύγχρονη εξ αποστάσεως ωριαία παρέμβαση διδασκαλίας

Ο/Η εκπαιδευτικός παρουσιάζει και πραγματεύεται τη Θεματική Ενότητα: Ο ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός.

Κάθε μαθητής/-τρια εκτελεί σύγχρονα τις δραστηριότητες του φύλλου εργασίας ατομικά. Στο τέλος της ωριαίας παρέμβασης ο/η εκπαιδευτικός, διαμέσου ενός φύλλου αξιολόγησης, αναθέτει δραστηριότητες - εργασίες, τις οποίες θα πρέπει οι μαθητές/-τριες να υλοποιήσουν ασύγχρονα, ατομικά ή ομαδικά και να τις αποστείλουν στον/στην εκπαιδευτικό.

Ασύγχρονη εξ αποστάσεως παρέμβαση διδασκαλίας

Οι μαθητές/-τριες μπορούν να συνεργαστούν σε ομάδες μέχρι δύο ατόμων για τη συμπλήρωση του φύλλου αξιολόγησης, αξιοποιώντας ακόμη και απλά εργαλεία, που συνήθως χρησιμοποιούν για να επικοινωνούν μεταξύ τους. Στη συνέχεια τα φύλλα αξιολόγησης επιστρέφονται συμπληρωμένα από τους/τις μαθητές/-τριες για αξιολόγηση, είτε μέσω της πλατφόρμας π.χ. e-class, είτε απευθείας στο email του/της εκπαιδευτικού. Ο/Η εκπαιδευτικός αξιολογεί και επιστρέφει τα φύλλα έχοντας γράψει για κάθε μαθητή/-τρια σαφή σχόλια ανατροφοδότησης.

3.3.9. Βιβλιογραφία - Δικτυογραφία

1. BouJaoude, S. and Barakat, H. (2000) School Science Review, 81, 91–98.
2. BSCS Science Learning. (2019). “BSCS 5E Instructional Model.” Retrieved from <https://bscs.org/bscs-5e-instructional-model/>
3. Bybee, R. W. 2009. The BSCS 5E Instructional Model and 21st Century Skills. Colorado Springs, CO: BSCS.
4. Chitman-Booker, L., and Kopp, K. 2013. The 5Es of Inquiry-Based Science. Teacher Created Materials.
5. Courts, B., & Tucker, J. (2012). Using Technology To Create A Dynamic Classroom Experience. Journal of College Teaching & Learning (TLC), 9(2), 121-128. <https://doi.org/10.19030/tlc.v9i2.6907>
6. Flick, L., & Lederman, N. (2006). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Kluwer Academic Publishers
7. Harriss Fr., Ferguson J. (1996) Chemistry. Longman.
8. Huddle, P. A. and Pillay, A. E. (1996). Journal of Research in science teaching, 33, 65-77.
9. Mayer, R. (2003). The promise of multimedia learning: Using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13, 125-140.

10. Nobaew, B. (2020) The Comparative Study of Multimedia Technological Applications Enhancing Active Self-learning in Online Course, ECTI-CIT, vol. 14, no. 1, pp. 20-29.
11. Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ., Χημεία για τη Α΄ Λυκείου, ΙΤΥΕ Διόφαντος
12. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2011), Βασικό επιμορφωτικό Υλικό, Τόμος Α: Γενικό μέρος, *Μερίζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών*, Αθήνα.

Ενδεικτική δικοτυογραφία

1. <https://www.youtube.com/watch?v=zpaHPXVR8WU>
2. <https://video.search.yahoo.com/search/video?fr=mcafee&ei=UTF-8&p=SONG+FOR+COVALEND+BOND&type=E210US91105G0#id=4&vid=39ab84007c5bf124b96ea733d3f7316e&action=view>
3. http://ekfe-omonoias.att.sch.gr/ekfe_omonoias/efarmoges/ETEROPOLIKO/
4. <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/10791>
5. <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/sugar-and-salt-solutions/latest/sugar-and-salt-solutions.html?simulation=sugar-and-salt-solutions&locale=el>
6. <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL111/769/5026,22975/>

3.3.10. Φύλλο εργασίας

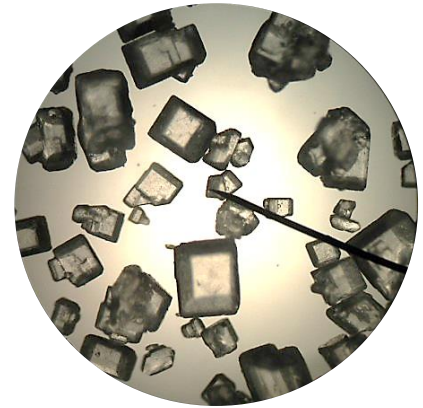
1^η διδακτική ώρα ΖΑΧΑΡΗ ΚΑΙ ΑΛΑΤΙ – ΜΟΡΙΑ Ή ΙΟΝΤΑ;

Δραστηριότητα Α - Εμπλοκή με το πρόβλημα

Ξέρουμε για τη ζάχαρη και το αλάτι...

Η ζάχαρη είναι ένα υλικό που έχει γλυκιά γεύση, ενώ το αλάτι αλμυρή. Και τα δύο διαλύονται στο νερό, ενώ εμφανίζονται με τη μορφή κρυσταλλικών κόκκων.

Στην εικόνα παρουσιάζονται κόκκοι μείγματος ζάχαρης και αλατιού μέσα από το σχολικό μικροσκόπιο. Πιστεύετε ότι μπορούμε να ξεχωρίσουμε ποιοι από αυτούς είναι ζάχαρη και ποιοι είναι αλάτι; Γιατί;



.....

.....

.....

.....

.....

.....

Από ποια σωματίδια (μόρια/ιόντα) αποτελείται η ζάχαρη και το αλάτι; Μπορείτε να διακρίνετε από την παραπάνω εικόνα; Αν όχι, προχωρήστε στη δραστηριότητα Β για να το διαπιστώσετε.

Δραστηριότητα Β - Εξερεύνηση

1) Ατομική εργασία

Να προβλέψετε τη σωστή απάντηση:

- α) Η ζάχαρη αποτελείται από μόρια και το αλάτι από ιόντα.
- β) Η ζάχαρη αποτελείται από ιόντα και το αλάτι από μόρια.
- γ) Η ζάχαρη και το αλάτι αποτελούνται από μόρια.
- δ) Η ζάχαρη και το αλάτι αποτελούνται από ιόντα.

2) Ομαδική εργασία

Μεταβείτε στην πρώτη καρτέλα του εικονικού εργαστηρίου με τίτλο «Διάλυμα ζάχαρης και αλατιού»

(<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/sugar-and-salt-solutions/latest/sugar-and-salt-solutions.html?simulation=sugar-and-salt-solutions&locale=el>)

και προσπαθήστε να σχεδιάσετε και να εκτελέσετε πείραμα ώστε να ελέγξετε την πρόβλεψή σας.

ΧΡΗΣΙΜΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός διαλύματος εκφράζει την ευκολία με την οποία το ηλεκτρικό ρεύμα περνάει μέσα από κάποιο διάλυμα. Η ύπαρξη ροής ηλεκτρικού ρεύματος μέσα στο διάλυμα φανερώνει ότι σε αυτό υπάρχουν **ιόντα**, δηλαδή σωματίδια με ηλεκτρικό φορτίο.

- Περιγράψτε το πείραμα που σχεδιάσατε:

.....

- Τι παρατηρήσατε ως προς την αγωγιμότητα της ζάχαρης και του αλατιού;

.....

Συμπέρασμα: Η ζάχαρη αποτελείται από και το αλάτι από

Δραστηριότητα Γ - Εξήγηση:

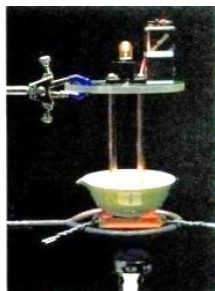
.....

- Μεταβείτε στη 2^η καρτέλα της πολυμεσικής εφαρμογής «Μικροσκοπικά» ώστε να ελέγξετε αν η εξήγηση που δώσατε είναι σωστή.

Δραστηριότητα Δ - Εκτενέστερη επεξεργασία

- Μεταβείτε και πάλι στην 1^η καρτέλα «Μακροσκοπικά». Εξετάστε την αγωγιμότητα του στερεού αλατιού. Υπογραμμίστε τη σωστή φράση μέσα στην παρένθεση:

Συμπέρασμα: Το στερεό αλάτι (δεν εμφανίζει/εμφανίζει) ηλεκτρική αγωγιμότητα.



Το τήγμα αλατιού (λιωμένο αλάτι) χρησιμοποιείται στην παραγωγή μεταλλικού νατρίου, αερίου χλωρίου και στη σύγχρονη παραγωγή πλαστικού PVC. Μεταβείτε στην εφαρμογή

<http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/10791>.

Εξετάστε την αγωγιμότητα του τήγματος αλατιού. Υπογραμμίστε τη σωστή φράση μέσα στην παρένθεση:

Συμπέρασμα: Το στερεό αλάτι (δεν εμφανίζει/εμφανίζει) ηλεκτρική αγωγιμότητα.

Πού πιστεύετε ότι οφείλεται η διαφορά στις δύο φυσικές καταστάσεις;

.....

Δραστηριότητα Ε – Αξιολόγηση

Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ):

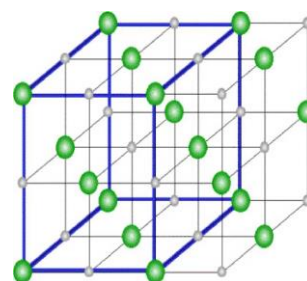
- 1) Το διάλυμα ζάχαρης δεν εμφανίζει ηλεκτρική αγωγιμότητα, άρα η ζάχαρη αποτελείται από ιόντα.
- 2) Το διάλυμα αλατιού εμφανίζει ηλεκτρική αγωγιμότητα, άρα το αλάτι αποτελείται από ιόντα.
- 3) Το τήγμα αλατιού εμφανίζει ηλεκτρική αγωγιμότητα.
- 4) Το στερεό αλάτι εμφανίζει ηλεκτρική αγωγιμότητα.

2^η διδακτική ώρα

ΑΠΟ ΤΟ ΑΛΑΤΙ ΣΤΟΝ ΙΟΝΤΙΚΟ ΔΕΣΜΟ

Όπως φαίνεται από τον πίνακα και το σχήμα, το αλάτι, όπως και όλες οι ενώσεις που αποτελούνται από ιόντα, εμφανίζουν τις παρακάτω κοινές ιδιότητες:

- είναι στερεές
- είναι κρυσταλλικές
- έχουν ως δομικές ομάδες τα ιόντα
- έχουν ψηλό σημείο τήξης και βρασμού
- διαλύονται στο νερό και στους άλλους πολικούς διαλύτες
- τα τήγματα και τα υδατικά τους διαλύματα εμφανίζουν μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα



Ιδιότητες αλατιού	
Σημείο τήξης	801 °C
Σημείο βρασμού	1,413 °C
Διαλυτότητα στο νερό	35,9 g/mL

Δραστηριότητα Α (Ατομική εργασία)

Ας θυμηθούμε!

- ✓ Η ηλεκτρονιακή δομή του νατρίου $_{11}\text{Na}$ είναι Άρα το Na έχει στην εξωτερική του στιβάδα ηλεκτρόνια.
- ✓ Η ηλεκτρονιακή δομή του χλωρίου $_{17}\text{Cl}$ είναι Άρα το Cl έχει στην εξωτερική του στιβάδα ηλεκτρόνια.

Δραστηριότητα Β (Ομαδική εργασία)

- Μεταβείτε στον σύνδεσμο:

http://ekfe-omonoias.att.sch.gr/ekfe_omonoias/efarmoges/ETEROPOLIKO/ και, αφού εκτελέσετε τις έξι πρώτες σκηνές, συμπληρώστε τα κενά στις παρακάτω προτάσεις:

Συμπέρασμα

Όταν τα άτομα του νατρίου και του χλωρίου πλησιάσουν αρκετά μεταξύ τους, γίνεται μεταφορά ηλεκτρονίου από ένα σε ένα Με τον τρόπο αυτό τα άτομα του νατρίου μετατρέπονται σε ιόντα (.....) με σταθερή ηλεκτρονιακή δομή: K(.....) L(.....), ενώ τα άτομα του χλωρίου μετατρέπονται σε ιόντα (.....) με σταθερή ηλεκτρονιακή δομή: K(.....) L(.....) M(.....). Τα ιόντα ενώνονται μεταξύ τους με ιοντικό και έτσι δημιουργείται η ένωση

- Μεταβείτε στην 7^η σκηνή, όπως φαίνεται παρακάτω, και επιλέξτε ένα από τα μπλε μέταλλα και ένα από τα πράσινα αμέταλλα για να διαπιστώσετε τον σχηματισμό ιοντικού δεσμού και την ιοντική ένωση που δημιουργείται.

IA							VIIA
1 H Υδρογόνο							2 He Ήλιο
3 Li Λίθιο	4 Be Βηρύλλιο	5 B Βόριο	6 C Ανθράκας	7 N Αζότο	8 O Οξυγόνο	9 F Φθόριο	10 Ne Νέο
11 Na Νάτριο	12 Mg Μαγνήσιο	13 Al Αργίλιο	14 Si Ήνυριο	15 P Φωσφορος	16 S Θείο	17 Cl Χλώριο	18 Ar Αργό

Για να κατανοήσεις τον ιοντικό δεσμό διάλεξε κάποιο από τα μέταλλα Na, Li ή Mg και στη συνέχεια κάποιο από τα αμέταλλα Cl ή F, για να παρατηρήσεις το δεσμό που σχηματίζεται.

Δραστηριότητα Γ

Η μουσική μάς χαλαρώνει!!!

Τι θα έλεγες για λίγη «ιοντική» μουσική;



<https://video.search.yahoo.com/search/video?fr=mcafee&ei=UTF-8&p=SONG+FOR+COVALEND+BOND&type=E210US91105G0#id=4&vid=39ab84007c5bf124b96ea733d3f7316e&action=view>

3.4. Εργαστηριακή Διερεύνηση: Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων σε μικροκλίμακα

3.4.1. Η Ταυτότητα του σεναρίου

Θεματικό Πεδίο:	Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις
Θεματική Ενότητα:	5.3.1. Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (Α' Λυκείου)
Χρονική Διάρκεια:	4 διδακτικές ώρες
Τύπος Ενότητας:	Εργαστηριακή Άσκηση

3.4.2. Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα του Προγράμματος Σπουδών

Στο τέλος αυτής της ενότητας οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση να:

- (α) **αναγνωρίζουν** ότι μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων λαμβάνει χώρα εφόσον σχηματίζεται προϊόν που εκφεύγει από το αντιδρών σύστημα, δηλαδή (i) είναι δυσδιάλυτο και καταβυθίζεται ως ίζημα και (ii) είναι αέριο και διαφεύγει στην ατμόσφαιρα.
- (β) **αποφαινόνται** για το αν λαμβάνει χώρα μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων, εφόσον δίνεται πίνακας με ιζήματα ή αέρια.
- (γ) **ισοσταθμίζουν** χημικές εξισώσεις ανταλλαγής ιόντων, στη μοριακή τους μορφή.
- (δ) **αναγνωρίζουν** ότι κατά την ανάμειξη υδατικών διαλυμάτων αλάτων αναμειγνύονται διαλύματα εφυδατωμένων κατιόντων και ανιόντων και όχι μορίων (σύνδεση με **Θεματικές 3.1.2 και 3.2**).
- (ε) **ισοσταθμίζουν** χημικές εξισώσεις ανταλλαγής ιόντων, στην ιοντική τους μορφή.
- (στ) **εκτελούν** αντιδράσεις καταβύθισης ιόντων ακολουθώντας οδηγίες.
- (ζ) **σχεδιάζουν** τρόπους ανίχνευσης – ποιοτικής ανάλυσης διαφόρων ιόντων.

3.4.3. Σχέση με άλλες Θεματικές Ενότητες

Η **ενότητα 5.3** συνδέεται άμεσα με τις ενότητες στις οποίες συζητούνται ο ιοντικός και ο ομοιοπολικός δεσμός (**ενότητες 3.1.2 και 3.1.3**), καθώς και οι διαμοριακές δυνάμεις ιόντος – διπόλου (**ενότητα 3.2.2**). Επίσης, συνδέεται με την ενότητα της διαλυτότητας (**Πρόγραμμα Σπουδών Χημείας Γυμνασίου**).

3.4.4. Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων στη μικροκλίμακα

Οι αντιδράσεις ανταλλαγής/καταβύθισης ιόντων (παλαιότερα ονομάζονταν διπλής αντικατάστασης) έχουν μακρά ιστορία στη διδασκαλία των βασικών τεχνικών χημικής ανάλυσης τόσο στο σχολικό όσο και στο πανεπιστημιακό εργαστήριο Χημείας (Λιοδάκης et al., 2019· Χατζηγιάννου, 2003). Στο σχολικό εργαστήριο, αρχικά, οι αντιδράσεις αυτές λάμβαναν χώρα σε δοκιμαστικούς σωλήνες. Χρησιμοποιούνταν δε και ιόντα που τώρα πια έχουν απομακρυνθεί από τα σχολικά εργαστήρια λόγω της υψηλής τους τοξικότητας, όπως π.χ. τα κατιόντα Pb^{2+} . Αργότερα άρχισαν να διατίθενται μικρά φρεάτια κυψελωτών δοχείων. Τα τελευταία χρόνια η χρήση πλαστικοποιημένων σελίδων έδωσε την ευκαιρία σε μαθητές/-τριες παγκοσμίως να εκτελούν αντιδράσεις στο επίπεδο της σταγόνας (αντιδράσεις σε μικροκλίμακα) (Bell et al., 2015· Bradley, 2001).

Τα πλεονεκτήματα από τη διεξαγωγή πειραμάτων σε μικροκλίμακα είναι πολλά. Δύναται να συνοψιστούν στα εξής:

- (α) Είναι ασφαλέστερα, μιας που ο/η μαθητής/-τρια προσθέτει επί πλαστικοποιημένου φύλλου χαρτιού μερικές σταγόνες αντιδραστήριων. Το πλαστικοποιημένο φύλλο κείται επί του εργαστηριακού πάγκου, ενώ τα υγρά αντιδραστήρια τίθενται σε πλαστικά φιαλίδια που φέρουν σταγονομετρική απόληξη και βιδωτό καπάκι. Δεν υπάρχει στατό με δοκιμαστικούς σωλήνες.
- (β) Εκτελούνται ταχύτερα. Επομένως, υπάρχει περισσότερος χρόνος για συζήτηση και

προβληματισμό.

(γ) Είναι ευκολότερο στους/στις μαθητές/-τριες να διαχειριστούν τα μέσα που τους παρέχονται (σταγονομετρικά δοχεία κτλ.).

(δ) Μειώνει το κόστος των πειραμάτων, μιας που οι ποσότητες των αντιδραστηρίων που καταναλώνονται είναι πολύ μικρές, ενώ το κόστος των απαιτούμενων υλικών είναι εξαιρετικά περιορισμένο.

(ε) Μειώνει την ποσότητα των αποβλήτων, ενώ ταυτόχρονα ο καθαρισμός του εργαστηριακού πάγκου και των επαναχρησιμοποιούμενων μέσων επιτυγχάνεται ταχύτατα, επιτρέποντας στον/στην εκπαιδευτικό να προετοιμάσει εγκαίρως τον χώρο για το επόμενο μάθημα. Συχνά αυτό μπορεί να γίνει απλά σκουπίζοντας την πλαστικοποιημένη επιφάνεια με ένα χαρτομάντιλο. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τη χρήση μη τοξικών αντιδραστηρίων καθιστούν τα πειράματα σε μικροκλίμακα συμβατά με τις επιταγές της Πράσινης Χημείας (American Chemical Society, 2013· Anastas & Warner, 2000).

(στ) Σε περίπτωση που ο/η εκπαιδευτικός κρίνει ότι πρέπει να παρουσιάσει το πείραμα με τη μορφή επίδειξης, αυτό μπορεί να γίνει πολύ πιο εύκολα αλλά και πιο αποδοτικά από την κλασική παρουσίαση δοκιμαστικών σωλήνων. Για τον σκοπό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα μίνι μικροσκόπιο ή μια οπτική ίνα που συνδέονται με υπολογιστή μέσω της θύρας USB (ενδεικτικό κόστος 20-30 €, τιμές 2021), κινητό τηλέφωνο που μπορεί να μεταφέρει την εικόνα της οθόνης του στον σχολικό προβολέα ή ακόμα πιο απλά το κλασικό επιδιασκόπιο.

(ζ) Δεν είναι απαραίτητο να διεξάγοντα στο σχολικό εργαστήριο.

Το τελευταίο ίσως είναι και το σημαντικότερο πλεονέκτημα της διεξαγωγής πειραμάτων σε μικροκλίμακα, μιας που τα Γενικά Λύκεια συνήθως έχουν ένα κοινό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, το οποίο δεν είναι πάντα διαθέσιμο στον/στην εκπαιδευτικό που διδάσκει Χημεία.

Όλα τα ανωτέρω δε σημαίνουν την αντικατάσταση όλων των καθιερωμένων διατάξεων των σχολικών πειραμάτων. Όμως, συνηγορούν στο να αποκτήσει ο/η εκπαιδευτικός μερικά ακόμα αξιόπιστα βέλη στη φαρέτρα των διδακτικών του/της πρακτικών.

3.4.5. Σκοποί σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Πέρα από τα μαθησιακά αποτελέσματα που σχετίζονται απευθείας με τα απαιτούμενα στο Πρόγραμμα Σπουδών (*vide supra*), οι μαθητές/-τριες επιδιώκεται:

(α) να γνωρίσουν βασικές τεχνικές και διαδικασίες ποιοτικής ανάλυσης, που θα ενισχύσουν τον χημικό εγγραμματισμό τους.

(β) να αναπτύξουν τις ήπιες δεξιότητές τους, στα πλαίσια της ομαδοσυνεργατικής μάθησης.

(γ) να εφαρμόσουν τις θεωρητικές τους γνώσεις σε ένα πρόβλημα της καθημερινότητας ενός/μίας χημικού.

(δ) να συνδυάσουν θεωρητικές γνώσεις και πειραματικά αποτελέσματα για να κάνουν υποθέσεις, να τις ελέγχουν, να κάνουν ανατροφοδότηση και να καταλήγουν σε συμπεράσματα.

3.4.6. Πειραματικό μέρος

3.4.6.1. Κανόνες ασφαλείας και οδηγίες απόρριψης υλικών

Στο προτεινόμενο πείραμα δεν υπάρχουν ιδιαίτεροι κανόνες ασφαλείας που πρέπει να τηρηθούν πέρα από τους γενικούς.

3.4.6.2. Όργανα και υλικά για την 1η εργαστηριακή διδακτική ώρα

Γενική Παρατήρηση: Οι απαιτούμενες ποσότητες των αντιδραστηρίων είναι εξαιρετικά μικρές και δεν αναμένεται να ξεπερνούν στην περίπτωση των υδατικών διαλυμάτων τα 3 mL ανά πείραμα και ανά τάξη.

Ενδεικτικά απαιτούνται τα ακόλουθα αντιδραστήρια / υλικά:

(α) Πλαστικοποιημένο φύλλο πειραμάτων (εναλλακτικά το εργαστηριακό φύλλο τίθεται εντός πλαστικής διαφάνειας).

(β) Φιαλίδιο που περιέχει στερεό NaCl.

(γ) Φιαλίδιο που περιέχει στερεό $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (~45 €/kg, τιμές 2021). Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί γαλαζόπετρα (~3,5 €/kg). Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται ώστε η ποσότητα που θα προστεθεί να είναι ελάχιστη, μιας που ο $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ διαλύεται δύσκολα στο νερό. Ο Cu^{2+} προτείνεται, διότι δίνει έγχρωμο υδατικό διάλυμα (γαλάζιο). Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε ευδιάλυτη ιοντική ένωση στο νερό, που δεν αντιδρά με το NaCl, π.χ. το KNO_3 (~3,5 €/kg).

(δ) Φιαλίδιο που περιέχει στερεό AgNO_3 (~120 €/100 g). Μπορεί να αντικατασταθεί με το διάλυμά του, το οποίο απαντά συχνά στα σχολικά εργαστήρια (~ 35 €/100 mL, 0,1 M). Σε περίπτωση που προτιμηθεί αυτή η λύση, ο/η εκπαιδευτικός καθοδηγεί τους/τις μαθητές/-τριες να ρίξουν μια σταγόνα του διαλύματος $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ στη θέση που θα έβαζαν αρχικά το στερεό. Ακολούθως, με τη βοήθεια μιας οδοντογλυφίδας θα αναμείξουν τη σταγόνα του αντιδραστηρίου με τη μικρολιμούλα. Εναλλακτικά των (β) και (δ) μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοσδήποτε συνδυασμός ευδιάλυτων ιοντικών ενώσεων στο νερό, τα οποία κατά την ανάμειξή τους δίνουν ίζημα, όπως π.χ. τα CaCl_2 (~2 €/kg) και Na_2CO_3 (~1,5 €/kg).

(ε) Φιαλίδιο με απιονισμένο νερό.

(στ) Οδοντογλυφίδες.

Οι απαιτούμενες ποσότητες είναι ελάχιστες. Ο AgNO_3 να φυλάσσεται σε σκουρόχρωμα φιαλίδια στο ψυγείο.

3.4.6.3. Όργανα και υλικά για τη 2η εργαστηριακή διδακτική ώρα

Ενδεικτικά απαιτούνται τα ακόλουθα αντιδραστήρια / υλικά:

(α) Πλαστικοποιημένο φύλλο πειραμάτων.

(β) Φιαλίδιο που περιέχει KNO_3 (aq).

(γ) Φιαλίδιο που περιέχει KBr (aq).

(δ) Φιαλίδιο που περιέχει K_2CO_3 (aq).

(ε) Φιαλίδιο που περιέχει $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (aq).

(στ) Φιαλίδιο που περιέχει K_3PO_4 (aq).

(ζ) Φιαλίδιο που περιέχει NaCl (aq).

(η) Φιαλίδιο που περιέχει CaCl_2 (aq).

(θ) Φιαλίδιο που περιέχει CoCl_2 (aq).

(ι) Φιαλίδιο που περιέχει ZnCl_2 (aq).

Η συγκέντρωση των ως άνω διαλυμάτων δεν παίζει ρόλο. Ικανοποιητικότητα αποτελέσματα λαμβάνονται με συγκεντρώσεις στην περιοχή 0,2-1 M. Τα διαλύματα παρασκευάζονται σε μεγάλες ποσότητες και ακολούθως πληρώνονται με αυτά τα πλαστικά φιαλίδια που θα έχει η κάθε ομάδα (τυπικά 10-25 mL ανά φιαλίδιο, 4-8 ομάδες). Τα εν λόγω διαλύματα παραμένουν σταθερά επί μακρόν. Το άλας του κοβαλτίου προτείνεται, διότι το μεν υδατικό του διάλυμα είναι ροζ, τα δε τρία ιζήματά του που σχηματίζονται είναι έγχρωμα, σε αντιδιαστολή με τα περισσότερα ανόργανα άλατα που απαντούν στην ύλη

της Α' Λυκείου που είναι λευκά. Στον Πίνακα 1 δίνονται πληροφορίες σχετικές με τα υπό συζήτηση άλατα.

Πίνακας 1: Οι ιοντικές ενώσεις του πειράματος και πληροφορίες για την παρασκευή των διαλυμάτων

Αντιδραστήριο	Ενδεικτική Τιμή (2021)	Διαλυτότητα g/L (20 ή 25 °C)	Συγκέντρωση	Μολαρική μάζα g/mol	Μάζα g / 100 mL
KNO ₃	3,5 €/kg	316	~1 M	100,95	10
KBr	35 €/kg	678	~1 M	117,88	12
K ₂ CO ₃	4,5 €/kg	1110	~1 M	137,91	14
Na ₂ C ₂ O ₄	10 €/250 g	37	~0,2 M	133,96	3
Na ₃ PO ₄ ·12H ₂ O	8,5 €/250 g	283	~0,5 M*	380,05	19
NaCl	3,5 €/kg	360	~1 M	57,96	6
CaCl ₂	9,2 €/kg	745	~1 M	109,90	11
CoCl ₂	30,3 €/100 g	529	~1 M	128,87	13
ZnCl ₂	10 €/500 g	851	~1 M	133,87	13

* Το διάλυμα του φωσφορικού άλατος να φυλάσσεται στο ψυγείο.

3.4.6.4. Όργανα και υλικά για την 3η εργαστηριακή διδακτική ώρα

Ενδεικτικά απαιτούνται τα ακόλουθα αντιδραστήρια / υλικά:

- (α) Πλαστικοποιημένο φύλλο πειραμάτων.
- (β) Φιαλίδιο που περιέχει AgNO₃ (aq) 0,1 M.
- (γ) Φιαλίδιο που περιέχει KI (aq) 1 M (~40 €/100 g).
- (δ) Φιαλίδιο που περιέχει HCl (aq) 0,1 M. 100 mL αυτού του διαλύματος μπορούν να παρασκευαστούν με προσεκτική αραίωση 0,8 mL διαλύματος 38 % w/w (~12 €/1 L).
- (ε) Φιαλίδιο που περιέχει Na₂CO₃ (aq) 1 M (~15 €/1 kg) ή αντίστοιχο διάλυμα σόδας εμπορίου.

3.4.6.5. Όργανα και υλικά για την 4η εργαστηριακή διδακτική ώρα

Ενδεικτικά απαιτούνται τα ακόλουθα αντιδραστήρια / υλικά:

- (α) Πλαστικοποιημένο φύλλο πειραμάτων.
- (β) Φιαλίδιο που περιέχει KBr (aq) 1 M.
- (γ) Φιαλίδιο που περιέχει KI (aq) 1 M (~40 €/100 g).
- (δ) Φιαλίδιο που περιέχει H₂SO₄ (aq) 0,1 M. 100 mL αυτού του διαλύματος μπορούν να παρασκευαστούν με προσεκτική αραίωση 0,8 mL διαλύματος 38 % w/w (~12 €/1 L).
- (ε) Φιαλίδιο που περιέχει Na₂CO₃ (aq) 1 M (~15 €/1 kg) ή αντίστοιχο διάλυμα σόδας εμπορίου.
- (στ) Φιαλίδιο που περιέχει BaCl₂ (aq) 1 M (διαθέσιμο συνήθως ως BaCl₂·2H₂O, ~6 €/250 g). Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί το διάλυμα CaCl₂. Επιπλέον είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν πολλοί ακόμα συνδυασμοί αντιδραστηρίων, μερικοί εκ των οποίων αναφέρονται στην παράγραφο 4.4.11.

Για την άσκηση με τους δείκτες προτείνεται η χρήση των δεικτών κυανούν της θυμόλης (~15 €/500 mL), ερυθρού του μεθυλίου (~8,5 €/5 g), κυανούν της βρωμοθυμόλης (~14 €/5 g) και

φαινολοφθαλεΐνη (~8 € / 100 mL, 0,5 % w/v) ή οποιοσδήποτε άλλος κατάλληλος συνδυασμός που να καλύπτει την περιοχή pH 1-8. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί πεχαμετρικός χάρτης. Ως διαλύματα γνωστού pH μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαλύματα HCl και NaOH.

3.4.7. Διδακτική προσέγγιση και εφαρμογή

Οι ακόλουθες προτεινόμενες διδακτικές πορείες στηρίζονται στη μέθοδο της καθοδηγούμενης διερεύνησης και διεξάγονται σε ομάδες των 3-5 μαθητών/-τριών. Η καθοδήγηση των μαθητών/-τριών βαίνει μειούμενη και η ενότητα κλείνει με την επίλυση ενός προβλήματος. Οι μαθητές/-τριες συμμετέχουν βιωματικά στη νέα γνώση και χρησιμοποιούν τις γνώσεις και τις δεξιότητες που αποκτούν προκειμένου να οικοδομήσουν τη νέα γνώση.

Αν και συνιστάται όλες οι εργαστηριακές ασκήσεις να λαμβάνουν χώρα στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών/Χημείας της σχολικής μονάδας, παρά ταύτα οι εν λόγω ασκήσεις μπορεί να λάβουν χώρα και εντός συμβατικής αίθουσας διδασκαλίας.

3.4.8. Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (1η διδακτική ώρα)

Θα ακολουθηθεί η προσέγγιση των Worley et al., 2019.

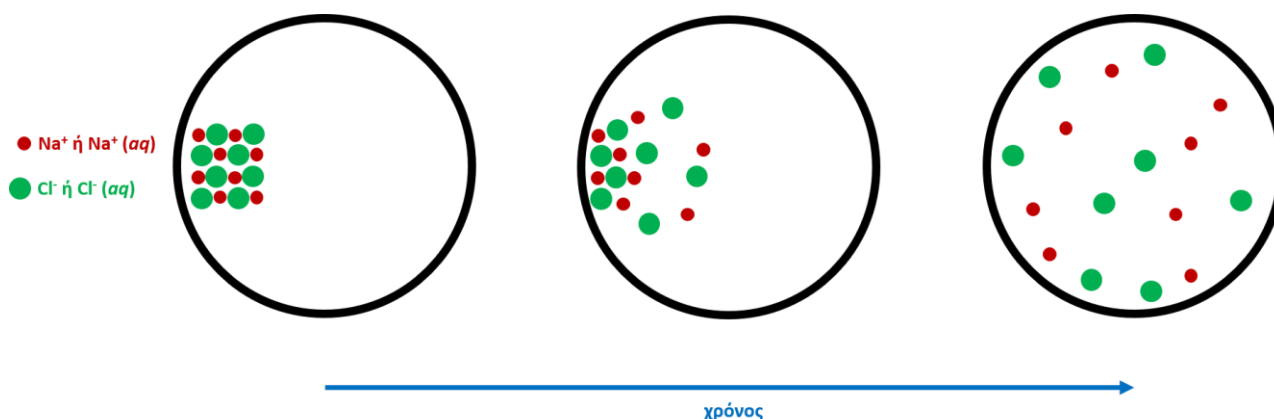
3.4.8.1. 1η φάση: Ανάκληση γνώσεων και γνωριμία με τα υλικά (20 λεπτά)

Ο/Η διδάσκων-ουσα περιγράφει στους/στις μαθητές/-τριες τα υλικά που έχουν στους εργαστηριακούς πάγκους ή τα θρανία τους και τους μοιράζει σχετικό φύλλο εργαστηριακής άσκησης και φύλλο εργασίας. Το φύλλο της εργαστηριακής άσκησης δίνεται είτε πλαστικοποιημένο είτε εντός πλαστικής διαφάνειας. Σε αυτό, οι σταγόνες νερού / διαλυμάτων διατηρούν το σφαιρικό σχήμα τους λόγω της επαφής τους με την υδρόφοβη επιφάνεια του πολυπροπυλενίου. Δείγματα των δύο φύλλων δίνονται στα Παραρτήματα I (σελ. 227) και III (σελ. 229), αντιστοίχως. Αμφότερα έχουν ως πρώτο στόχο την ανάκληση των προαπαιτούμενων γνώσεων και ως δεύτερο στόχο την εισαγωγή των μαθητών/-τριών στην υπό συζήτηση ενότητα.

Καταρχάς οι μαθητές/-τριες εκτελούν την πειραματική διεργασία A.1 (βήματα 1-6) και ακολούθως απαντούν στην πρώτη ερώτηση με βάση τις γνώσεις που έχουν αποκτήσει στην **ενότητα 5.2**. Με βάση αυτές, στις δύο πρώτες μικρολιμνούλες λαμβάνει χώρα διάσταση των ιοντικών ενώσεων προς σχηματισμό των αντιστοίχων εφυδατωμένων ιόντων. Οποσδήποτε στο νερό δεν υπάρχουν συσσωματώματα, μόρια ή μοριακά ζεύγη NaCl και CuSO₄·5H₂O, αντιστοίχως. Οι μαθητές/-τριες αναμένεται να αιτιολογήσουν την απάντησή τους δίνοντας τις σχετικές εξισώσεις διάστασης. Οι μαθητές/-τριες αναμένεται να συμπληρώσουν ότι το γαλάζιο χρώμα των ιόντων Cu²⁺ στη δεύτερη μικρολιμνούλα διαχέεται και καλύπτει όλο τον όγκο του διαλύματος. Όμως, η διάχυση των έγχρωμων ιόντων στο διάλυμα δε γίνεται ακαριαία και απαιτείται κάποιο χρονικό διάστημα για να ολοκληρωθεί.

Υπενθυμίζεται ότι είναι εξαιρετικά σημαντικό οι μαθητές/-τριες να κατανοήσουν σε υπομικροσκοπικό επίπεδο τι συμβαίνει κατά τη διαδικασία της διάλυσης μιας ιοντικής ένωσης στο νερό (Barke, 2015· Devetak et al., 2009· Ebenezer & Erickson, 1996· Joki et al., 2015· Lee, 1999· Lu et al., 2019· M. Kelly et al., 2009· Naah & Sanger, 2012· Nakiboğlu & Nakiboğlu, 2019· Taber et al., 2012· Vladušić et al., 2016· Ye et al., 2019· Γκίτζια et al., 2017). Σε αυτό το πλαίσιο ο/η εκπαιδευτικός ζητά από τους/τις μαθητές/-τριές του να ζωγραφίσουν ένα πρόχειρο σχεδιάγραμμα της διάλυσης (Ερώτηση 2). Μια μορφή επιθυμητής απάντησης δίνεται στο Σχήμα 1. Αν κριθεί απαραίτητο, ο/η εκπαιδευτικός θα υπενθυμίσει στους/στις μαθητές/-τριές του τη διαδικασία διάλυσης και διάστασης

μιας ιοντικής ένωσης στο νερό.



Σχήμα 1: Η πορεία της διάλυσης του NaCl . Οι τρεις κύκλοι αναπαριστούν τη μικρολιμνούλα σε τρία διαφορετικά στιγμιότυπα. Στον πρώτο δίνεται η δομή του στερεού καθώς εισέρχεται στο νερό. Ο δεύτερος αναφέρεται σε μια ενδιάμεση χρονική στιγμή κατά την οποία κάποια ποσότητα του στερεού έχει διαλυθεί στο νερό, ενώ ο τρίτος αναπαριστά τη μικρολιμνούλα όταν το στερεό έχει διαλυθεί πλήρως.

Ακολουθως, ζητείται από τους/τις μαθητές/-τριες να απαντήσουν στην Ερώτηση 3, η οποία συνδέεται με μια πολύ γνωστή διεθνώς παρανόηση των μαθητών/-τριών (Ebenezer & Erickson, 1996).

Στη συνέχεια οι μαθητές/-τριες εκτελούν τα βήματα 7-9. Δεν παρατηρείται αντίδραση μεταξύ των εν λόγω αλάτων. Το γαλάζιο χρώμα των ιόντων Cu^{2+} διαχέεται σε όλη τη μικρολιμνούλα και καλύπτει ξανά όλο τον όγκο του διαλύματος. Στο διάλυμα αναμένεται να συνυπάρχουν και τα τέσσερα ιόντα.

3.4.8.2. 2η φάση: Εισαγωγή στις αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (20 λεπτά)

Ο/Η διδάσκων-ουσα ζητά από τους/τις μαθητές/-τριες να εκτελέσουν την επόμενη πειραματική πορεία (βήματα Β.1-2) και να απαντήσουν στην Ερώτηση 5. Η διαδικασία που θα ακολουθήσουν οι μαθητές/-τριες είναι αντίστοιχη με αυτή του βίντεο (Mattson, 2018). Ακολουθεί συζήτηση με τους/τις μαθητές/-τριες για το τι ακριβώς συνέβη και ο/η εκπαιδευτικός παρουσιάζει την εξήγηση μέσω της υπομικροσκοπικής αναπαράστασης που δίνεται τόσο στο εργαστηριακό φύλλο όσο και το φύλλο εργασίας.

Στη συνέχεια εισάγει τους/τις μαθητές/-τριες στους όρους μεταθετικές αντιδράσεις, αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων και αντιδράσεις καταβύθισης και αναλύει τους τρόπους της συμβολικής αναπαράστασης του ίδιου φαινομένου μέσω των χημικών εξισώσεων τόσο με την τυπική τους μορφή («μοριακή») όσο και με την ιοντική. Δεδομένου ότι το φαινόμενο εξελίσσεται σε υδατικό διάλυμα στο οποίο οι ηλεκτρολύτες έχουν υποστεί διάσταση ή ιοντισμό, είναι σαφές ότι ο δεύτερος τρόπος αναπαριστά με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια αυτό που πραγματικά λαμβάνει χώρα στο διάλυμα.

Τέλος, καθοδηγεί τους/τις μαθητές/-τριες να καθαρίσουν τα εργαστηριακά φύλλα εργασίας με μια χαρτοπετσέτα.

3.4.9. Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (2η διδακτική ώρα)

Σε αυτή την άσκηση οι μαθητές/-τριες θα εξαγάγουν κανόνες διαλυτότητας (Eisen et al., 2014).

3.4.9.1. 1η φάση: Εκτέλεση πειράματος ανάμειξης υδατικών διαλυμάτων (25 λεπτά)

Ο/Η εκπαιδευτικός δίνει οδηγίες στις ομάδες των μαθητών/-τριών του για το πώς θα εκτελέσουν την πειραματική πορεία που περιγράφεται στο Παράρτημα II (σελ. 228) και IV (σελ. 233) και ακολούθως οι μαθητές/-τριες συμπληρώνουν τους Πίνακες 1 και 2 στο φύλλο εργασίας τους.

Ο Πίνακας 1 του φύλλου εργασίας (Παράρτημα IV) αποτελεί μια περίληψη του πειράματος που εκτελούν. Η συμπλήρωση του Πίνακα 2 γίνεται με την εξής λογική: Έστω τα διαλύματα CaCl_2 (αα), NaNO_3 (αα) και Na_2SO_4 (αα). Τα αναμειγνύουμε ανά δύο σε αντίστοιχους δοκιμαστικούς σωλήνες (Δ1, Δ2 και Δ3). Στον Δ1 τίθενται τα CaCl_2 και NaNO_3 , στο Δ2 τα CaCl_2 και Na_2SO_4 , ενώ στο Δ3 τα NaNO_3 και Na_2SO_4 . Μόνο στο Δ2 θα παρατηρηθεί η καταβύθιση ιζήματος. Αυτό σημαίνει ότι οι συνδυασμοί των ιόντων στους σωλήνες Δ2 και Δ3 δίνουν ευδιάλυτα στο νερό άλατα. Επομένως, το ίζημα στον Δ2 είναι το CaSO_4 .

Οι αναμενόμενες απαντήσεις των μαθητών/-τριών στους Πίνακες 1 και 2 του φύλλου εργασίας τους, συνοψίζονται Πίνακες 2 και 3, που ακολουθούν.

3.4.9.2. 2η φάση: Εξαγωγή συμπερασμάτων (15 λεπτά)

Στη 2^η φάση οι ομάδες των μαθητών/-τριών βοηθούμενες από τον/τη διδάσκοντα/-ουσα απαντούν σε ερωτήσεις που σχετίζονται με τις ιδιότητες των ευδιάλυτων και δυσδιάλυτων ιοντικών ενώσεων του Πίνακα 1. Στην πράξη ζητείται από τους/τις μαθητές/-τριες να παραγάγουν τον δικό τους πίνακα διαλυτότητας (ιζημάτων) εξαγοντας τάσεις και μοτίβα. Η δραστηριότητα θα διαρκέσει τα εναπομείναντα 10 λεπτά. Η συμπλήρωση όλων των σχετικών αντιδράσεων (Άσκηση 2) αφήνεται ως εργασία για το σπίτι.

Η απάντηση στις Ερωτήσεις 6 και 7 είναι τα κατιόντα Na^+ και K^+ και τα ανιόντα Cl^- , Br^- και NO_3^- αντιστοίχως. Στην Ερώτηση 9 αναμένεται οι μαθητές/-τριες να απαντήσουν πως το κοινό χαρακτηριστικό είναι το υψηλό φορτίο των ιόντων τους (ανιόντων και κατιόντων). Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στις ισχυρές δυνάμεις Coulomb, που αναπτύσσονται μεταξύ τους. Αυτές οι δυνάμεις είναι ισχυρότερες από τις αλληλεπιδράσεις των ιόντων με τα δίπολα μόρια του διαλύτη, με αποτέλεσμα τα ιζήματα να μη διαλύονται.

Πίνακας 2: Αναμενόμενες απαντήσεις των μαθητών/-τριών στον Πίνακα 1 του φύλλου εργασίας

	KNO_3	KBr	K_2CO_3	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$	K_3PO_4
NaCl	–	–	–	–	–
CaCl_2	–	–	λευκό ίζημα	λευκό ίζημα	λευκό ίζημα
CoCl_2	–	–	ιώδες ίζημα	ροζ ίζημα	κυανοιώδες ίζημα
ZnCl_2	–	–	λευκό ίζημα	λευκό ίζημα	λευκό ίζημα

Πίνακας 3: Ανάλυση των πειραματικών ευρημάτων

	KNO_3	KBr	K_2CO_3	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$	K_3PO_4

NaCl	K^+, NO_3^-, Na^+, Cl^-	K^+, Br^-, Na^+, Cl^-	$K^+, CO_3^{2-}, Na^+, Cl^-$	$C_2O_4^{2-}, Na^+, Cl^-$	$K^+, PO_4^{3-}, Na^+, Cl^-$
	KCl, NaNO ₃	KCl, NaBr	KCl, Na ₂ CO ₃	NaCl, Na ₂ C ₂ O ₄	KCl, Na ₃ PO ₄
CaCl₂	$K^+, NO_3^-, Ca^{2+}, Cl^-$	K^+, Br^-, Ca^{2+}, Cl^-	$K^+, CO_3^{2-}, Ca^{2+}, Cl^-$	$C_2O_4^{2-}, Ca^{2+}, Cl^-$	$K^+, PO_4^{3-}, Ca^{2+}, Cl^-$
	KCl, Ca(NO ₃) ₂	KCl, CaBr ₂	KCl, CaCO ₃	NaCl, CaC ₂ O ₄	KCl, Ca ₃ (PO ₄) ₂
CoCl₂	$K^+, NO_3^-, Co^{2+}, Cl^-$	K^+, Br^-, Co^{2+}, Cl^-	$K^+, CO_3^{2-}, Co^{2+}, Cl^-$	$C_2O_4^{2-}, Co^{2+}, Cl^-$	$K^+, PO_4^{3-}, Co^{2+}, Cl^-$
	KCl, Co(NO ₃) ₂	KCl, CoBr ₂	KCl, CoCO ₃	NaCl, CoC ₂ O ₄	KCl, Co ₃ (PO ₄) ₂
ZnCl₂	$K^+, NO_3^-, Zn^{2+}, Cl^-$	K^+, Br^-, Zn^{2+}, Cl^-	$K^+, CO_3^{2-}, Zn^{2+}, Cl^-$	$C_2O_4^{2-}, Zn^{2+}, Cl^-$	$K^+, PO_4^{3-}, Zn^{2+}, Cl^-$
	KCl, Zn(NO ₃) ₂	KCl, ZnBr ₂	KCl, ZnCO ₃	NaCl, ZnC ₂ O ₄	KCl, Zn ₃ (PO ₄) ₂

Στο Παράρτημα ΙΧ (σελ. 245) δίνεται μια απλουστευμένη μορφή του ως άνω φύλλου εργαστηριακής άσκησης. Σε αυτό προτείνεται να χρησιμοποιηθούν μόνο τα KNO_3 , K_2CO_3 και K_3PO_4 καθώς και τα $NaCl$ και $CaCl_2$.

3.4.10. Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (3η διδακτική ώρα)

Στην 3^η διδακτική ώρα προτείνεται να λάβει χώρα ο έλεγχος των προηγούμενων ασκήσεων (ασκήσεις 1 και 2), η εισαγωγή των μαθητών/-τριών στις πορείες διάκρισης ιόντων και τις χαρακτηριστικές αντιδράσεις και τέλος, η εισαγωγή του δεύτερου κριτηρίου για την ολοκλήρωση μιας μεταθετικής αντίδρασης (Παράρτηματα V (σελ. 237) και VII (σελ. 243)).

3.4.10.1. 1^η φάση: Έλεγχος αφομοίωσης προηγούμενων γνώσεων (10 λεπτά)

Στην πρώτη φάση ο/η διδάσκων/-ουσα ελέγχει τις γνώσεις που αποκόμισαν οι μαθητές/-τριές του/της και παράλληλα κάνει διορθώσεις και ανατροφοδότηση. Ως εκκίνηση της συζήτησης χρησιμοποιείται ο έλεγχος για την ορθή γραφή των εξισώσεων στις Ασκήσεις 1 και 2 των φύλλων εργασίας. Ακολούθως, ο/η εκπαιδευτικός μπορεί να δώσει και άλλες ασκήσεις γραφής αντιδράσεων, όπως η Άσκηση 3 στο φύλλο εργασίας του/της μαθητή/-τριας.

Πίνακας 4: Ευδιάλυτα και δυσδιάλυτα ιζήματα* σε υδατικό διάλυμα. Τα κυριότερα έγχρωμα ιζήματα του πίνακα είναι τα εξής: $AgBr$ (υποκίτρινο), AgI (κίτρινο), Ag_2S (μαύρο), PbS (μαύρο), Ag_3PO_4 (κίτρινο), Ag_2S (μαύρο) και Ag_2SO_4 (κίτρινο)

	Cl^-	Br^-	I^-	CO_3^{2-}	ClO_3^-	OH^-	NO_3^-	O^{2-}	PO_4^{3-}	S^{2-}	SO_4^{2-}	CrO_4^{2-}
Li^+	Δ	Δ	Δ	εΔ	Δ	Δ	Δ	N	ΔO	Δ	Δ	Δ
Na^+	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	N	Δ	Δ	Δ	Δ
K^+	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	N	Δ	Δ	Δ	Δ
Ag^+	ΔO	ΔO	A	ΔO	Δ	X	Δ	εΔ	ΔO	ΔO	εΔ	εΔ

NH_4^+	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Χ	Δ	Δ	Δ	Δ
Be^{2+}	Ο	Ο	Ν	ΕΔ	Δ	ΕΔ	Δ	Ν	Χ	ΕΔ	Δ	Δ
Mg^{2+}	Δ	Δ	Δ	ΕΔ	Δ	ΔΟ	Δ	ΔΟ	ΕΔ	Ν	Δ	Δ
Ca^{2+}	Δ	Δ	Δ	ΕΔ	Δ	ΕΔ	Δ	Ν	ΕΔ	ΕΔ	ΕΔ	Δ
Sr^{2+}	Δ	Δ	Δ	ΕΔ	Δ	Δ	Δ	Ν	ΔΟ	Α	ΕΔ	ΕΔ
Ba^{2+}	Δ	Δ	Δ	ΔΟ	Δ	Δ	Δ	Δ	ΔΟ	Ν	Α	ΔΟ
Zn^{2+}	Δ	Δ	Δ	ΕΔ	Δ	ΔΟ	Δ	ΕΔ	ΔΟ	ΔΟ	Δ	ΕΔ
Fe^{2+}	ΕΔ	Δ	Δ	ΔΟ	Δ	ΔΟ	Δ	ΔΟ	ΔΟ	ΔΟ	Δ	Χ
Cu^{2+}	Δ	Δ	Α	Χ	Δ	ΔΟ	Δ	ΔΟ	ΔΟ	ΔΟ	Δ	Χ
Al^{3+}	Ο	Ο	Ο	Χ	Δ	ΔΟ	Δ	ΔΟ	ΔΟ	Ν	Δ	Χ
Fe^{3+}	Δ	Δ	Ν	Χ	Δ	ΔΟ	Δ	ΔΟ	ΕΔ	Ν	ΕΔ	ΔΟ
Pb^{2+}	Α	Α	Α	ΔΟ	Χ	ΔΟ	Δ	ΔΟ	ΔΟ	ΔΟ	ΕΔ	ΔΟ
	Cl^-	Br^-	I^-	CO_3^{2-}	ClO_3^-	OH^-	NO_3^-	O^{2-}	PO_4^{3-}	S^{2-}	SO_4^{2-}	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

*Δ = ευδιάλυτο, ΕΔ = ελαφρώς διαλυτό στο νερό, αλλά ευδιάλυτο σε διαλύματα οξέων, ΔΟ = αδιάλυτο στο νερό, αλλά ευδιάλυτο σε διαλύματα οξέων, Α = αδιάλυτο στο νερό και τα οξέα, Ν = αντιδρά ή διασπάται, Χ = δεν υπάρχει, Ο = Σχηματίζεται ομοιοπολική ένωση, η οποία είναι ευδιάλυτη στο νερό.

Προτείνεται έμφαση να δοθεί σε αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα σε υδατικά διαλύματα. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να προσεχθεί ότι οι μαθητές/-τριες να γράφουν την ορθή φυσική κατάσταση των εμπλεκόμενων χημικών ειδών.

Οι μαθητές/-τριες γράφουν τα προϊόντα χρησιμοποιώντας ως δεδομένο τον Πίνακα 3 του φύλλου εργασίας τους. Ο/Η εκπαιδευτικός μπορεί να χρησιμοποιήσει / προτείνει τη χρήση του Πίνακα 4, ανωτέρω.

3.4.10.2. 2^η φάση: Οι δοκιμασίες διάκρισης (23 λεπτά)

Ο/Η εκπαιδευτικός εισάγει τη χρησιμότητα των δοκιμασιών διάκρισης στην ποιοτική ανίχνευση ιόντων με ένα παράδειγμα της επιλογής του/της. Ενδεικτικά ζητά από τους/τις μαθητές/-τριες να εκτελέσουν τις αντιδράσεις που υποδεικνύονται στο σχετικό φύλλο αντίδρασης.

Από την πρώτη αντίδραση προκύπτει ένα λευκό ίζημα, από τη δεύτερη προκύπτει ένα υποκίτρινο ίζημα, ενώ από την τρίτη προκύπτει ένα κίτρινο ίζημα, το οποίο διακρίνεται σαφώς από τα υπόλοιπα. Ο/Η διδάσκων/-ουσα ακολούθως δείχνει στους/στις μαθητές/-τριες μια ύαλο ωρολογίου που περιέχει ένα λευκό κρυσταλλικό στερεό και πληροφορεί τους/τις μαθητές/-τριές του ότι αυτό το στερεό είναι NaCl ή NaBr ή NaI. Στη συνέχεια τους/τις καλεί να σχεδιάσουν έναν τρόπο για να διαπιστώσουν πιο πραγματικά άλας είναι αυτό (Ερώτηση 10). Ενδεικτικά οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να πάρουν δείγμα του εν λόγω άλατος και να το διαλύσουν σε μικρή ποσότητα νερού και ακολούθως να το θέσουν σε ένα φύλλο αντίδρασης και να του προσθέσουν 1 σταγόνα διαλύματος AgNO_3 (αq). Μέσω αυτού του παραδείγματος εισάγονται στις πορείες διάκρισης ιόντων και τις χαρακτηριστικές αντιδράσεις. Ακολούθως ζητείται από τους/τις μαθητές/-τριες ως άσκηση για το

σπίτι η απάντηση στις ερωτήσεις. Πρέπει να δοθεί προσοχή ώστε οι μαθητές/-τριες να τεκμηριώνουν τις απόψεις τους με τη γραφή των αντίστοιχων χημικών εξισώσεων.

3.4.10.3. 3^η φάση: Ο σχηματισμός αερίου προϊόντος (7 λεπτά)

Ο/Η εκπαιδευτικός εξηγεί τη θεωρία και επικουρεί τους/τις μαθητές/-τριες στην εκτέλεση του πειράματος. Παράλληλα μπορεί να εκτελέσει πείραμα επίδειξης κατά το οποίο το εκλυόμενο CO₂ από την αντίδραση ξιδιού με σόδα εμπορίου χρησιμοποιείται για να σβήσει τη φλόγα ενός κεριού.

3.4.11. Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (4^η διδακτική ώρα)

Για την τελευταία διδακτική ώρα αυτής της ενότητας προτείνεται να διεξαχθεί μια διερευνητική εργαστηριακή άσκηση στο πλαίσιο της εύρεσης λύσης σε ένα υπαρκτό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Εναλλακτικά οι μαθητές/-τριες μπορούν να ασκηθούν σε ένα «πρόβλημα Ν φιαλών» (MacWood et al., 1940· Olander, 1996· Postma & Roberts, 2004· Ricketts, 1960· Sattsang, 2011· Smith, 1977; Steig, 1988· Zuehlke, 1966).

Ξεκινώντας από την εναλλακτική άσκηση, προτείνεται να δοθούν στους/στις μαθητές/-τριες 5 φιαλίδια χωρίς ετικέτες, τα οποία περιέχουν τα ακόλουθα αντιδραστήρια: AgNO₃ 0,1 M, BaCl₂ 0,5 M, H₂SO₄ 0,1 M, KI 0,2 M και Na₂CO₃ 1 M. Ανάλογα με τα διαθέσιμα αντιδραστήρια και τους επιμέρους στόχους του/της εκπαιδευτικού μπορεί να επιλεγούν και άλλοι συνδυασμοί (Sattsang, 2011).

Κατά τα γνωστά ο/η εκπαιδευτικός μοιράζει στους/στις μαθητές/-τριες σχετικά φύλλα εργασίας (Παράρτημα VI, σελ. 241) και εργαστηριακής άσκησης (Παράρτημα VIII, σελ. 244). Για την προτεινόμενη πεντάδα αντιδραστηρίων οι μαθητές/-τριες αναμένεται να κάνουν τις παρατηρήσεις που περιγράφονται στον Πίνακα 5.

Οι μαθητές/-τριες με τη βοήθεια του Πίνακα 3 του Παραρτήματος IV ή άλλου αντίστοιχου προχωρούν στην ταυτοποίηση των φιαλιδίων. Συγκεκριμένα διακρίνουν αμέσως το κίτρινο ίζημα και το συσχετίζουν με τα AgNO₃ (αα) και KI (αα). Ομοίως και τη δημιουργία φυσαλίδων με την αντίδραση ανάμεσα στο H₂SO₄ και το Na₂CO₃. Τέλος, το BaCl₂, ενώ συμμετέχει στον σχηματισμό τριών λευκών ιζημάτων, δεν αντιδρά με το KI.

Διαθέσιμος χρόνος για την ολοκλήρωση του πειράματος και την παράδοση από πλευράς των μαθητών/-τριών των αποτελεσμάτων ανά ομάδα **40 λεπτά**.

Πίνακας 5: Οι αναμενόμενες παρατηρήσεις των μαθητών/-τριών κατά το πείραμα της 4^{ης} διδακτικής ώρας

	AgNO ₃	BaCl ₂	H ₂ SO ₄	KI	Na ₂ CO ₃
AgNO ₃	–	AgCl↓ λευκό	–	AgI↓ κίτρινο	Ag ₂ CO ₃ ↓ λευκό
BaCl ₂		–	BaSO ₄ ↓ λευκό	–	BaCO ₃ ↓ λευκό
H ₂ SO ₄			–	–	CO ₂ ↑ φυσαλίδες
KI				–	–
Na ₂ CO ₃					–

Στο Πρόγραμμα Σπουδών προτείνεται το πλαίσιο της άσκησης να έχει και μια διάσταση πραγματικού προβλήματος Αναλυτικής Χημείας ως εξής: «Πολλοί κάτοικοι γύρω από μια λίμνη Α εκφράζουν σοβαρές ανησυχίες για την υποβάθμιση των υδάτων της (υψηλή οξύτητα και παρουσία μεταλλικών ιόντων σε υψηλή περιεκτικότητα) λόγω αποβολής λυμάτων από γειτονικές εργοστασιακές μονάδες και αγροτικές δραστηριότητες. Πώς μπορείτε να διερευνήσετε ένα τέτοιο πρόβλημα και με βάση τα ευρήματά σας; Τι λύσεις θα προτείνετε;» Οι μαθητές/-τριες εργάζονται σε ομάδες με βάση φύλλο εργασίας, τους δίνονται δείγματα νερού από διάφορα σημεία της λίμνης Α, καθώς και τα απαραίτητα αντιδραστήρια και εξοπλισμός. Καλούνται να προσδιορίσουν το pH του δείγματος και αν αυτό βρεθεί εκτός δεδομένων ορίων να προσδιορίσουν σε ποιο οξύ οφείλεται π.χ. το HCl, το HI ή το H₂SO₄ καθώς και την παρουσία κάποιου μεταλλικού ιόντος στο δείγμα, όπως Ag⁺, Cu²⁺, Ba²⁺, Fe²⁺ και Fe³⁺. Ακολουθεί συζήτηση για το αν επαρκούν τα ποιοτικά δεδομένα προκειμένου να αποφανθούν για το επίπεδο της ρύπανσης στη λίμνη. Τέλος, οι μαθητές/-τριες υποβάλλουν τις προτάσεις τους. Προσοχή θα πρέπει να δοθεί ώστε κάθε σωληνάκι δείγματος να περιέχει μόνο ένα μεταλλικό ιόν. Το αντίστοιχο φύλλο εργαστηριακής άσκησης και το φύλλο εργασίας του/της μαθητή/-τριας παρουσιάζονται στα Παραρτήματα Χ (σελ. 246) και XI (σελ. 249), αντιστοίχως.

Πιο αναλυτικά, οι μαθητές/-τριες έχουν να σχεδιάσουν δυο διακριτές πειραματικές διαδικασίες.

Στο πρώτο μέρος αναμένεται να προσδιορίσουν το pH του δείγματος είτε μέσω διαδοχικών δοκιμασιών με διαλύματα διαφορετικών δεικτών (εργαστηριακό φύλλο του Παραρτήματος Χ) είτε να κάνουν μια εκτίμηση με χρήση πεχαμετρικού χάρτη ή διαλύματος παγκόσμιου δείκτη π.χ. ζωμού κόκκινου λάχανου. Για την εύρεση του οξέος θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν δεδομένα από πίνακα διαλυτότητας αλάτων, όπως αυτός που δίνεται στη σελίδα 235. Οι μαθητές/-τριες επιλέγουν το/τα κατάλληλο/-α αντιδραστήριο/-α καταβύθισης με το/τα οποίο/-α θα επιτύχουν τη διάκριση μεταξύ των τριών ανιόντων. Επί παραδείγματι μπορεί να έχουν στη διάθεσή τους διαλύματα AgNO₃, BaCl₂, KBr (δεν δίνει αντίδραση) και FeCl₃. Ο εκτιμώμενος χρόνος είναι **8-20 λεπτά**.

Στη συνέχεια με τη βοήθεια αντίστοιχης μεθοδολογίας αποφαίνονται για το μεταλλικό ιόν που υπάρχει στο δείγμα και ακολουθεί συζήτηση (*vide supra*). Ο εκτιμώμενος χρόνος είναι **20 λεπτά**.

3.4.12. Προσαρμογές, επεκτάσεις και σύνδεση με την καθημερινότητα του/της χημικού

Η ενότητα των αντιδράσεων ανταλλαγής μπορεί να συνδυαστεί τόσο με την ενότητα της εξουδετέρωσης όσο και με την ενότητα των αντιδράσεων οξειδοαναγωγής. Έτσι, μέσω κατάλληλα διαμορφωμένων διδακτικών σεναρίων, οι μαθητές/-τριες μπορούν να έρθουν σε επαφή με προβλήματα που αντιμετωπίζει ένας/μία χημικός σε ένα αναλυτικό εργαστήριο. Ακολουθώντας, εργαζόμενοι/-ες ομαδοσυνεργατικά, στα πλαίσια της διερευνητικής διδακτικής μεθόδου, θα προσπαθήσουν να δώσουν λύσεις. Ένα τέτοιο σενάριο μπορεί να βασίζεται, για παράδειγμα, στην έρευνα για την ποιότητα του πόσιμου νερού μιας περιοχής.

Προσοχή θα πρέπει να δοθεί στο ότι οι δοκιμασίες που θα εκτελέσουν οι μαθητές/-τριες αποτελούν ποιοτική ανάλυση των διαθέσιμων δειγμάτων και όχι ποσοτικός προσδιορισμός. Επομένως, δεν είναι βέβαιο ότι μπορούν να αποφανθούν με ασφάλεια για την ποιότητα του νερού. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποτελέσει αφορμή για συζήτηση.

3.4.13. Χρήσιμες ιστοσελίδες

- (α) Bob Worley: <https://microchemuk.weebly.com/> και <http://bit.ly/BobWorley>.
- (β) CLEAPSS: <https://www.cleapss.org.uk/> και <https://www.youtube.com/user/CLEAPSS>.
- (γ) The 11th International Symposium on Microscale Chemistry: <https://ismc2021.weebly.com/>.
- (δ) Πρότυπο Γενικό Λύκειο Ηρακλείου: <https://www.youtube.com/watch?v=G-NqddqW3T1s>.
- (ε) Ε.Κ.Φ.Ε. Σερρών: <https://www.youtube.com/watch?v=A-p4CDU2mNs>.
- (στ) Ε.Κ.Φ.Ε. Θεσσαλονίκης: <https://www.youtube.com/watch?v=gTD8Km60BNw>.
- (ζ) Ε.Κ.Φ.Ε. Κορινθίας: https://www.youtube.com/watch?v=giX_Pst0GTY.

3.4.14. Αναφορές

- American Chemical Society. (2013). *12 Design Principles of Green Chemistry*. <https://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/principles/12-principles-of-green-chemistry.html> (πρόσβαση Μάρτιος 2021) 2018)
- Anastas, P. T. & Warner, J. C. (2000). *Green Chemistry: Theory and Practice* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Barke, H.-D. (2015). Learners ideas, misconceptions and challenges. In J. García-Martínez & E. Serrano-Torregrosa (Eds.), *Chemistry Education* (pp. 395–420).
- Bell, B., Bradley, J. D. & Steenberg, E. (2015). Chemistry Education through microscale experiments. In J. García-Martínez & E. Serrano-Torregrosa (Eds.), *Chemistry Education* (pp. 539–561).
- Bradley, J. D. (2001). UNESCO/IUPAC-CTC Global Program in Microchemistry. *Pure Appl. Chem.*, 73(7), 1215–1219.
- Devetak, I., Vogrinc, J. & Glažar, S. A. (2009). Assessing 16-year-old students' understanding of aqueous solution at submicroscopic level. *Res. Sci. Educ.*, 39(2), 157–179.
- Ebenezer, J. V & Erickson, G. L. (1996). Chemistry students' conceptions of solubility: A phenomenography. *Sci. Educ.*, 80(2), 181–201.
- Eisen, L., Marano, N. & Glazier, S. (2014). Activity-Based Approach For Teaching Aqueous Solubility, Energy, and Entropy. *J. Chem. Educ.*, 91(4), 484–491.
- Joki, J., Lavonen, J., Juuti, K. & Aksela, M. (2015). Coulombic interaction in Finnish middle school chemistry: a systemic perspective on students' conceptual structure of chemical bonding. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 16(4), 901–917.
- Lee, K.-W. L. (1999). Particulate representation of a chemical reaction mechanism. *Research in Science*

- Education*, 29(3), 401.
- Lu, S., Bi, H. & Liu, X. (2019). A phenomenographic study of 10th grade students' understanding of electrolytes. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 20(1), 204–212.
- M. Kelly, R., H. Barrera, J. & C. Mohamed, S. (2009). An Analysis of Undergraduate General Chemistry Students' Misconceptions of the Submicroscopic Level of Precipitation Reactions. *J. Chem. Educ.*, 87(1), 113–118.
- MacWood, G. E., Lassette, E. N. & Breen, G. (1940). A Laboratory Experiment in General Chemistry. *J. Chem. Educ.*, 17, 520.
- Mattson, B. (2018). *Microscale Puddle Precipitation*. <https://youtu.be/Nsfwr9-rWno> (πρόσβαση 3/2021).
- Naah, B. M. & Sanger, M. J. (2012). Student misconceptions in writing balanced equations for dissolving ionic compounds in water. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 13(3), 186–194.
- Nakiboğlu, C. & Nakiboğlu, N. (2019). Exploring prospective chemistry teachers' perceptions of precipitation, conception of precipitation reactions and visualization of the sub-microscopic level of precipitation reactions. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 20(4), 873–889.
- Olander, C. R. (1996). An n-Bottle Lab Exercise with No Hazardous Waste. *J. Chem. Educ.*, 73, 849.
- Postma, J. M. & Roberts, J. L. (2004). *Chemistry in the Laboratory* (6 (ed.)).
- Ricketts, J. A. (1960). A Laboratory Exercise Emphasizing Deductive Reasoning. *J. Chem. Educ.*, 37, 311.
- Sattsangi, P. D. (2011). A Microscale Approach to Chemical Kinetics in the General Chemistry Laboratory. *J. Chem. Educ.*, 88, 184.
- Smith, D. D. (1977). The Case of the Unlabeled Bottles. *J. Chem. Educ.*, 54, 701.
- Steig, S. (1988). Pattern Recognition in Descriptions of Cation/Anion Reactions for Solving an n-Bottle Puzzle. *J. Chem. Educ.*, 65, 3600.
- Taber, K. S., Tsaparlis, G. & Nakiboğlu, C. (2012). Student Conceptions of Ionic Bonding: Patterns of thinking across three European contexts. *Int. J. Sci. Educ.*, 34(18), 2843–2873.
- Vladušić, R., Bucat, R. B. & Ožić, M. (2016). Understanding ionic bonding – a scan across the Croatian education system. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 17(4), 685–699.
- Worley, B., Villa, E. M., Gunn, J. M. & Mattson, B. (2019). Visualizing Dissolution, Ion Mobility, and Precipitation through a Low-Cost, Rapid-Reaction Activity Introducing Microscale Precipitation Chemistry. *J. Chem. Educ.*, 96(5), 951–954.
- Ye, J., Lu, S. & Bi, H. (2019). The effects of microcomputer-based laboratories on students macro, micro, and symbolic representations when learning about net ionic reactions. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 20(1), 288–301.
- Zuehlke, R. W. (1966). The Case of the Unlabeled Bottles. *J. Chem. Educ.*, 43, 601.
- Γκίτζια, Β., Σάλτα, Κ. & Τζουγκράκη, Χ. (2017). Διερεύνηση της ικανότητας μαθητών/-τριών να μεταφράζουν χημικές αναπαραστάσεις για την έννοια της “χημικής αντίδρασης.” In Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Eds.), *Γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ φυσικών επιστημών, κοινωνίας και εκπαιδευτικής πράξης, πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (pp. 698–704). ΕΝΕΦΕΤ - Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π. & Κάλλης Α. (2019). *Χημεία για την Α΄ τάξη Γενικού Λυκείου*. Ινστιτούτο τεχνολογίας υπολογιστών και εκδόσεων “Διόφαντος.”
- Χατζηιωάννου, Θ. Π. (2003). *Χημική ισορροπία και ανόργανη ποιοτική ημικροανάλυση*.

3.4.15. Παράρτημα Ι: Φύλλο εργαστηριακής άσκησης για την εισαγωγή στις αντιδράσεις καταβύθισης ιόντων**Στόχοι της Άσκησης:**

1. Να παρατηρήσετε τη διάλυση αλάτων στο νερό και τη διάχυση των ιόντων τους.

2. Να γνωρίσετε τις διαφορετικές συμπεριφορές των ιόντων σε ένα υδατικό διάλυμα.
3. Να δώσετε εξήγηση για τις παρατηρήσεις σας μέσω χημικών αντιδράσεων.

Πειραματική Πορεία: Α. Διάλυση NaCl και CuSO₄·5H₂O στο νερό.

1. Εντός του μαύρου κυκλικού δίσκου προσθέστε σταγόνα σταγόνα 10 σταγόνες απιονισμένου ύδατος δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο μια «μικρολιμνούλα».

2. Με τη βοήθεια μιας οδοντογλυφίδας, βρεγμένης στο ένα άκρο της με απιονισμένο νερό αφαιρέστε μερικούς κρυστάλλους NaCl από το αντίστοιχο φιαλίδιο και φέρτε τους δίπλα στον μαύρο κύκλο με το νερό.

3. Με τη βοήθεια της οδοντογλυφίδας σπρώξτε τους κρυστάλλους εντός της μικρολιμνούλας.

4. Παρατηρήστε τη μικρολιμνούλα για 2 λεπτά.

5. Επαναλάβετε τα βήματα 1-4 στον μπλε κυκλικό δίσκο, χρησιμοποιώντας ως αλάτι τον CuSO₄.

6. Απαντήστε στις Ερωτήσεις 1, 2 και 3.

Β. Διάλυση NaCl και AgNO₃ στην ίδια ποσότητα ύδατος.

1. Επαναλάβετε τα βήματα Α.7-9 για τον πράσινο κύκλο που ακολουθεί χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα άλατα NaCl και AgNO₃.

2. Απαντήστε στην Ερώτηση 5.



Εμπνευσία: Στο πείραμα σχηματίζεται το λευκό ιζημα (δυσδιάλυτη στο νερό ένωση) AgCl. Καθώς τα δυο άλατα διαλύονται στο νερό, οι ιοντικές ενώσεις δίστανται στα ιόντα τους.

Τα ιόντα διαχέονται στο διάλυμα τείνοντας να καταλάβουν όλο τον διαθέσιμο όγκο. Όταν τα ιόντα Cl⁻ συναντήσουν τα ιόντα Ag⁺ περίπου στο μέσο της «μικρολιμνούλας», σχηματίζεται η ιοντική ένωση AgCl, η οποία καταβυθίζεται με τη μορφή λευκού ιζήματος. Η όλη πορεία περιγράφεται στο ακόλουθο σχηματικό διάγραμμα:

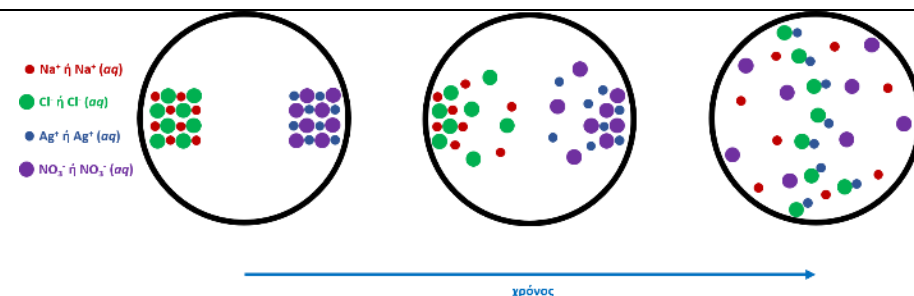


7. Αριστερά του κόκκινου κυκλικού δίσκου που περιέχει 10

σταγόνες νερό εναποθέστε λίγους κρυστάλλους NaCl και δεξιά του μερικούς κρυστάλλους CuSO₄.

8. Ταυτοχρόνως φέρτε σε επαφή τους κρυστάλλους με τη μικρολιμνούλα.

9. Παρατηρήστε τη μικρολιμνούλα για 2 λεπτά και απαντήστε στην Ερώτηση 4.



Παρατήρηση: Τα ιόντα Cl⁻ και NO₃⁻ δε συμμετέχουν στην αντίδραση, διαχέονται σε όλο τον όγκο του διαλύματος και καλούνται **ιόντα-παρατηρητές**.

3.4.16. Παράρτημα II: Φύλλο εργαστηριακής άσκησης για την εξαγωγή πινάκων διαλυτότητας αλάτων στο νερό

Στόχοι της Άσκησης: 1. Να παρατηρήσετε τα αποτελέσματα της ανάμειξης υδατικών διαλυμάτων ιοντικών ενώσεων.

2. Να χρησιμοποιήσετε τις παρατηρήσεις σας προκειμένου να εξαγάγετε συμπεράσματα σχετικά με το αν δύο ουσίες αντιδρούν μεταξύ τους στο νερό.

Πειραματική Πορεία: Γ. Ανάμειξη υδατικών διαλυμάτων αλάτων.

1. Στον ακόλουθο χώρο αντιδράσεων, σε κάθε στήλη, προσθέστε 1-2 σταγόνες από το υδατικό διάλυμα του αλάτος που φαίνεται στην κορυφή της στήλης αυτής.
2. Κάντε το ίδιο για κάθε γραμμή, χρησιμοποιώντας τα υδατικά διαλύματα που υποδεικνύονται στην έναρξη της κάθε γραμμής.

Έτσι, σε κάθε κυκλάκι θα λαμβάνει χώρα η ανάμειξη των διαλυμάτων που βρίσκονται στην έναρξη της αντίστοιχης στήλης και της αντίστοιχης γραμμής. Αν απαιτηθεί, ανακινήστε τα διαλύματα με μια καθαρή οδοντογλυφίδα.

3. Συμπληρώστε κατάλληλα τους Πίνακες 1 και 2.

	KNO_3	KBr	K_2CO_3	$Na_2C_2O_4$	K_3PO_4
$NaCl$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$CaCl_2$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$CoCl_2$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$ZnCl_2$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.4.17. Παράρτημα III: Φύλλο εργασίας για την εισαγωγή στις αντιδράσεις καταβύθισης ιόντων

Τμήμα: Ονοματεπώνυμο:
Ομάδα:

Γενικοί Στόχοι:

1. Να γνωρίσετε μια σημαντική κατηγορία χημικών αντιδράσεων.

2. Να ασκηθείτε σε μια βασική τεχνική ποιοτικής ανάλυσης.

Στόχοι της Άσκησης:

1. Να παρατηρήσετε τη διάλυση αλάτων στο νερό και τη διάχυση των ιόντων τους.

2. Να γνωρίσετε τις διαφορετικές συμπεριφορές των ιόντων σε ένα υδατικό διάλυμα.

3. Να δώσετε εξήγηση για τις παρατηρήσεις σας μέσω χημικών αντιδράσεων.

Όργανα και Υλικά:

1. Πλαστικοποιημένο φύλλο πειραμάτων.

2. Φιαλίδιο που περιέχει στερεό NaCl.

3. Φιαλίδιο που περιέχει στερεό $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

4. Φιαλίδιο που περιέχει στερεό AgNO_3 .

5. Φιαλίδιο με απιονισμένο νερό.

6. Οδοντογλυφίδες

Πειραματική Πορεία:

A. Διάλυση NaCl και $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ στο νερό.

Ερώτηση 1:

Τι συνέβη στους κρυστάλλους των αλάτων μετά την προσθήκη τους στην αντίστοιχη μικρολιμνούλα; Ποια σωματίδια αναμένετε να υπάρχουν σε αυτές στις δύο περιπτώσεις; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

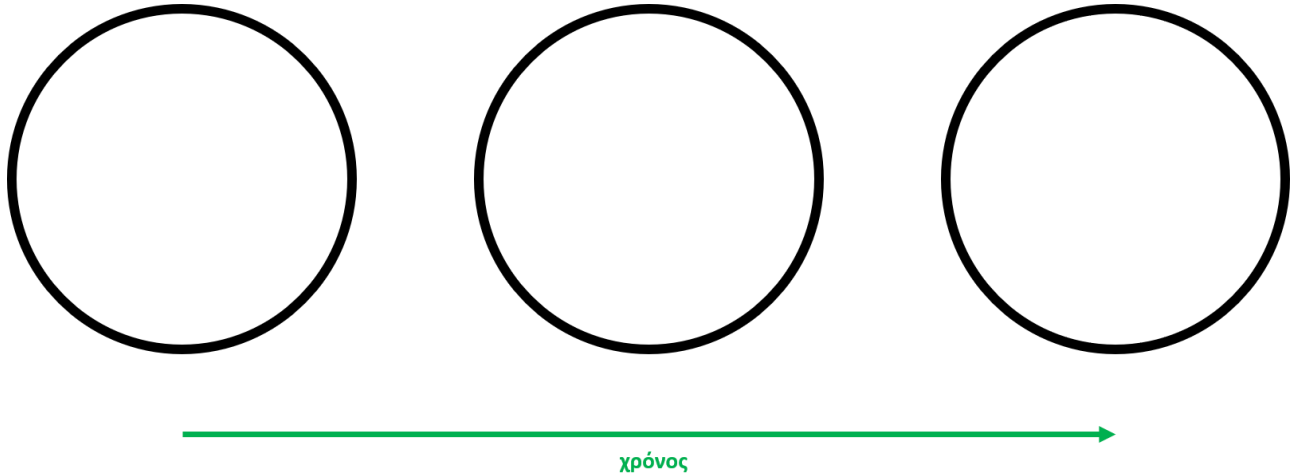
Ερώτηση 2:

Στο Σχήμα 1 που ακολουθεί δώστε σχηματικά τη διαδικασία της διάλυσης του άλατος NaCl. Οι τρεις προσχεδιασμένοι κύκλοι αναπαριστούν τη μικρολιμνούλα σε τρία διαφορετικά στιγμιότυπα. Στον πρώτο κύκλο δώστε τη δομή του στερεού καθώς εισέρχεται στο νερό. Ο δεύτερος κύκλος αναφέρεται σε μια ενδιάμεση χρονική στιγμή κατά την οποία κάποια ποσότητα στερεού έχει διαλυθεί στο νερό, ενώ ο τρίτος

Ερώτηση 3:

αναπαριστά τη μικρολιμονούλα όταν το στερεό έχει διαλυθεί πλήρως. Το αποτέλεσμα της προσθήκης των στερεών αλάτων στις μικρολιμονούλες είναι δυνατόν να εξηγηθεί με τη φράση: «τα άλατα λιώνουν γρήγορα στο νερό»;

.....
.....
.....
.....



Σχήμα 1: Αναπαράσταση της διάλυσης του NaCl στο νερό.

Ερώτηση 4:

Τι συνέβη στους κρυστάλλους των δύο αλάτων μετά την προσθήκη τους στην ίδια μικρολιμονούλα; Τι παρατηρήσατε;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Ερώτηση 5:

B. Διάλυση NaCl και AgNO₃ στην ίδια ποσότητα ύδατος

Τι παρατηρήσατε ότι συνέβη μετά την προσθήκη των δύο αλάτων στη μικρολιμονούλα;

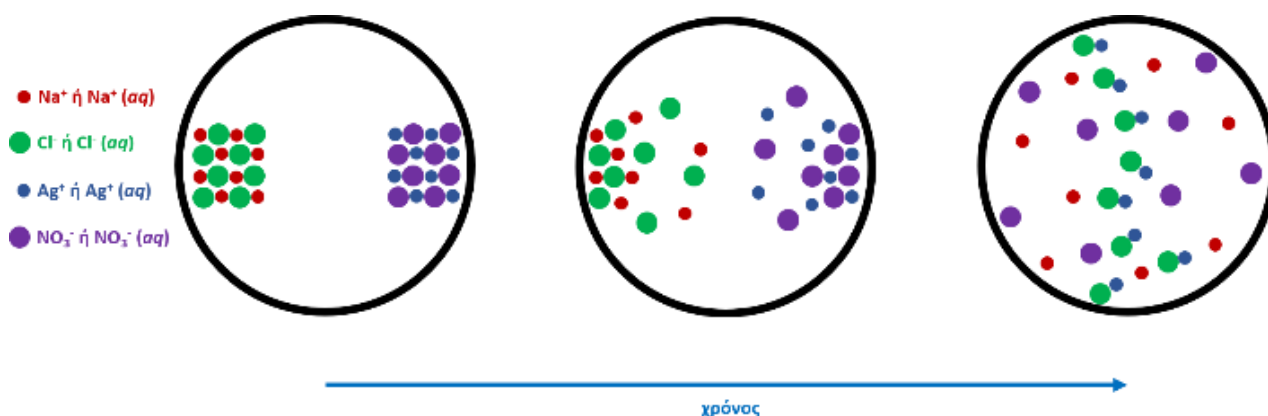
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Ερμηνεία:

Στο πείραμα σχηματίζεται το λευκό ίζημα (δυσδιάλυτη στο νερό ένωση) AgCl. Καθώς τα δύο άλατα διαλύονται στο νερό, οι ιοντικές ενώσεις δίστανται στα ιόντα τους. Τα ιόντα διαχέονται στο διάλυμα τείνοντας να καταλάβουν όλο τον διαθέσιμο όγκο. Όταν τα ιόντα Cl⁻ συναντήσουν τα ιόντα Ag⁺ περίπου στο μέσο της μικρολιμνούλας, σχηματίζεται η ιοντική ένωση AgCl, η οποία καταβυθίζεται με τη μορφή λευκού ιζήματος. Η όλη πορεία περιγράφεται στο Σχήμα 2.

Παρατήρηση 1:

Τα ιόντα Cl⁻ και NO₃⁻ δε συμμετέχουν στον σχηματισμό ιζήματος και διαχέονται σε όλο τον όγκο του διαλύματος. Για τον λόγο αυτό καλούνται **ιόντα-παρατηρητές**.

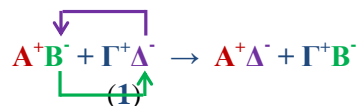


Σχήμα 2: Σχηματική αναπαράσταση της διάλυσης και διάστασης των δύο αλάτων στο νερό καθώς και της μεταξύ τους αντίδρασης προς σχηματισμό λευκού ιζήματος AgCl. Τα ιόντα Cl⁻ και NO₃⁻ δε συμμετέχουν στην αντίδραση και για τον λόγο αυτό καλούνται ιόντα-παρατηρητές.

Οι μεταθετικές αντιδράσεις:

Η προηγούμενη αντίδραση σχηματισμού του ιζήματος AgCl ανήκει σε μια ευρύτερη κατηγορία αντιδράσεων που καλούνται **μεταθετικές αντιδράσεις**. Στις μεταθετικές αντιδράσεις τα ιόντα που συμμετέχουν εμφανίζονται να αλλάζουν μεταξύ τους θέση. Υπάρχουν δύο υποκατηγορίες των μεταθετικών αντιδράσεων: οι αντιδράσεις **ανταλλαγής ιόντων** και οι αντιδράσεις **εξουδετέρωσης** (αντικείμενο της υποενότητας 5.3.2).

Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων: Ένα γενικό σχήμα των αντιδράσεων ανταλλαγής παρουσιάζεται στην εξίσωση (1).

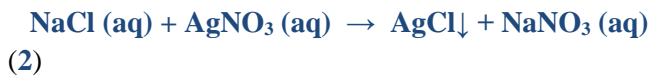


Αυτές οι αντιδράσεις λαμβάνουν χώρα, συνήθως, όταν ένα τουλάχιστον εκ των προϊόντων **καταβυθίζεται** (**καθιζάνει** ως ίζημα), όπως το AgCl στην αντίδραση που είδαμε και με αυτό τον τρόπο εκφεύγει του αντιδρώντος συστήματος. Για τον λόγο αυτό καλούνται και **αντιδράσεις καταβύθισης**.

Οι τρόποι γραφής των χημικών εξισώσεων: Υπάρχουν δύο κύριοι τρόποι γραφής των χημικών

εξισώσεων των αντιδράσεων ανταλλαγής: Η **τυπική μορφή**, στην οποία αναγράφονται οι ουσίες που προστίθενται στο διάλυμα (εξίσωση (2)), και η **ιοντική μορφή** στην οποία αναγράφονται αποκλειστικά τα ιόντα, τα οποία συμμετέχουν στον σχηματισμό του ιζήματος (εξίσωση (4)).

Τυπική μορφή:



λευκό

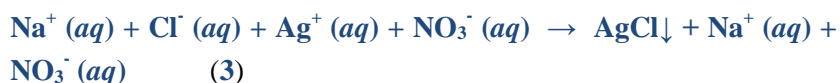
Παρατήρηση 2:

είναι γνωστό.

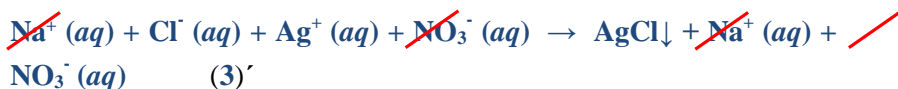
Συνήθως κάτω από τα ιζήματα αναγράφεται το χρώμα τους εφόσον

Πλήρης ιοντική εξίσωση:

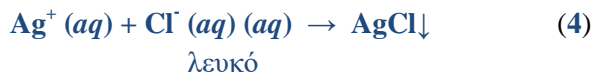
Όταν διαλύονται τα άλατα στο νερό, τα ιόντα που τα αποτελούν διαχέονται σε όλο τον χώρο μέσω της διάστασης. Επομένως, η εξίσωση (1) μπορεί να γραφεί αναλυτικά ως εξής:



Παρατηρήστε ότι τα ιόντα-παρατηρητές βρίσκονται και στις δύο πλευρές της εξίσωσης, μιας που δε συμμετέχουν στον σχηματισμό του ιζήματος. Έτσι, μπορούμε να τα διαγράψουμε:



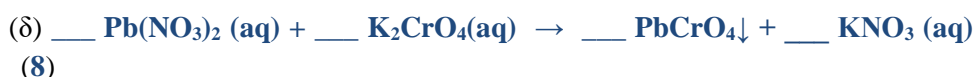
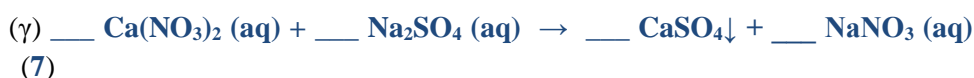
«Καθαρή» ιοντική εξίσωση:



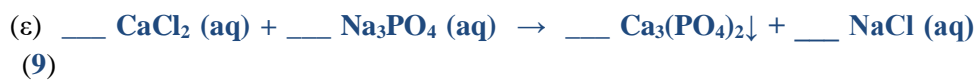
λευκό

Άσκηση 1:

Στις ακόλουθες εξισώσεις αντιδράσεων καταβύθισης (α) - (ε) να προσθέσετε τους κατάλληλους συντελεστές, όπου είναι απαραίτητο, και ακολούθως να μετατρέψετε την τυπική μορφή σε ιοντική.



.....
.....



.....
.....
.....

3.4.18. Παράρτημα IV: Φύλλο εργασίας άσκησης για την εξαγωγή πινάκων διαλυτότητας αλάτων στο νερό

Τμήμα: Ονοματεπώνυμο:

Ομάδα:

Στόχοι της Άσκησης:

1. Να παρατηρήσετε τα αποτελέσματα της ανάμειξης υδατικών διαλυμάτων ιοντικών ενώσεων.
2. Να χρησιμοποιήσετε τις παρατηρήσεις σας προκειμένου να εξαγάγετε συμπεράσματα σχετικά με το αν δύο ουσίες αντιδρούν στο νερό (σχηματίζουν ίζημα).

Όργανα και Υλικά:

1. Πλαστικοποιημένο φύλλο πειραμάτων.
2. Φιαλίδιο που περιέχει KNO_3 (aq).
3. Φιαλίδιο που περιέχει KBr (aq).
4. Φιαλίδιο που περιέχει K_2CO_3 (aq).
5. Φιαλίδιο που περιέχει $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (aq).
6. Φιαλίδιο που περιέχει K_3PO_4 (aq).
7. Φιαλίδιο που περιέχει NaCl (aq).
8. Φιαλίδιο που περιέχει CaCl_2 (aq).
9. Φιαλίδιο που περιέχει CoCl_2 (aq).
10. Φιαλίδιο που περιέχει ZnCl_2 (aq).
11. Οδοντογλυφίδες.
- 12.

.....
.....
.....

Παρατήρηση 3:

Όπως ήδη έχει διαπιστωθεί, κάποιες ιοντικές ενώσεις είναι ευδιάλυτες στο νερό (διαλύονται πλήρως και σε σχετικά μεγάλη ποσότητα), όπως π.χ. το NaCl , ενώ κάποιες είναι δυσδιάλυτες (σχηματίζουν ίζημα), όπως π.χ. το AgCl (εξισώσεις (3) και (4)).

Πειραματική Πορεία:

Γ. Ανάμειξη υδατικών διαλυμάτων αλάτων

3.(α) Στον Πίνακα 1 καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας από την ανάμειξη των διαλυμάτων. Αν δεν παρατηρήσατε τίποτα, μπορείτε να σημειώσετε απλά μια παύλα. Αν παρατηρήσατε τον σχηματισμό ιζήματος, να σημειώσετε και το χρώμα αυτού.

3.(β) Στον Πίνακα 2, κάθε γραμμή του Πίνακα 1 χωρίζεται σε δύο γραμμές. Σε κάθε κουτάκι της πρώτης γραμμής να δώσετε όλα τα κατιόντα και τα ανιόντα που υπάρχουν στο αντίστοιχο διάλυμα (3-4 ιόντα ανά κουτάκι). Στο αντίστοιχο κουτάκι της δεύτερης γραμμής να γράψετε τους χημικούς τύπους των ενώσεων που είναι πιθανόν να προκύψουν κατά την ανάμειξη των δύο διαλυμάτων σε μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων (2 ανά κουτάκι). Συμβουλευτείτε για τον σκοπό αυτό την εξίσωση (1). Να μην ξαναγράψετε τις αρχικές ενώσεις, οι οποίες είναι, προφανώς, ευδιάλυτες.

4. Συζητήστε με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας σας και αποφασίστε ποιες από τις πιθανές ενώσεις του Πίνακα 2 είναι

ευδιάλυτες στο νερό και ποιες είναι δυσδιάλυτες. Να δηλώσετε την απόφασή σας κυκλώνοντας τις δυσδιάλυτες.

Πίνακας 1: Αποτελέσματα της ανάμειξης των διαλυμάτων των αλάτων

	KNO ₃	KBr	K ₂ CO ₃	Na ₂ C ₂ O ₄	K ₃ PO ₄
NaCl					
CaCl ₂					
CoCl ₂					
ZnCl ₂					

Πίνακας 2: Ανάλυση των πειραματικών ευρημάτων

	KNO ₃	KBr	K ₂ CO ₃	Na ₂ C ₂ O ₄	K ₃ PO ₄
NaCl					
CaCl ₂					
CoCl ₂					
ZnCl ₂					

Ερώτηση 6:

Με βάση τις παρατηρήσεις σας (Πίνακες 1 και 2), ποια κατιόντα δεν απαντούν σε κανένα από τα ιζήματα που καταβυθίστηκαν;

.....

Ερώτηση 7:

Με βάση τις παρατηρήσεις σας (Πίνακες 1 και 2), ποια ανιόντα δεν απαντούν σε κανένα από τα ιζήματα που καταβυθίστηκαν;

.....

Ερώτηση 8:

Με βάση τις απαντήσεις σας στις ερωτήσεις 6 και 7, ποιο είναι το κοινό χαρακτηριστικό των ιόντων, κατιόντων και ανιόντων, που δεν απαντούν (συχνά) σε ιζήματα;

(μαύρο), Ag_3PO_4 (κίτρινο), Ag_2S (μαύρο) και Ag_2SO_4 (κίτρινο)

Διαλυτές Ενώσεις	Αυσιδιάλυτες Εξαιρέσεις
Τα άλατα των αλκαλίων (Li^+ , Na^+ και K^+) και του ιόντος NH_4^+ .	-
Τα άλατα των ιόντων NO_3^- .	-
Τα άλατα των αλογόνων (Cl^- , Br^- και I^-).	Τα άλατα των Ag^+ και Pb^{2+} .
Τα θειικά άλατα (SO_4^{2-}).	Τα θειικά άλατα των Ag^+ , Ca^{2+} , Ba^{2+} και Pb^{2+} .
Αυσιδιάλυτες Ενώσεις	Ευδιάλυτες Εξαιρέσεις
Τα ανθρακικά (CO_3^{2-}), φωσφορικά (PO_4^{3-}), χρωμικά (CrO_4^{2-}) και θειούχα άλατα (S^{2-}).	Τα άλατα των αλκαλίων (Li^+ , Na^+ και K^+) και του ιόντος NH_4^+ . Επιπλέον, το CaCrO_4 , ενώ τα άλατα CaS και BaS είναι ελαφρώς διαλυτά.
Τα υδροξείδια (OH^-) των μετάλλων.	Τα υδροξείδια των αλκαλίων (Li^+ , Na^+ και K^+) και του ιόντος Ba^{2+} . Η ένωση $\text{Ca}(\text{OH})_2$ είναι ελαφρώς διαλυτή.

3.4.19. Παράρτημα V: Φύλλο εργασίας άσκησης για τις πορείες διάκρισης ιόντων και την παραγωγή αερίου προϊόντος

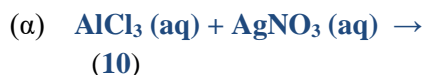
Τμήμα: Ονοματεπώνυμο:
Ομάδα:

Στόχοι της Άσκησης:

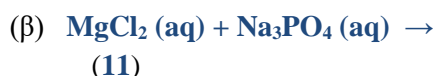
1. Να εξασκηθείτε στη γραφή εξισώσεων που αναπαριστούν αντιδράσεις καταβύθισης.
2. Να γνωρίσετε τι είναι μια πειραματική πορεία ποιοτικής ανίχνευσης ιόντων.
3. Να διαπιστώσετε την ύπαρξη ενός ακόμα κριτηρίου για την ολοκλήρωση μιας μεταθετικής αντίδρασης.

Άσκηση 3:

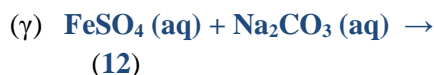
Να συμπληρωθούν τα προϊόντα (αν υπάρχουν) των ακόλουθων αντιδράσεων και να γραφούν οι εξισώσεις τόσο στην τυπική όσο και στην ιοντική μορφή τους. Για την εύρεση των προϊόντων να χρησιμοποιήσετε τον Πίνακα 3.



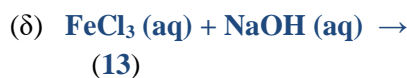
.....
.....



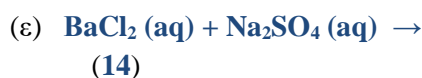
.....
.....



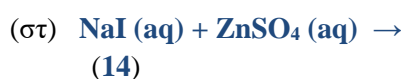
.....
.....



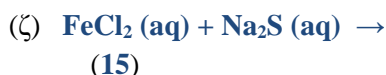
.....
.....



.....
.....



.....
.....



Όργανα και Υλικά:

1. Πλαστικοποιημένο φύλλο πειραμάτων.
 2. Φιαλίδιο που περιέχει KBr (aq).
 3. Φιαλίδιο που περιέχει KI (aq).
 4. Φιαλίδιο που περιέχει Na_2CO_3 (aq).
 5. Φιαλίδιο που περιέχει HCl (aq).
 6. Φιαλίδιο με απιονισμένο νερό.
-
-

Κανόνες ασφαλείας:

Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στη χρήση του διαλύματος του υδροχλωρικού οξέος. Όπως σε κάθε εργαστηριακή άσκηση, είναι υποχρεωτική η χρήση προστατευτικών γυαλιών. Αν πέσει υδροχλωρικό οξύ στο δέρμα ή τα ρούχα, ξεπλύνετε με άφθονο νερό και ειδοποιήστε τον/την υπεύθυνο/-η καθηγητή/-τρια.

Πειραματική Πορεία:

Δ. Η ποιοτική ανίχνευση των ιόντων

Ερώτηση 10:

Διαθέτετε ένα φιαλίδιο με λευκό κρυσταλλικό στερεό που μπορεί να είναι NaCl, KBr ή KI. Να σχεδιάσετε μια σειρά πειραματικών βημάτων προκειμένου να διαπιστώσετε το περιεχόμενο του φιαλιδίου.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Οι χαρακτηριστικές αντιδράσεις:

Πρόκειται για απλές αντιδράσεις, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως δοκιμασίες (tests) ανίχνευσης συγκεκριμένων χημικών ειδών. Καλούνται έτσι, διότι συνήθως λαμβάνει χώρα κάτι το χαρακτηριστικό, το οποίο γίνεται εύκολα αντιληπτό από τις αισθήσεις μας, όπως έκλυση αερίου, καθίζηση ιζήματος, αλλαγή χρώματος κτλ. Οι τρεις αντιδράσεις που εκτελέστηκαν αποτελούν χαρακτηριστικές πορείες ανίχνευσης των αλογονοιδίων, μιας που σε αυτές καταβυθίζεται ίζημα διαφορετικού χρώματος (το AgCl είναι λευκό, το AgBr είναι υποκίτρινο, ενώ το AgI είναι κίτρινο).

Η ποιοτική ανίχνευση ιόντων:

Προκειμένου να αποφασίσουμε αν ένα άγνωστο δείγμα περιέχει κάποιο ιόν, καλούμαστε να σχεδιάσουμε μια πορεία βημάτων όπου με τη βοήθεια κάποιων **χαρακτηριστικών αντιδράσεων**, θα ανακαλύψουμε ποιο είναι αυτό.

Ερώτηση 11:

Διαθέτετε ένα φιαλίδιο που περιέχει ένα υδατικό διάλυμα άλατος του ασβεστίου ή του βαρίου με χλώριο. Προτείνετε μέθοδο με την οποία θα διαπιστώσετε ποιο εκ των δύο αλάτων περιέχεται στο φιαλίδιο.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Ερώτηση 12:

Από τον πίνακα με τους κανόνες διαλυτότητας, ο οποίος είναι στη διάθεσή σας, μπορείτε να προτείνετε έναν τρόπο διάκρισης των κατιόντων Mg^{2+} (aq) από τα αντίστοιχα του βαρίου Ba^{2+} (aq);

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Ερώτηση 13:

Στηριζόμενοι/-ες στον πίνακα με τους κανόνες διαλυτότητας, μπορείτε να προτείνετε ένα πείραμα που να δεικνύει αν σε έναν δοκιμαστικό σωλήνα υπάρχει υδατικό διάλυμα $Al(NO_3)_3$ ή υδατικό διάλυμα $NaNO_3$;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

E. Η έκλυση αερίου σε μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων

Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων: Στις προηγούμενες εργαστηριακές ασκήσεις γνωρίσαμε τις αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων, κατά τις οποίες, συνήθως, σχηματίζεται μια δυσδιάλυτη στο νερό ένωση, ένα ίζημα. Όπως είδαμε, η αντίδραση λαμβάνει χώρα, διότι ένα συστατικό του συστήματος εκφεύγει αυτού, λόγω καταβύθισης. Ένας άλλος τρόπος να διαφύγει ένα συστατικό από το αντιδρών σύστημα είναι ο σχηματισμός ενός

αερίου. Η περίπτωση αυτή λαμβάνει χώρα κατά την επίδραση ενός οξέος σε ένα άλας. Αν και το οξύ είναι ομοιοπολική ένωση, όπως είδαμε στην [ενότητα 5.2](#), ιοντίζεται στο νερό δίνοντας ιόντα οξωνίου H_3O^+ . Υπό αυτό το πρίσμα μια αντίδραση, όπως η (16), ακολούθως, δύναται να ταξινομηθεί στις αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων.



Η αντίδραση (16) λαμβάνει χώρα, διότι το ανθρακικό οξύ (H_2CO_3) που δημιουργείται διασπάται άμεσα σε CO_2 και νερό. Το δε CO_2 εκφεύγει του συστήματος με τη μορφή φυσαλίδων:



Παρατήρηση 5:

Σε μια μεταθετική αντίδραση μπορούν να δημιουργηθούν διάφορα αέρια. Όμως, στη Χημεία των υδατικών διαλυμάτων που διδασκόμαστε σημαντική αντίδραση παραγωγής αερίων είναι μόνο αυτή της διάσπασης των ανθρακικών αλάτων.

Ερώτηση 14:

Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις που αναπαριστούν τις ακόλουθες αντιδράσεις:



3.4.21. Παράρτημα VII: Φύλλο εργαστηριακής άσκησης για τις πορείες διάκρισης ιόντων και την παραγωγή αερίου προϊόντος

Στόχοι της Άσκησης:

1. Να γνωρίσετε τι είναι μια πειραματική πορεία ποιοτικής ανίχνευσης ιόντων.




2. Να διαπιστώσετε την ύπαρξη ενός ακόμα κριτηρίου για την ολοκλήρωση μιας μεταθετικής αντίδρασης.

Πειραματική Πορεία: Δ. Η ποιοτική ανίχνευση των ιόντων

1. Στον ακόλουθο πίνακα αντίδρασης, εκτελέστε τις αντιδράσεις που υποδεικνύονται, προσθέτοντας 1-2 σταγόνες των αντιδραστηρίων που απαιτούνται.

2. Απαντήστε στην Ερώτηση 1 του φύλλου εργασίας σας.

Η ποιοτική ανίχνευση ιόντων: Προκειμένου να αποφασίσουμε αν ένα άγνωστο δείγμα περιέχει κάποιο ιόν, καλούμαστε να σχεδιάσουμε μια πορεία βημάτων με την οποία, με τη βοήθεια κάποιων χαρακτηριστικών αντιδράσεων, θα ανακαλύψουμε ποιο είναι αυτό.

	AgNO ₃	Χημικές Εξισώσεις
NaCl		$\text{AgNO}_3 (\text{aq}) + \text{NaCl} (\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3 (\text{aq})$ $\text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$ <p>Σχηματίζεται λευκό ίζημα.</p>
KBr		$\text{AgNO}_3 (\text{aq}) + \text{KBr} (\text{aq}) \rightarrow \text{AgBr} \downarrow + \text{KNO}_3 (\text{aq})$ $\text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{Br}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{AgBr} \downarrow$ <p>Σχηματίζεται υποκίτρινο ίζημα.</p>
KI		$\text{AgNO}_3 (\text{aq}) + \text{KI} (\text{aq}) \rightarrow \text{AgI} \downarrow + \text{KNO}_3 (\text{aq})$ $\text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{I}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{AgI} \downarrow$ <p>Σχηματίζεται κίτρινο ίζημα.</p>


Οι χαρακτηριστικές αντιδράσεις: Πρόκειται για απλές αντιδράσεις, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως δοκιμασίες ανίχνευσης συγκεκριμένων χημικών ειδών. Καλούνται έτσι, διότι συνήθως λαμβάνει χώρα κάτι το χαρακτηριστικό, το οποίο γίνεται εύκολα αντιληπτό από τις αισθήσεις μας, όπως έκλυση αερίου, καθίζηση ιζήματος, αλλαγή χρώματος κτλ. Οι τρεις αντιδράσεις που εκτελέστηκαν αποτελούν χαρακτηριστικές πορείες ανίχνευσης των αλογονοιδόντων, μιας που σε αυτές καταβυθίζεται ίζημα διαφορετικού χρώματος.

Ε. Η έκλυση αερίου σε μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων

1. Εντός του κυκλικού δίσκου προσθέστε 1-2 σταγόνες διαλύματος Na₂CO₃.

2. Προσθέστε 1-2 σταγόνες διαλύματος υδροχλωρικού οξέος.

3. Παρατηρήστε τις φυσαλίδες του εκλυόμενου αερίου.

	Na ₂ CO ₃
HCl	

Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων: Ένας άλλος τρόπος να διαφύγει ένα συστατικό από το αντιδρών σύστημα είναι ο σχηματισμός ενός αερίου. Η περίπτωση αυτή λαμβάνει χώρα κατά την επίδραση ενός οξέος σε ένας άλας. Αν και το οξύ είναι ομοιοπολική ένωση, όπως είδαμε στην ενότητα 5.2, ιοντίζεται στο νερό δίνοντας ιόντα οξωνίου H₃O⁺. Υπό αυτό το πρίσμα μια αντίδραση, όπως η ακόλουθη μπορεί να ταξινομηθεί στις αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων:



3.4.22. Παράρτημα VIII: Φύλλο εργαστηριακής άσκησης για την ποιοτική ανίχνευση ιόντων

Στόχοι της Άσκησης: Να διαμορφώσετε και να εκτελέσετε μια στρατηγική επίλυσης ενός προβλήματος με διάκριση χημικών ενώσεων.

Πειραματική Πορεία: ΣΤ. Η ποιοτική ανίχνευση των ιόντων

1. Στον πάγκο σας έχετε 5 φιαλίδια με ετικέτες **1, 2, 3, 4** και **5**, τα οποία περιέχουν υδατικά διαλύματα των εξής αντιδραστηρίων: **AgNO₃, BaCl₂, H₂SO₄, KI, Na₂CO₃**. Θα πρέπει να βρείτε τι περιέχεται σε κάθε δοχείο. Για τον σκοπό αυτό να χρησιμοποιήσετε εργαστηριακές τεχνικές σε μικροκλίμακα.

Για την προσπάθειά σας να χρησιμοποιήσετε τον χώρο αντιδράσεων που ακολουθεί, καθώς και τον Πίνακα με τα γνωστά ιζήματα και το χρώμα τους στο φύλλο εργασίας σας. Μπορείτε να γράψετε πάνω στο παρόν φύλλο με μαρκαδοράκι με υδατοδιαλυτό μελάνι.

2. Να απαντήσετε τις σχετικές ερωτήσεις του φύλλου εργασίας.

3.4.23. Παράρτημα ΙΧ: Εναλλακτικό φύλλο εργαστηριακής άσκησης για την εξαγωγή πινάκων διαλυτότητας αλάτων στο νερό

Στόχοι της Άσκησης: 1. Να παρατηρήσετε τα αποτελέσματα της ανάμιξης υδατικών διαλυμάτων ιοντικών ενώσεων.

2. Να χρησιμοποιήσετε τις παρατηρήσεις σας προκειμένου να εξαγάγετε συμπεράσματα σχετικά με το αν δύο ουσίες αντιδρούν μεταξύ τους στο νερό.

Πειραματική Πορεία: Γ. Ανάμιξη υδατικών διαλυμάτων αλάτων.

1. Στον ακόλουθο χώρο αντιδράσεων, σε κάθε στήλη, προσθέστε 1-2 σταγόνες από το υδατικό διάλυμα του αλάτος που φαίνεται στην κορυφή της στήλης αυτής.
2. Κάντε το ίδιο για κάθε γραμμή, χρησιμοποιώντας τα υδατικά διαλύματα που υποδεικνύονται στην έναρξη της κάθε γραμμής.

Έτσι, σε κάθε κυκλάκι θα λαμβάνει χώρα η ανάμιξη των διαλυμάτων που βρίσκονται στην έναρξη της αντίστοιχης στήλης και της αντίστοιχης γραμμής. Αν απαιτηθεί, ανακινήστε τα διαλύματα με μια καθαρή οδοντογλυφίδα.

3. Συμπληρώστε κατάλληλα τους Πίνακες 1 και 2.





















	KNO_3	K_2CO_3	K_3PO_4
NaCl			
CaCl_2			

3.4.24. Παράρτημα Χ: Φύλλο εργαστηριακής άσκησης προσδιορισμού ποιότητας νερού στη λίμνη Α

Στόχοι της Άσκησης: Να διαμορφώσετε και να εκτελέσετε μια στρατηγική επίλυσης ενός προβλήματος με διάκριση χημικών ενώσεων.

Πειραματική Πορεία: Ζ. Ποιοτική έρεση pH και ανίχνευση οξέος

Στον πάγκο σας έχετε ένα δείγμα νερού από τη λίμνη Α. Χρησιμοποιώντας 4 φιαλίδια γνωστού pH και 4 διαλύματα γνωστών δεικτών, να αποφανθείτε για το pH του δείγματος της λίμνης. Για την προσπάθειά σας μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον χώρο αντιδράσεων που ακολουθεί, προσθέτοντας 2-3 σταγόνες δείκτη κάθε φορά.

	pH = 1	pH = 4	pH = 7	pH > 7	δείγμα
δείκτης 1					
δείκτης 2					
δείκτης 3					
δείκτης 4					

Παράρτημα Χ: Φύλλο εργαστηριακής άσκησης προσδιορισμού ποιότητας νερού στη λίμνη Α (συνέχεια)

Πειραματική Πορεία: Ζ. Ποιοτική εύρεση pH και ανίχνευση οξέος

Σε περίπτωση που το δείγμα που σας δόθηκε έχει όξινο pH, να σχεδιάσετε και να εκτελέσετε πειραματική πορεία που να σας δίνει με ασφάλεια το κύριο οξύ που είναι υπεύθυνο για το pH του δείγματος. Να καταγράψετε την πορεία σας απαντώντας στην Ερώτηση 16. Για την προσπάθειά σας να χρησιμοποιήσετε τον χώρο αντιδράσεων που ακολουθεί, καθώς και πίνακα με γνωστά ιζήματα και το χρώμα τους. Μπορείτε να γράψετε πάνω στο παρόν φύλλο με μαρκαδοράκι με υδατοδιαλυτό μελάνι.

	_____	_____	_____	_____	_____
_____	○	○	○	○	○
_____	○	○	○	○	○
_____	○	○	○	○	○
_____	○	○	○	○	○
_____	○	○	○	○	○

Παράρτημα Χ: Φύλλο εργαστηριακής άσκησης προσδιορισμού ποιότητας νερού στη λίμνη Α (συνέχεια)

Πειραματική Πορεία: Η Ποιοτική ανίχνευση ιόντων

Στον πάγκο σας έχετε ένα δείγμα νερού από τη λίμνη Α. Χρησιμοποιώντας τα αντιδραστήρια που σας έχουν δοθεί, να αποφανθείτε για την ταυτότητα του μεταλλικού ιόντος του δείγματος νερού της λίμνης Α. Να χρησιμοποιήσετε για τη χάραξη της πειραματικής πορείας σχετικό πίνακα με τα συνήθη ιζήματα και τα χρώματά τους. Μπορείτε να γράψετε πάνω στο παρόν φύλλο με μαρκαδοράκι με υδατοδιαλυτό μελάνι.

	_____	_____	_____	_____	_____
_____	○	○	○	○	○
_____	○	○	○	○	○
_____	○	○	○	○	○
_____	○	○	○	○	○
_____	○	○	○	○	○

3.4.25. Παράρτημα XI: Φύλλο εργασίας άσκησης προσδιορισμού ποιότητας νερού στη λίμνη Α

Τμήμα: Ονοματεπώνυμο:
Ομάδα:

Στόχοι της Άσκησης:

Να διαμορφώσετε και να εκτελέσετε μια στρατηγική επίλυσης ενός προβλήματος ανίχνευσης ιόντων σε ένα διάλυμα.

Όργανα και Υλικά:

1. Πλαστικοποιημένα φύλλα πειραμάτων.
2. Φιαλίδιο που περιέχει δείγμα του νερού της λίμνης.
3. Φιαλίδιο που περιέχει KBr (aq).
4. Φιαλίδιο που περιέχει AgNO₃ (aq).
5. Φιαλίδιο που περιέχει FeCl₃ (aq).
6. Φιαλίδιο που περιέχει BaCl₂ (aq).
7. Φιαλίδιο με διάλυμα που έχει pH = 1.
8. Φιαλίδιο με διάλυμα που έχει pH = 4.
9. Φιαλίδιο με διάλυμα που έχει pH = 7.
10. Φιαλίδιο με διάλυμα που έχει pH > 7.
11. Φιαλίδιο που περιέχει HCl (aq).
12. Φιαλίδιο που περιέχει NaOH (aq).
13. Φιαλίδιο που περιέχει Na₂SO₄ (aq).
14. Φιαλίδιο που περιέχει Na₂CO₃ (aq).
- 15.

.....
16.
.....

Κανόνες ασφαλείας:

Όπως σε κάθε εργαστηριακή άσκηση, είναι υποχρεωτική η χρήση προστατευτικών γυαλιών. Αν πέσει κάποιο αντιδραστήριο στο δέρμα ή τα ρούχα ξεπλύνετε με άφθονο νερό και ειδοποιήστε τον /την υπεύθυνο/-η καθηγητή/-τρια.

Πειραματική Πορεία:

Z. Ποιοτική εύρεση pH και ανίχνευση οξέος.

1. Στον πάγκο σας έχετε ένα δείγμα νερού από τη λίμνη Α. Χρησιμοποιώντας 4 φιαλίδια γνωστού pH και 4 διαλύματα γνωστών δεικτών, να αποφανθείτε για το pH του δείγματος της λίμνης.
2. Σε περίπτωση που το δείγμα που σας δόθηκε έχει όξινο pH, να σχεδιάσετε και να εκτελέσετε πειραματική πορεία που να σας δίνει με ασφάλεια το κύριο οξύ που είναι υπεύθυνο για το pH του δείγματος. Να καταγράψετε την πορεία σας απαντώντας στην Ερώτηση 16.

Παρατήρηση 6:

Για την εξαγωγή συμπερασμάτων να χρησιμοποιήσετε τον Πίνακα 3 (σελ. 236).

Ερώτηση 16:

Τι pH περίπου έχει το δείγμα; Είναι κατά τη γνώμη σας το pH αυτό εντός των προβλεπόμενων ορίων;

3.5.2. Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα του Προγράμματος Σπουδών

Στο τέλος αυτής της ενότητας οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση να:

- (α) **ερμηνεύουν** φάσματα φωτοηλεκτρονικής φασματοσκοπίας (PES) με τη βοήθεια του νόμου του Coulomb.
- (β) **γράφουν** την ηλεκτρονική διαμόρφωση των ατόμων των χημικών στοιχείων στη θεμελιώδη τους κατάσταση με βάση τα οικεία φάσματα PES για $Z = 1-21$.
- (γ) **επιβεβαιώνουν** την ανάγκη τροποποίησης του μοντέλου του Bohr και **προτείνουν** κατάλληλες βελτιώσεις.

3.5.3. Σχέση με άλλες Θεματικές Ενότητες

Η **ενότητα 1.7** συνδέεται άμεσα με τις **ενότητες 1.1-1.5**, αφού συζητά προβλήματα και επεκτάσεις του ατομικού προτύπου του Bohr και αποτελεί επιστέγασμα αυτών. Επιπλέον συνδέεται και με την αντίστοιχη **ενότητα 2.1** του Προγράμματος Σπουδών της Α΄ Λυκείου. Παράλληλα η **ενότητα 1.7** μαζί με την αμέσως προηγούμενή της (**ενότητα 1.6**, εισαγωγή στη φασματοσκοπία PES), την **ενότητα 1.1** (φωτοηλεκτρικό φαινόμενο) και την **1.2** (ατομικά φάσματα εκπομπής και απορρόφησης) αποτελούν την απαραίτητη βάση για την εισαγωγή των μαθητών/-τριών στις φασματοσκοπικές μεθόδους ανάλυσης, οι οποίες θα εισαχθούν στις **ενότητες 2.1-2.4**. Προφανώς, οι **ενότητες 1.6 και 1.7** συνδέονται με τις αντίστοιχες ενότητες του Προγράμματος Σπουδών της Φυσικής του Γυμνασίου και του Λυκείου. Επί παραδείγματι (α) από τη Φυσική της Β΄ Λυκείου: **ενότητα 1.3** (ηλεκτρικές δυνάμεις), **ενότητα 1.4** (ηλεκτρικό πεδίο), **ενότητα 1.5** (διαφορά δυναμικού), **ενότητα 3.3** (το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας), **ενότητα 3.6** (σωματιδιακή και κυματική φύση του φωτός), **4.1** (η συμπεριφορά του ηλεκτρονίου), (β) από τη Φυσική της Β΄ Λυκείου για την ομάδα προσανατολισμού: **ενότητα 1.5** (έργο – ενεργειακά θεωρήματα – θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας – αρχή διατήρησης της ενέργειας) και (γ) από τη Φυσική της Γ΄ Λυκείου: **ενότητα 1.2** (ηλεκτρικό πεδίο), **ενότητα 1.4** (κινήσεις φορτισμένου σωματιδίου σε ομογενές ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο), **ενότητα 3.2** (ηλεκτρομαγνητικά κύματα), **ενότητα 4.2** (από την κλασική φυσική στην πρώιμη κβαντική θεωρία), **ενότητα 4.3** (εισαγωγή στην κβαντομηχανική), **ενότητα 4.4** (ατομική φυσική).

3.5.4. Θεωρητικό μέρος

3.5.4.1. Η εισαγωγή της φωτοηλεκτρονικής φασματοσκοπίας στο νέο Πρόγραμμα Σπουδών

Το Πρόγραμμα Σπουδών (ΠΣ) της Χημείας του Γενικού Λυκείου επιχειρεί να προτάξει τον επαγωγικό τρόπο διδασκαλίας σε όσο το δυνατόν περισσότερες Θεματικές Ενότητες. Παραδοσιακά, στα Προγράμματα Σπουδών της Χημείας αλλά και γενικότερα στα Προγράμματα Σπουδών των Θετικών Επιστημών, η κάθε νέα έννοια παρουσιάζεται με τρόπο παραγωγικό και συμπερασματικό. Με άλλα λόγια τα επιστημονικά μοντέλα και οι σχετιζόμενες με αυτά θεωρίες αρχικά παρουσιάζονται στους/στις μαθητές/-τριες ως καθιερωμένες αλήθειες κατά τη διάρκεια μιας δασκαλοκεντρικής διάλεξης και ακολουθεί η καθοδηγούμενη άσκηση επί αυτών με κύριο στόχο την ανάδειξη του τρόπου εφαρμογής των θεωριών στην επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων (Gabel, 1983).

Όμως, η ανωτέρω περιγραφείσα παραγωγική πρακτική είναι σε μεγάλο βαθμό αντίθετη με τον συνήθη τρόπο που ανακαλύπτεται η νέα γνώση και τελικά με τον τρόπο που εξελίσσεται η ίδια η επιστήμη. Η επιστημονική πρακτική στηρίζεται στην επαγωγική εξαγωγή συμπερασμάτων. Όλα ξεκινούν από την παρατήρηση ενός φαινομένου, ενός πειράματος ή μιας συμπεριφοράς (παρατηρησιακά δεδομένα). Οι παρατηρήσεις οδηγούν στη διαμόρφωση των μερικών και των γενικών μοντέλων (προτύπων), τα οποία με τη σειρά τους οδηγούν στη θεμελίωση μιας νέας θεωρίας.

Σε αντίθεση προς τον τρόπο που, συνήθως, παρουσιάζονται οι θεωρίες στα σχολικά βιβλία, οι ίδιες δεν περιγράφουν τη μοναδική και αδιαμφισβήτητη αλήθεια, αλλά υπόκεινται σε διαρκείς αναθεωρήσεις. Αυτή η διαδικασία δημιουργίας της νέας γνώσης απουσίαζε σε πολύ μεγάλο βαθμό από τα Προγράμματα Σπουδών και τα διδασκόμενα σχολικά εγχειρίδια, με αποτέλεσμα να μην επικοινωνείται τελικά στους/στις μαθητές/-τριες σε ικανοποιητικό βαθμό, ένα πρόβλημα που, προφανώς, είναι διεθνές (Banilower et al., 2013).

Έτσι, όπως έχει ήδη συζητηθεί στον παρόντα Οδηγό, ένα σημαντικό μέρος των εννοιών που προτείνονται προς διδασκαλία στα νέα Προγράμματα Σπουδών ζητείται να διδαχθεί επαγωγικά, μέσω μιας διαδικασίας, η οποία ξεκινά από τη διεξαγωγή ενός πειράματος, μιας μελέτης ή την παρουσίαση πινάκων με δεδομένα. Βάσει των προηγούμενων ζητείται από τους/τις μαθητές/-τριες να αναδείξουν μοτίβα και κανονικότητες, με τη βοήθεια των οποίων τελικά, θα θεμελιωθεί η νέα θεωρία. Η προτεινόμενη διαδικασία είναι ανάλογη με την «data first approach», η οποία ήδη από το 2013 εφαρμόζεται και σε αντίστοιχα Προγράμματα Σπουδών του εξωτερικού (College Board, 2019· Nichol et al., 2014).

Η συζητούμενη Θεματική Ενότητα της πλήρωσης των στιβάδων και των υποστιβάδων, μέχρι πρότινος, διδασκόταν παραγωγικά, επισήμως μέσω της Αρχής Ανοικοδόμησης και ανεπισήμως μέσω της διαμόρφωσης μνημονικού/-ών κανόνα/-ων (Bonneau, 1991· Garofalo, 1997· Grenda, 1988· Hovland, 1986· Krupsaw & Ng, 1972· Mabrouk, 2003· Parsons, 1989· Rieck, 1990) χωρίς να παρέχεται στους/στις μαθητές/-τριες οποιαδήποτε αιτιολόγηση ή περιγραφή του τρόπου με τον οποίο όλα τα ανωτέρω παρήχθησαν. Οι μαθητές/-τριες καλούνταν να απομνημονεύσουν στείρα τους κανόνες γραφής ηλεκτρονιακών διαμορφώσεων, χωρίς με αυτόν τον τρόπο να κατανοούν εις βάθος τις διδασκόμενες έννοιες. Αντίθετα, με την ακολουθούμενη προσέγγιση οι μαθητές/-τριες, εργαζόμενοι/-ες ομαδοσυνεργατικά, καλούνται να εξετάσουν δεδομένα ληφθέντα με τεχνικές φωτοηλεκτρονικής φασματοσκοπίας (PES) για καθένα από τα πρώτα στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα και μέσω αυτών να παράγουν μοτίβα και κανονικότητες. Σε δεύτερο στάδιο, στηριζόμενοι/-ες στα μοτίβα που οι ίδιοι/-ες παρήγαγαν, μελετούν την ατομική θεωρία έτι περαιτέρω. Έτσι, «ανακαλύπτουν» τις στιβάδες και τις υποστιβάδες καθώς και την κατανομή των ηλεκτρονίων σε αυτές. Επιπλέον οι εκπαιδευτικοί στηριζόμενοι/-ες σε φασματοσκοπικά δεδομένα PES έχουν την ευκαιρία να επεκτείνουν τη συζήτηση μέχρι και τον Περιοδικό Πίνακα, καθώς και τις περιοδικές ιδιότητες.

Μέσω αυτής της προσέγγισης, αναμένεται οι μαθητές/-τριες να κατανοήσουν την ατομική δομή σε βαθμό πολύ μεγαλύτερο σε σύγκριση με το ακολουθούμενο παραγωγικό μοντέλο. Εξάλλου η επιμονή στη διδασκαλία της ηλεκτρονιακής δομής μέσω μνημονικών κανόνων έχει αμφίβολο εκπαιδευτικό όφελος, μιας που δεν πρέπει να παραβλέπονται τα εξής: (α) υπάρχουν πάρα πολλές εξαιρέσεις στους κανόνες και (β) η πειραματική Χημεία σπάνια χρησιμοποιεί απομονωμένα άτομα καθαρών χημικών στοιχείων στην αέρια φάση (Millikan, 1982· Scerri, 1991a, 1991b, 2019, 2020· Schwarz, 2010· Schwarz & Rich, 2010· Wang et al., 2006· Wang & Schwarz, 2009).

3.5.4.2. Η φωτοηλεκτρονική φασματοσκοπία

Η φωτοηλεκτρονική φασματοσκοπία (PhotoElectron Spectroscopy, PES) αποτελεί μια εξαιρετική τεχνική μελέτης των ατομικών και μοριακών ηλεκτρονιακών ενεργειακών σταθμών και στηρίζεται στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο (Einstein, 1905· Hertz, 1887· Price & Turner, 1970· Siegbahn, 1981). Έτσι, όταν ένα υψηλής ενέργειας φωτόνιο προσπέσει σε ένα άτομο ή ένα μόριο, προκαλεί την απόσπαση ενός ηλεκτρονίου από αυτό. Σε ένα δείγμα πολλών ατόμων ή μορίων τα ηλεκτρόνια που εκφεύγουν του ηλεκτρονιακού νέφους αποκτούν διάφορες κινητικές ενέργειες. Το

αντικείμενο της φωτοηλεκτρονικής φασματοσκοπίας είναι η μέτρηση αυτών των ενεργειών και η εξαγωγή συμπερασμάτων για την αντίστοιχη ηλεκτρονική δομή. Η τεχνική αυτή είναι εξαιρετικά χρήσιμη και στη μελέτη υλικών, μιας που μπορεί να προσδιορίσει όχι μόνο τη στοιχειακή αναλογία σε μια επιφάνεια, αλλά και την ηλεκτρονική κατάσταση στην οποία βρίσκονται τα άτομα των εμπλεκόμενων στοιχείων. Ακολούθως, θα δώσουμε τις βασικές αρχές της τεχνικής αυτής υπό το πρίσμα των απαιτούμενων, για τη Γ' Λυκείου, γνώσεων.

Η αρχή της τεχνικής φαίνεται στο Σχήμα 1. Σε αυτό απεικονίζονται, καταρχάς, 3 ατομικά τροχιακά, τα οποία είναι πλήρως κατειλημμένα από τον κατάλληλο αριθμό ηλεκτρονίων σε ένα άτομο A. Κάθε ηλεκτρόνιο συγκρατείται στο σχετικό τροχιακό, λόγω της έλξης του πυρήνα, με μια χαρακτηριστική ενέργεια δέσμωσης (binding energy, BE). Ο όρος *ενέργεια δέσμωσης* προτιμάται εδώ έναντι του όρου *ενέργεια ιοντισμού* για την αποφυγή παρανοήσεων, διότι ο δεύτερος όρος συνδέεται συνήθως με την ελάχιστη απαιτούμενη ενέργεια που απαιτείται για τον ιοντισμό ενός ατόμου. Επομένως, πρόκειται για την ενέργεια που απαιτείται για την απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου από το υψηλότερης ενέργειας κατειλημμένο ατομικό τροχιακό. Αντίθετα, με την PES επιδιώκεται ο ιοντισμός των ηλεκτρονίων από οποιοδήποτε τροχιακό. Έτσι, ένα δείγμα ατόμων ακτινοβολείται με φωτόνια συχνότητας ν (αναπαρίστανται από τα κυματιστά βέλη). Αν η ενέργεια αυτών των φωτονίων ($h\nu$) είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια δέσμωσης των ηλεκτρονίων, τότε αυτά θα εκφύγουν της έλξης του πυρήνα και θα αποκτήσουν κινητική ενέργεια (KE). Οι ενέργειες $h\nu$, BE και KE συνδέονται στη διαδικασία του φωτοϊοντισμού των ατόμων A (εξίσωση (1)) μέσω της Αρχής Διατήρησης της Ενέργειας (εξίσωση (2)). Στις ακόλουθες εξισώσεις E_A είναι η ενέργεια της θεμελιώδους κατάστασης του ατόμου A, E_{A^+} η ενέργεια του αντίστοιχου κατιόντος, ενώ E_{e^-} είναι η ενέργεια του «εκτινασσόμενου» φωτοηλεκτρονίου, η οποία είναι κινητική. Η ενέργεια δέσμωσης BE προκύπτει από τη διαφορά μεταξύ των ενεργειών E_A και E_{A^+} .



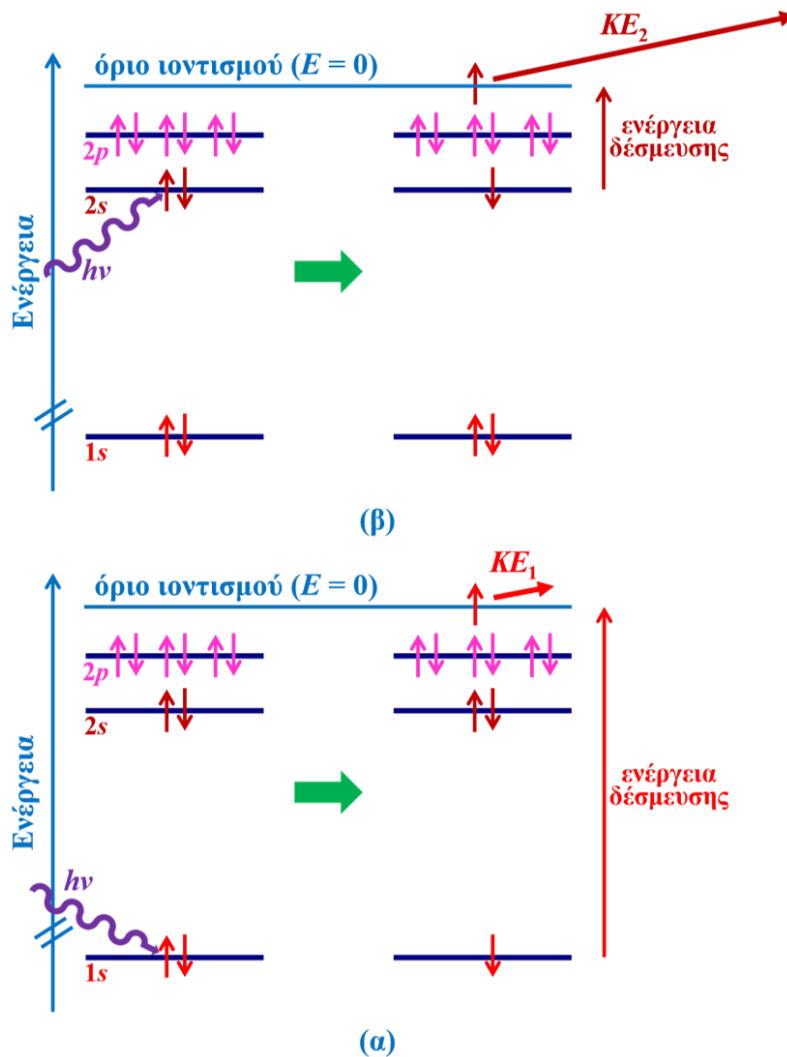
$$E_A + h\nu = E_{A^+} + E_{e^-} \quad \Rightarrow$$

$$h\nu = (E_{A^+} - E_A) + E_{e^-} \quad \Rightarrow$$

$$h\nu = BE + KE \quad (2)$$

Σημειώνεται ότι στην περίπτωση στερεών δειγμάτων στην εξίσωση (2) περιλαμβάνεται και ένας ακόμα ενεργειακός όρος, το *έργο εξαγωγής* ϕ . Ο συγκεκριμένος όρος στην πράξη εξαλείφεται μέσω κατάλληλης βαθμονόμησης του οργάνου. Επομένως, αναφορά σε αυτόν τον όρο, τις αιτίες που προκαλούν την εισαγωγή του αλλά και στις τεχνικές για την εξάλειψή του ξεφεύγουν από τις απαιτήσεις του παρόντος Προγράμματος Σπουδών.

Από την ανωτέρω ανάλυση, αναμένεται ο/η μαθητής/-τρια, να μπορεί να συνάγει ότι, αφού τα φωτόνια σε ένα πείραμα PES έχουν όλα την ίδια ενέργεια, τότε τα ηλεκτρόνια που συγκρατούνται από τον πυρήνα με μεγαλύτερη ενέργεια δέσμωσης θα κινηθούν με μικρότερη κινητική ενέργεια προς τον ανιχνευτή. Αυτή η διαπίστωση είναι καθοριστική για την κατανόηση της φωτοηλεκτρονικής φασματοσκοπίας.



Σχήμα 1: Σχηματικό διάγραμμα της πορείας του φωτοϊοντισμού στη φασματοσκοπία PES. Τα μήκη των βελών που αναπαριστούν την κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων (KE) είναι ενδεικτικά του μεγέθους αυτής (περίπτωση (α) έναντι περίπτωσης (β)).

Στη διεθνή βιβλιογραφία η φωτοηλεκτρονική φασματοσκοπία, καθώς και οι σύγχρονες εφαρμογές της περιγράφονται σε πλήθος άρθρων, βιβλιογραφικών ανασκοπήσεων και βιβλίων. Ενδεικτικά μόνο αναφέρονται τα ακόλουθα, τα οποία δίνουν έμφαση στη χημική εκπαίδευση και όχι στην επιστημονική έρευνα: (Bock & D. Mollere, 1974· Hercules, 2004· Hercules & Hercules, 1984· James, 1971· Lucchesi & Lester, 1973). Επιπλέον η προσφορά της φασματοσκοπίας PES καλύπτεται και σε βιβλία Γενικής Χημείας ευρείας κυκλοφορίας, όπως τα (Ebbing & Gammon, 2013· Oxtoby et al., 2016) και βεβαίως και σε πιο ειδικά (Bancroft & Hu, 1999· Banwell & McCash, 1994· CasaXPS, 2013· Ellis et al., 2005· Harris & Bertolucci, 1989· Van der Heide, 2012). Η φωτοηλεκτρονική φασματοσκοπία βρίσκει ευρεία εφαρμογή και ως μοριακή φασματοσκοπία. Βάσει αυτής τεκμηριώνεται η ενεργειακή σειρά των ατομικών καταστάσεων ($3^{\text{ο}}$ κανόνας του Hund) και ευρίσκεται η ενεργειακή σειρά των μοριακών τροχιακών μιας ένωσης (για παράδειγμα στο N_2 , εν αντιθέσει προς το O_2 , η στάθμη $1\pi_u$ είναι κάτω από τη $5\sigma_g$ (αλληλεπίδραση $2p_z - 2p_z$) (Oxtoby et al., 2016)). Τέλος, το 2014 η φασματοσκοπία PES εισήχθη στο AP Chemistry (Benigna, 2014· College Board, 2019). Σημειώνεται ότι μια διδακτική προσέγγιση της εισαγωγής των στιβάδων και υποστιβάδων στην ατομική δομή, αντίστοιχη με αυτήν που επιλέγεται για τον παρόντα Οδηγό, έχει παρουσιαστεί στο

βιβλίο γενικής χημείας των (Spencer et al., 2010). Το συγκεκριμένο βιβλίο αποτελεί προϊόν της δουλειάς της επιτροπής της American Chemical Society για την αναμόρφωση των προγραμμάτων σπουδών της Γενικής Χημείας (Hixson, 2013· Lloyd & Spencer, 1994· Pazicni et al., 2021).

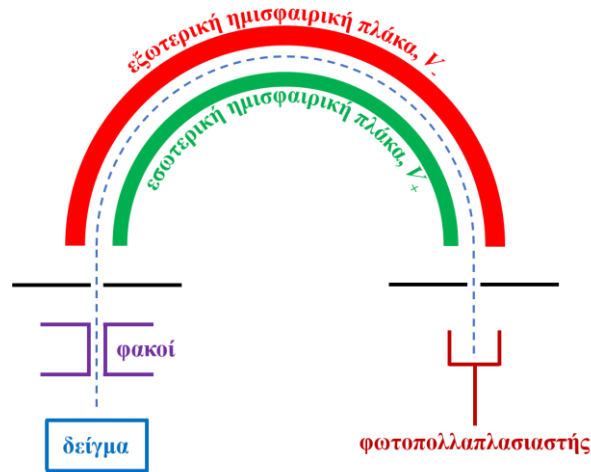
3.5.4.3. Οργανολογία και φάσματα PES

Κατά τον 1^ο ιοντισμό ενός ατόμου, απομακρύνεται το ηλεκτρόνιο, το οποίο είναι πιο «χαλαρά» συνδεδεμένο στον πυρήνα. Επομένως, απαιτείται φωτόνιο σχετικά μικρής ενέργειας. Συχνά αυτό αντιστοιχεί στο υπεριώδες τμήμα του φάσματος, με ενέργειες ~ 0,3 - 100 MJ/mol. Για παράδειγμα, για να επιτευχθεί ο ιοντισμός από το άτομο του νατρίου απαιτείται περίπου 0,5 MJ/mol. Το ίδιο συμβαίνει και κατά την απομάκρυνση των ηλεκτρονίων σθένους από διάφορα μόρια. Στην περίπτωση που είναι ζητούμενο η ανάλυση των ενεργειών δέσμευσης τέτοιων ηλεκτρονίων συνήθως χρησιμοποιείται, ως πηγή ακτινοβολίας, μια λάμπα He, η οποία εκπέμπει υπεριώδες φως ($\lambda_{em} = 58,4 \text{ nm}$). Η αντίστοιχη τεχνική καλείται *φωτοηλεκτρονική φασματοσκοπία υπεριώδους (UPS)*.

Αντίθετα, προκειμένου να καταστεί δυνατή η απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου από τις εσωτερικές στιβάδες, η ενέργεια που απαιτείται είναι κατά πολύ μεγαλύτερη και αντιστοιχεί στην περιοχή των ακτίνων Χ. Για παράδειγμα, για να απομακρυνθεί ένα ηλεκτρόνιο από τη στιβάδα K του νατρίου απαιτούνται ~ 103 MJ/mol.

Είναι προφανές ότι, αν ακτινοβοληθεί ένα δείγμα ατόμων νατρίου με ενέργεια 103 MJ/mol, τότε θα προκληθεί φωτοϊοντισμός όχι μόνο των ηλεκτρονίων της πρώτης στιβάδας, αλλά και ηλεκτρονίων από τη δεύτερη και την τρίτη (εξωτερική) στιβάδα (η ενέργεια δέσμευσης των ηλεκτρονίων των 2s και 2p τροχιακών του ατόμου του νατρίου είναι 3-6 MJ/mol). Επομένως, στην περίπτωση που είναι επιθυμητή η σάρωση μιας μεγάλης περιοχής ενεργειών με στόχο την ανίχνευση μεγάλου αριθμού φωτοηλεκτρονίων από τις εσωτερικές στιβάδες των ατόμων, τότε είναι απαραίτητη η χρήση μιας πηγής ακτίνων Χ. Η αντίστοιχη τεχνική καλείται *φωτοηλεκτρονική φασματοσκοπία ακτίνων Χ (XPS)*. Ως πηγή ακτίνων Χ χρησιμοποιείται μια δέσμη ηλεκτρονίων, με την οποία «βομβαρδίζεται» μια μεταλλική επιφάνεια τυπικά Mg ή Al (τυπική συχνότητα των πηγών στα 1253,6 eV και 1486,6 eV, αντιστοίχως).

Τα φωτοηλεκτρόνια που παράγονται από την ως άνω πορεία (Σχήμα 1) κινούνται προς ένα αναλυτή κινητικών ενεργειών (Σχήμα 2). Αυτός τυπικά αποτελείται από δύο ομόκεντρα κοίλα ημισφαίρια, τα οποία βρίσκονται υπό διαφορετική τάση. Τα φωτοηλεκτρόνια εντός του αναλυτή, με κατάλληλη ρύθμιση της διαφοράς δυναμικού μεταξύ των δύο επιφανειών, εκτελούν ημικυκλική κίνηση και φθάνουν σε ένα φωτοπολλαπλασιαστή (Skoog et al., 2014), όπου καταμετρούνται. Από την εφαρμοζόμενη διαφορά δυναμικού είναι δυνατόν να προσδιοριστεί η κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων (Lucchesi & Lester, 1973). Η όλη διάταξη είναι απαραίτητο να βρίσκεται εντός υψηλού κενού, διότι τα ηλεκτρόνια είναι εξαιρετικά δραστικά.



Σχήμα 2: Σχηματικό διάγραμμα της συνηθέστερα χρησιμοποιούμενης ανιχνευτικής διάταξης.

3.5.4.4. Πληροφορίες και συμπεράσματα από τα φάσματα PES

Τα φάσματα PES παρουσιάζονται ως γραφήματα της μεταβολής της έντασης του λαμβανόμενου σήματος (του αριθμού των φωτοηλεκτρονίων που φθάνουν στον ανιχνευτή) σε συνάρτηση με την ενέργεια δέσμησης. Μερικά τέτοια φάσματα φαίνονται στο Σχήμα 3. Από την παρατήρηση των φασμάτων PES μπορούν να προκύψουν σημαντικά συμπεράσματα:

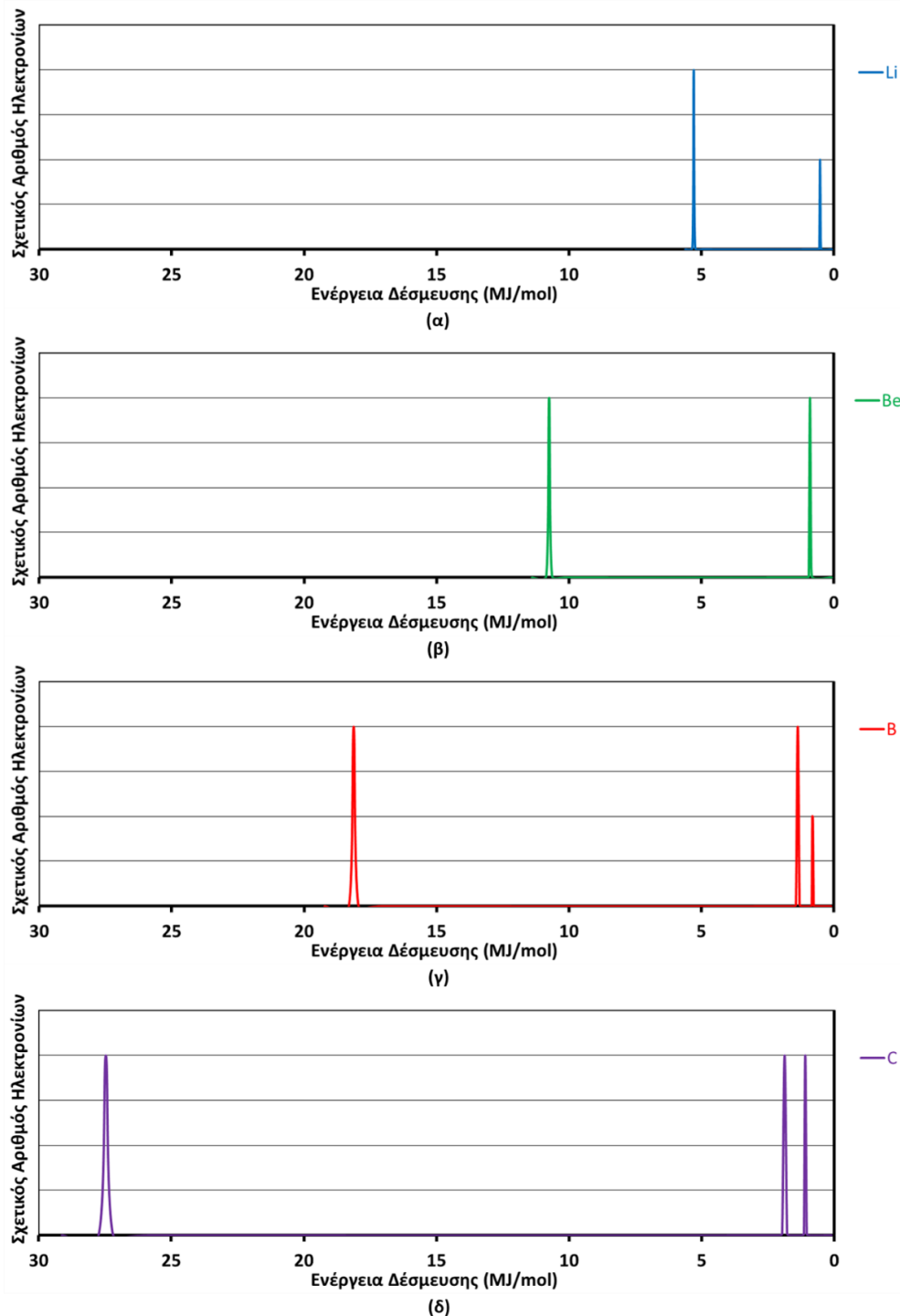
(α) Από το φάσμα του λιθίου (Σχήμα 3(α)) προκύπτει ότι τα ηλεκτρόνια του διατάσσονται σε δύο διαφορετικά ενεργειακά επίπεδα.

(β) Εύκολα συνάγεται ότι η πρώτη κορυφή, που αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη ενέργεια δέσμησης, αντιστοιχεί στο πρώτο ενεργειακό επίπεδο. Η απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου από αυτό το επίπεδο θα απαιτεί σχετικά μεγάλο ποσό ενέργειας, όπως προβλέπει και ο νόμος του Coulomb.

(γ) Από τη σύγκριση του φάσματος του λιθίου (Σχήμα 3(α)) με το αντίστοιχο του βηρυλλίου (Σχήμα 3(β)), μπορεί να προκύψει ότι η αναλογία των υψών των κορυφών αντιστοιχεί στην αναλογία του αριθμού των ηλεκτρονίων σε κάθε ενεργειακό επίπεδο. Το επιχείρημα είναι ορθό, μιας που η πιθανότητα απομάκρυνσης ενός ηλεκτρονίου από ένα ενεργειακό επίπεδο, εξαρτάται, προφανώς, από τον αριθμό των ηλεκτρονίων σε αυτό το επίπεδο. Επομένως, υπό ιδανικές συνθήκες, η επιφάνεια κάτω από μια κορυφή φάσματος PES δηλώνει και τον εκφυλισμό των αντίστοιχων τροχιακών.

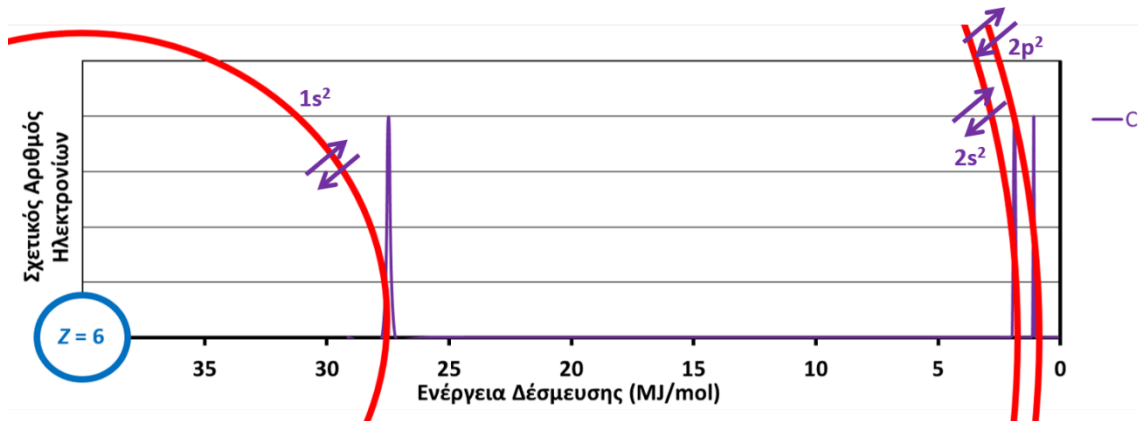
(δ) Οι μαθητές/-τριες έχοντας διδαχθεί στην Α' Λυκείου το πρότυπο του Bohr, γνωρίζουν ότι το βηρύλλιο και το βόριο στη θεμελιώδη τους κατάσταση αναμένεται να κατανέμουν τα ηλεκτρόνια τους στα δύο πρώτα ενεργειακά επίπεδα (${}_4\text{Be}: K(2) L(2)$ έναντι ${}_5\text{B}: K(2) L(3)$, αντιστοίχως). Όμως, από τη σύγκριση των φασμάτων PES αυτών (Σχήματα 3(β) και 3(γ)) προκύπτει ότι στο βόριο αίρεται ο εκφυλισμός των ηλεκτρονίων του δευτέρου επιπέδου, αφού παρατηρείται ένα ζεύγος κορυφών με μικρό ενεργειακό διαχωρισμό μεταξύ τους και αναλογία 2:1. Με αυτό τον τρόπο παρέχεται η ευκαιρία στους/στις διδάσκοντες/-ουσες να εισάγουν τις έννοιες των υποστιβάδων και των τροχιακών, στηρίζοντάς τες σε πειραματικά δεδομένα. Το φάσμα του C (Σχήμα 3(δ)) φανερώνει ότι αυτός ο διαχωρισμός του δεύτερου ενεργειακού επιπέδου διατηρείται και στα επόμενα στοιχεία.

(ε) Τα φάσματα PES επιτρέπουν τη σύγκριση των ενεργειών δέσμησης που αντιστοιχούν στην ίδια υποστιβάδα μεταξύ δυο ή περισσότερων ατόμων. Για παράδειγμα από το Σχήμα 3 γίνεται εμφανές ότι η ενέργεια δέσμησης του τροχιακού $1s$ αυξάνεται από το Li προς τον C. Υπό αυτό το πρίσμα, τα δεδομένα της PES μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου οι μαθητές/-τριες να μπορούν να συσχετίζουν την ηλεκτρονιακή διαμόρφωση των στοιχείων με τις ενέργειες των διαφορετικών υποστιβάδων τους και με τον τρόπο που μεταβάλλονται οι περιοδικές τους ιδιότητες.



Σχήμα 3: Προσομοίωση φασμάτων PES για τα (α) λίθιο, (β) βηρύλλιο, (γ) βόριο και (δ) άνθρακα

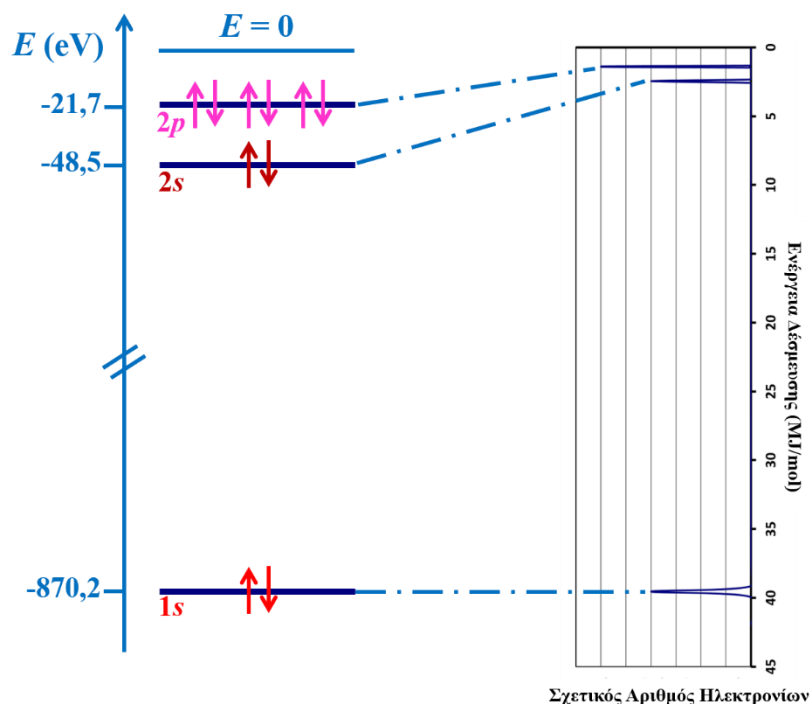
(στ) Με τον τρόπο που παρουσιάζονται τα φάσματα PES, οι μαθητές/-τριες θα μπορούν να φανταστούν τον πυρήνα του ατόμου στο σημείο τομής των αξόνων (Benigna, 2014· Hemling, 2019) και κινούμενοι/-ες από αριστερά προς τα δεξιά να συναντούν τα ενεργειακά επίπεδα των στιβάδων και των υποστιβάδων των υπό εξέταση ατόμων (Σχήμα 4). Φυσικά προσοχή θα πρέπει να δίδεται στο γεγονός ότι η ως άνω μετατόπιση γίνεται με όρους ενεργειακούς και όχι απόστασης (αν και υπάρχει συσχέτιση μεταξύ αυτών).



Σχήμα 4: Η ηλεκτρονιακή δομή του άνθρακα, όπως προκύπτει από το φάσμα PES.

(ζ) Οι ενέργειες σύνδεσης που λαμβάνονται από τη φωτοηλεκτρονική φασματοσκοπία συνδέονται με τις ενέργειες των ατομικών τροχιακών μέσω του θεωρήματος του Koopmans (Koopmans, 1934). Σύμφωνα με αυτό, η ενέργεια ιοντισμού (IE) ενός ηλεκτρονίου συνδέεται με την αντίστοιχη ενέργεια του τροχιακού από όπου φεύγει το ηλεκτρόνιο (ϵ) μέσω της εξίσωσης (6):

$$IE = -\epsilon \quad (6)$$



Σχήμα 5: Διάγραμμα ενεργειακών επιπέδων του Ne, όπως προκύπτει από το σχετικό φάσμα PES

Το θεώρημα του Koopmans στηρίζεται στην προσέγγιση των «παγωμένων» τροχιακών (*frozen orbital approximation*). Σύμφωνα με αυτή οι ενέργειες των τροχιακών του ιόντος που προκύπτει είναι οι ίδιες με τις ενέργειες των τροχιακών του αντίστοιχου ουδέτερου ατόμου. Αν και η προσέγγιση αυτή δεν είναι εντελώς ορθή (όπως και η προσέγγιση ότι οι κατακόρυφες ενέργειες ιοντισμού ταυτίζονται με τις αδιαβατικές (Ellis et al., 2005)), μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην περίπτωση μας για να κατασκευαστούν ενεργειακά διαγράμματα ατομικών τροχιακών, όπως αυτό του Σχήματος 5.

3.5.5. Σκοποί σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Πέρα από τα μαθησιακά αποτελέσματα που σχετίζονται απευθείας με τα απαιτούμενα στο Πρόγραμμα Σπουδών (*vide supra*), οι μαθητές/-τριες επιδιώκονται:

- (α) να συσχετίσουν πειραματικά δεδομένα προκειμένου να κάνουν υποθέσεις και κατόπιν να εξάγουν συμπεράσματα για την ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων των στοιχείων.
- (β) να αναπτύξουν τις ήπιες δεξιότητές τους, στα πλαίσια της ομαδοσυνεργατικής μάθησης.
- (γ) να γνωρίσουν μια από τις πολλές εφαρμογές της φασματοσκοπίας.

3.5.6. Διδακτική προσέγγιση και εφαρμογή

Οι ακόλουθες προτεινόμενες διδακτικές πορείες στηρίζονται στη μέθοδο της καθοδηγούμενης διερεύνησης και διεξάγονται σε ομάδες των 3-5 μαθητών/-τριών. Η καθοδήγηση των μαθητών/-τριών βαίνει μειούμενη. Οι μαθητές/-τριες συμμετέχουν βιωματικά στη νέα γνώση και χρησιμοποιούν τις γνώσεις και τις δεξιότητες που αποκτούν προκειμένου να την οικοδομήσουν.

3.5.7. Η κατανομή των ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες (1^η διδακτική ώρα)

Προαπαιτούμενα για την ενότητα αυτή είναι όσα περιεγράφηκαν σχετικά με το ατομικό φάσμα εκπομπής του υδρογόνου, τον ιοντισμό από το άτομο του υδρογόνου και το πρότυπο του Bohr (ενότητα 1.2), την ενεργειακή κατάταξη των στιβάδων στο άτομο του υδρογόνου (ενότητα 1.5 και ενότητα 2.1.3 του Προγράμματος Σπουδών της Α' Λυκείου) και τις αρχές της φωτοηλεκτρονιακής φασματοσκοπίας (ενότητα 1.6).

3.5.7.1. 1^η φάση: Ανάκληση γνώσεων

Ο/Η διδάσκων/-ουσα μοιράζει στους/στις μαθητές/-τριες σχετικό φύλλο εργασίας. Δείγμα τέτοιου φύλλου δίνεται στο Παράρτημα Ι (σελ. 271). Ακολούθως τους/τις καλεί να απαντήσουν στις Ερωτήσεις 1-6. Μέσω αυτών των ερωτήσεων συνδέει τις αποκτηθείσες γνώσεις στις προηγούμενες ενότητες και προετοιμάζει τους/τις μαθητές/-τριες για τη συνέχεια. Ενδεικτικός χρόνος για την 1^η φάση είναι **10 λεπτά**.

3.5.7.2. 2^η φάση: Από τις στιβάδες στις υποστιβάδες

Ο/Η διδάσκων/-ουσα ζητά από τους/τις μαθητές/-τριες του να απαντήσουν την Ερώτηση 7 σχετικά με την μετατόπιση της κορυφής των 1s ηλεκτρονίων από το υδρογόνο στο ήλιο. Η σχετική συζήτηση θα επεκταθεί έτσι στη διάρκεια της δεύτερης διδακτικής ώρας. Στη συνέχεια, με αφορμή τα φάσματα PES του βορίου και του άνθρακα, καλεί τους/τις μαθητές/-τριές του να αναγνωρίσουν την άρση του ενεργειακού εκφυλισμού των τροχιακών του δεύτερου ενεργειακού επιπέδου σε δύο υποστιβάδες, μια που «χωράει» 2 ηλεκτρόνια (τη 2s) και μια που «χωράει» 6 ηλεκτρόνια (τη 2p). Σε αυτή τη διδακτική ώρα είναι ζητούμενο οι μαθητές/-τριες να συσχετίσουν τα πειραματικά δεδομένα με τη θεωρία και να καταλήξουν στην ύπαρξη της άρσης του εκφυλισμού. Περαιτέρω συζήτηση θα γίνει τη δεύτερη διδακτική ώρα. Ενδεικτικός χρόνος για την ολοκλήρωση της ενότητας είναι **30 λεπτά**.

3.5.8. Η ενέργεια των τροχιακών (2η διδακτική ώρα)

3.5.8.1. 1^η φάση: Ανάκληση και εφαρμογή γνώσεων

Ο/Η εκπαιδευτικός μοιράζει σχετικό φύλλο εργασίας (Παράρτημα ΙΙ, σελ. 276) και ζητά από τους/τις μαθητές/-τριές του, με βάση τις γνώσεις που αποκόμισαν την προηγούμενη ώρα, να απαντήσουν στην Ερώτηση 11. Ακολούθως, τους ζητά να κατασκευάσουν ένα ποιοτικό ενεργειακό

διάγραμμα των ατομικών τροχιακών του αργιλίου. Οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να εργαστούν με τρόπο ανάλογο με αυτόν που παρουσιάζεται στο Σχήμα 5 ανωτέρω. Ενδεικτικός χρόνος για την ολοκλήρωση της 1^{ης} φάσης είναι **5 λεπτά**.

3.5.8.2.2^η φάση: Εξαγωγή συμπερασμάτων και συσχέτιση με τις περιοδικές ιδιότητες των στοιχείων

Η 2^η φάση είναι αφιερωμένη στην ενεργειακή πλευρά των τροχιακών. Οι μαθητές/-τριες καλούνται να παρατηρήσουν φάσματα PES και μέσω αυτών να καταλήξουν σε συμπεράσματα σχετικά με τις αλληλεπιδράσεις πυρήνα – ηλεκτρονίων. Σε αυτό το πλαίσιο δίνεται η ευκαιρία στον/στην εκπαιδευτικό να εισάγει την έννοια του *δραστικού πυρηνικού φορτίου* (Z_{eff}), η οποία διέπει όλες τις ενότητες του 1^{ου} Κεφαλαίου. Πιο συγκεκριμένα, ο/η διδάσκων/-ουσα συζητά με τους/τις μαθητές/-τριές του πιθανές απαντήσεις στην Ερώτηση 15 και ακολούθως εισάγει το Z_{eff} και δίνει την τελική απάντηση. Το Li παρουσιάζει ενέργεια δέσμησης για το 2s ηλεκτρόνιο του μικρότερη από την ενέργεια πρώτου ιοντισμού του H, διότι, ενώ το εξωτερικό ηλεκτρόνιο «αισθάνεται», λόγω θωράκισης, το ίδιο περίπου πυρηνικό φορτίο με το H, βρίσκεται σε μεγαλύτερη απόσταση από τον πυρήνα. Ενδεικτικός χρόνος είναι **20 λεπτά**.

Τέλος, οι μαθητές/-τριες ορμώμενοι/-ες από σχετικά φάσματα PES προβαίνουν στον σχεδιασμό νέων και συσχετίζουν τις ενέργειες δέσμησης των ηλεκτρονίων με τις περιοδικές ιδιότητες των στοιχείων. Ενδεικτικός χρόνος **20 λεπτά**. Ανάλογα με τους επιμέρους στόχους του/της διδάσκοντα/-ουσας η 2^η φάση μπορεί να επεκταθεί σε 2 διδακτικές ώρες.

3.5.9. Παρατηρήσεις επί του πλαισίου εισαγωγής της φωτοηλεκτρονικής φασματοσκοπίας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση και απαραίτητες προσαρμογές

(α) Προκειμένου να υπάρχει η μέγιστη δυνατή συνάφεια της ενότητας με τις υπόλοιπες Θεματικές Ενότητες των μαθημάτων της Χημείας προτείνεται η ενέργεια δέσμησης (που τίθεται στον άξονα των τετμημένων στα ανωτέρω φάσματα) να εκφράζεται σε MJ/mol, αντί της συνήθους μονάδος του eV (Benigna, 2014). Οι δύο μονάδες συνδέονται μέσω των σχέσεων (3) και (4):

$$1 \text{ MJ/mol} = 10,364 \text{ eV} \quad (3)$$

$$1 \text{ eV} = 96.485 \text{ MJ/mol} \quad (4)$$

Για τους/τις εκπαιδευτικούς μπορεί να φανεί χρήσιμος και ο κάτωθι μετασχηματισμός:

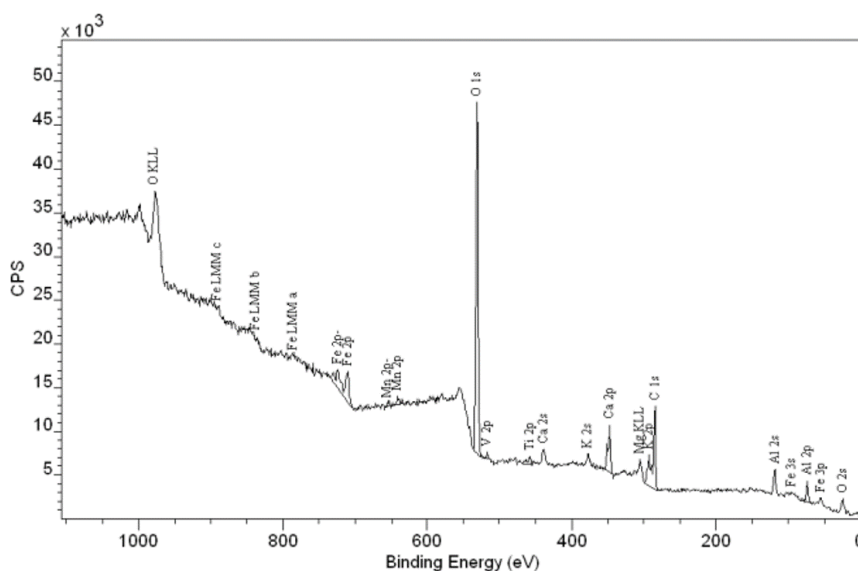
$$1 \text{ Ryd} = 0,5 \text{ Ha} = 13,606 \text{ eV} \quad (5)$$

Όπως διαπιστώνεται από το Σχήμα 3, η ενέργεια δέσμησης αυξάνεται προς τα αριστερά. Επομένως, η κινητική ενέργεια που αποκτούν τα ηλεκτρόνια που ιοντίζονται αυξάνεται προς τα δεξιά. Ως άξονας τεταγμένων τίθεται ο σχετικός αριθμός των ηλεκτρονίων ή η ένταση του σήματος ή ο αριθμός των ηλεκτρονίων που φθάνουν στον ανιχνευτή ανά s.

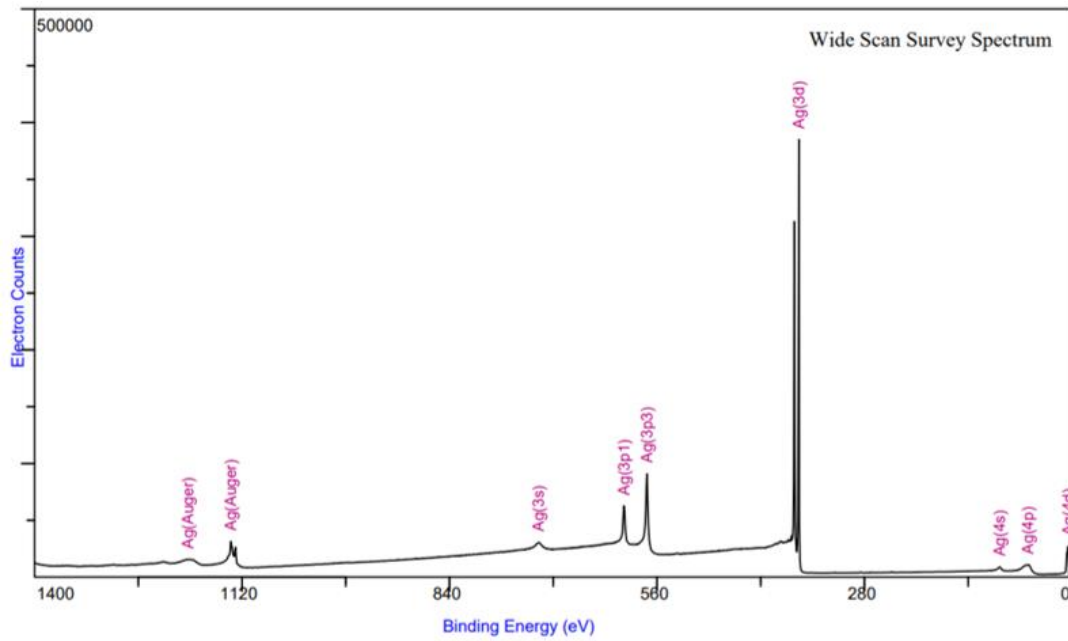
(β) Τα φάσματα που φαίνονται στο Σχήμα 3 είναι *προσομοιώσεις* των πραγματικών. Στο πλαίσιο της εισαγωγής της PES στο Πρόγραμμα Σπουδών της Χημείας προτείνεται να γίνεται χρήση τέτοιων φασμάτων (γραφήματα χωρίς έντονο υπόβαθρο, θόρυβο, κορυφές που προκύπτουν από μεταπτώσεις Auger ή διαχωρισμό *spin-orbit*, κορυφές από άλλα στοιχεία κτλ.) και όχι πραγματικών. Οι μαθητές/-τριες παρατηρώντας τέτοια φάσματα θα μπορούν να εξάγουν άμεσα τις πληροφορίες

που αποζητούν και ακολούθως θα μπορούν να προβούν σε συγκρίσεις και συμπεράσματα. Σε περίπτωση που εκπαιδευτικοί επιλέξουν να παρουσιάσουν πραγματικά φάσματα στους/στις μαθητές/-τριές τους, θα πρέπει σε αυτά να υποδεικνύονται ξεκάθαρα οι κορυφές που συνδέονται με την αναπτυσσόμενη θεωρία (ενέργειες δέσμευσης από συγκεκριμένα ενεργειακά επίπεδα). Επιπροσθέτως, η ανάλυση φασμάτων από μίγματα χημικών ουσιών ξεφεύγει από τους στόχους του παρόντος Προγράμματος Σπουδών.

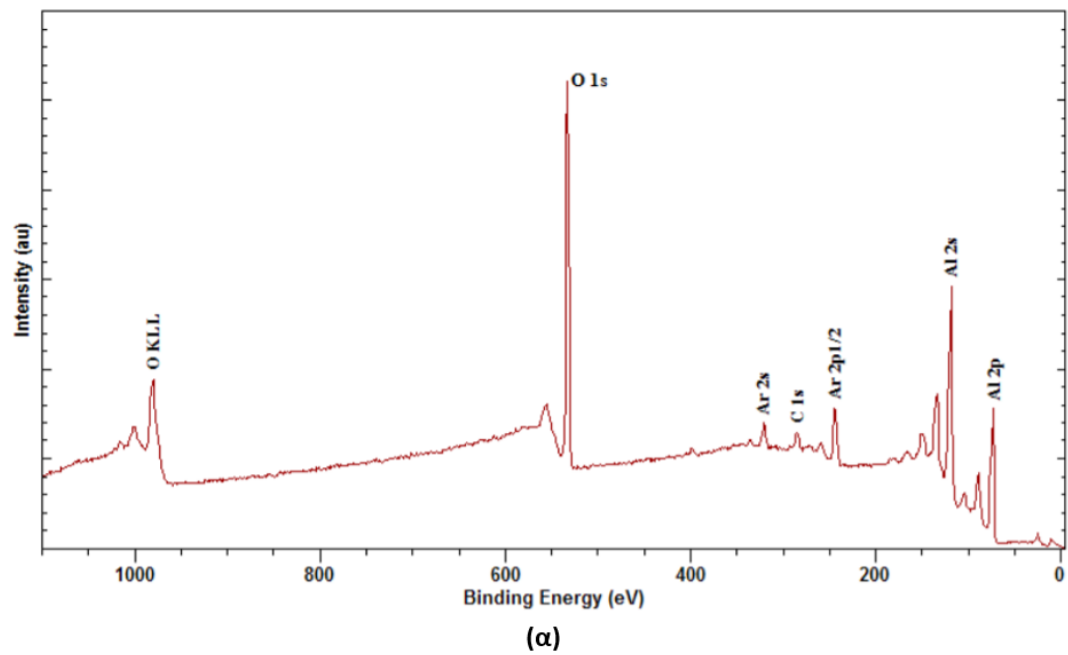
Μερικά πραγματικά φάσματα PES φαίνονται στα Σχήματα 6-8. Ειδικότερα, στο Σχήμα 8(α) παρουσιάζεται το πειραματικό φάσμα XPS αργιλίου, καθώς και η αντίστοιχη προσομοίωσή του (Σχήμα 8(β)). Από τη σύγκριση των δύο γραφημάτων είναι πρόδηλο ότι στο πραγματικό φάσμα υπάρχει έντονο υπόβαθρο, το οποίο, μεταξύ άλλων, αλλοιώνει και την αναμενόμενη αναλογία μεταξύ των επιφανειών των κορυφών (π.χ. η κορυφή που προκύπτει από τα 2s ηλεκτρόνια του Al είναι μικρότερη από την αντίστοιχη των 2p ηλεκτρονίων). Στην πράξη υπάρχουν τεχνικές αφαίρεσης του υποβάθρου.



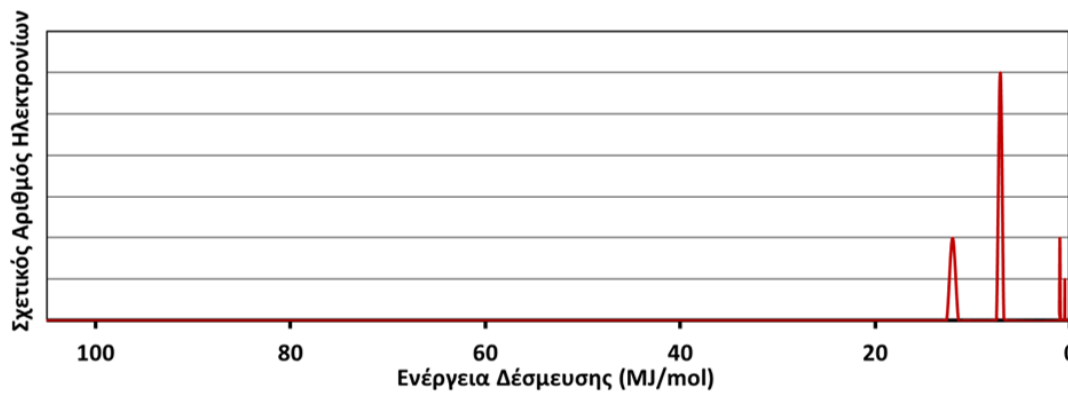
Σχήμα 6: Φάσμα XPS δείγματος που αποτελείται από αρκετά χημικά στοιχεία. Διακρίνονται οι χαρακτηριστικές κορυφές αυτών (CasaXPS, 2013).



Σχήμα 7: Φάσμα XPS δείγματος αργύρου (Crist, 1999).



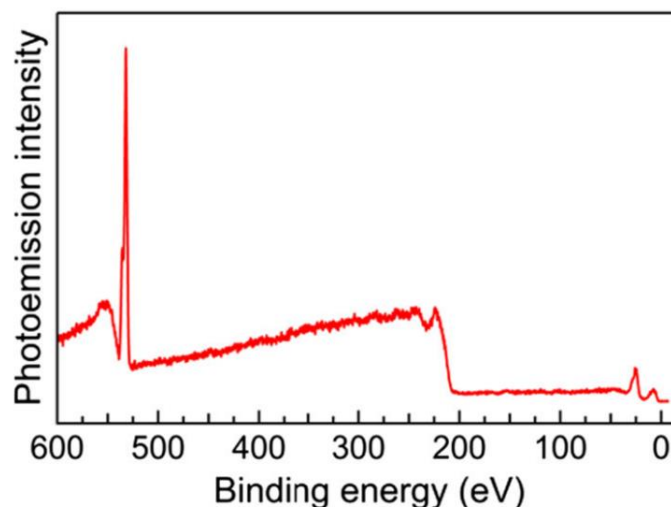
(α)



(β)

Σχήμα 8: (α) Φάσμα XPS μεταλλικού Al που έχει οξειδωθεί επιφανειακά προς Al_2O_3 (CasaXPS, 2013).
(β) Προσομοίωση φάσματος PES αργιλίου στην ίδια ενεργειακή περιοχή με το (α).

Από το φάσμα του Σχήματος 8(α) λείπουν και οι κορυφές από τα ηλεκτρόνια των τροχιακών σθένους 3s και 3p. Αυτό συμβαίνει γενικά στην περίπτωση των στερεών δειγμάτων στη φασματοσκοπία XPS, διότι αυτά τα ηλεκτρόνια εκτινάσσονται από τα άτομα με εξαιρετικά μεγάλες ταχύτητες, με αποτέλεσμα να κτυπούν στα τοιχώματα του ανιχνευτή και να μην μπορούν να καταγραφούν. Επομένως, είναι αδύνατον να μετρηθούν με XPS. Βεβαίως, σε νεότερα όργανα που συνδυάζουν πηγές X-Ray και UV το πρόβλημα μπορεί να λυθεί, όπως και με την, κατά περίπτωση, εισαγωγή αερίων δειγμάτων (Σχήμα 9). Σε προσομοιώσεις φασμάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν δεδομένα από συνδυασμό τεχνικών X-Ray και UV και να προστεθούν κατάλληλα οι κορυφές που λείπουν, όπως είναι συνήθως η κορυφή που αντιστοιχεί στην ενέργεια του πρώτου ιοντισμού. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές/-τριες θα έχουν στη διάθεσή τους απλά στην όψη φάσματα (ένα για κάθε υπό εξέταση στοιχείο), τα οποία θα διαθέτουν αποκλειστικά τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες. Από το πραγματικό φάσμα δείγματος Al λείπει και η κορυφή που αντιστοιχεί στα ηλεκτρόνια 1s. Αυτό συμβαίνει διότι αυτή η κορυφή εμφανίζεται σε πολύ υψηλές ενέργειες (~ 151 MJ/mol). Στην πράξη κατά τη λήψη φάσματος PES σαρώνεται συγκεκριμένη περιοχή ενεργειών δέσμευσης. Αντίθετα προς τα παραπάνω αναγραφόμενα, στο πραγματικό φάσμα του αργιλίου εμφανίζονται για διάφορους λόγους και κορυφές που ανήκουν σε άλλα στοιχεία, όπως π.χ. στο O και το Ag. Από όλα τα ανωτέρω παραδείγματα γίνονται ξεκάθαροι οι λόγοι για τους οποίους προτιμώνται οι προσομοιώσεις φασμάτων έναντι των πραγματικών.



Σχήμα 9: Φάσμα XPS επιφάνειας πάγου, στο οποίο διακρίνονται οι κορυφές που προέρχονται από τον ιοντισμό των 1s, 2s και 2p ηλεκτρονίων του οξυγόνου στα 533 eV, 25 eV και 7 eV, αντιστοίχως (Orlando et al., 2016).

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι ενέργειες δέσμευσης των 36 πρώτων στοιχείων του Περιοδικού Πίνακα, όπως παρουσιάζονται από τον Van der Heide (Van der Heide, 2012). Επιπλέον στον εν λόγω πίνακα έχουν προστεθεί και ενέργειες δέσμευσης ηλεκτρονίων σθένους καθώς και ενέργειες πρώτου ιοντισμού (Mann, Meek, & Allen, 2000· Mann, Meek, Knight, et al., 2000· Shirley et al., 1977). Σημειώνεται ότι για κάποιες τιμές ενεργειών που αναφέρονται σε καταστάσεις που προκύπτουν από τη σύζευξη *spin-orbit* δίνεται ο μέσος όρος. Όμως, ειδικά για τα βαρύτερα στοιχεία, μια κορυφή αντί για δύο θα παρατηρούνταν μόνο σε φασματομέτρα πολύ χαμηλής ανάλυσης.

Πίνακας 1: Ενέργειες δέσμησης των 30 πρώτων στοιχείων, σε MJ/mol

Z	Στοιχείο	1s	2s	2p _{1/2}	2p _{3/2}	3s	3p _{1/2}	3p _{3/2}	3d _{3/2}	3d _{5/2}	4s
1	H (H ₂ αέριο)	1,3									
2	He	2,4									
3	Li	5,3	0,5								
4	Be	10,8	0,9								
5	B	18,1	1,4	0,8							
6	C (γραφίτης)	27,5	1,9	1,1							
7	N (αέριο)	39,6	3,6	1,4							
7	N (ιοντικό στερεό)	38,5	1,2								
8	O (αέριο)	52,4	4,0	1,3							
8	O (ιοντικό στερεό)	51,2	2,0								
9	F (F ₂ αέριο)	67,2	3,9	1,7							
9	F (ιοντικό στερεό)	66,2	3,0	2,4							
10	Ne (αέριο)	84,0	4,7	2,1	2,1						
11	Na	103,3	6,1	3,0	3,0	0,5					
12	Mg	125,7	8,6	4,8	4,8	0,7					
13	Al	150,5	11,4	7,0	7,0	1,1	0,6				
14	Si	177,4	14,4	9,6	9,6	1,5	0,8				
15	P	207,0	18,2	13,1	13,0	1,95	1,0				
16	S	238,5	22,3	15,8	15,7	2,2	1,0				
17	Cl (Cl ₂ αέριο)	272,3	26,1	19,5	19,4	2,4	1,25				

17	Cl (ιοντικό στερεό)	0,0	26,1	19,5	19,3						
18	Ar (αέριο)	309,3	31,5	24,2	24,0	2,8	1,5				
19	K	348,2	36,5	28,7	28,4	3,4	1,8				0,4
20	Ca	389,7	42,3	33,7	33,4	4,3	2,5				0,6

Πίνακας 1: Ενέργειες δέσμωσης των 30 πρώτων στοιχείων, σε MJ/mol (συνέχεια)

Z	Στοιχείο	1s	2s	2p _{1/2}	2p _{3/2}	3s	3p _{1/2}	3p _{3/2}	3d _{3/2}	3d _{5/2}	4s
21	Sc	433,4	48,1	38,9	38,5	4,9	2,7		0,8	0,6	
22	Ti	479,2	54,1	44,4	43,8	5,7	3,1		0,9	0,7	
23	V	527,3	60,5	50,2	49,4	6,4	3,6		1,0	0,7	
24	Cr	577,9	67,2	56,3	55,4	7,1	4,1		1,0	0,7	
25	Mn	630,9	74,2	62,7	61,6	7,9	4,6		1,1	0,8	
26	Fe	686,2	81,5	69,5	68,2	8,8	5,1	5,1	1,1	0,8	
27	Co	743,8	89,3	76,5	75,1	9,7	5,7	5,7	1,2	0,8	
28	Ni	804,0	97,3	83,9	82,3	10,7	6,6	6,5	1,1	0,8	
29	Cu	866,4	105,8	91,9	90,0	11,8	7,5	7,2	1,3	0,8	
30	Zn	932,0	115,4	100,8	98,6	13,5	8,8	8,6	1,7	0,9	

(γ) Όταν ένα ηλεκτρόνιο εκφεύγει ενός ατόμου, αφήνει πίσω του ένα κενό. Είναι δυνατόν ένα ηλεκτρόνιο που κείται σε ένα υψηλότερο ενεργειακά τροχιακό να μεταπέσει στη θέση του προηγούμενου, εκλύοντας παράλληλα ένα φωτόνιο (*φθορισμός*). Επιπροσθέτως, αυτό το φωτόνιο είναι δυνατόν να διεγείρει άλλα ηλεκτρόνια και κάποιες φορές να οδηγήσει στην εκπομπή ενός ακόμα φωτοηλεκτρονίου. Οι μεταπτώσεις ηλεκτρονίων που σχετίζονται με το τελευταίο φαινόμενο καλούνται *μεταπτώσεις Auger*. Η συζήτηση των ως άνω πορειών **δεν** περιλαμβάνεται στους στόχους του παρόντος Προγράμματος Σπουδών. Το ίδιο ισχύει και για τους ιοντισμούς στους οποίους εμπλέκονται καταστάσεις *spin-orbit* (Harris & Bertolucci, 1989). Τα αποτελέσματα δε της ομώνυμης σύζευξης γίνονται περισσότερο εμφανή σε στοιχεία με $Z > 36$.

3.5.10. Επεκτάσεις και σύνδεση με την καθημερινότητα του/της χημικού

Καταρχάς με την εισαγωγή της φωτοηλεκτρονιακής φασματοσκοπίας οι μαθητές/-τριες εργάζονται σε δεδομένα ενεργειών ιοντισμού και καλούνται βάσει αυτών να εξαγάγουν συμπεράσματα. Επομένως, η σχετική συζήτηση για τις ενέργειες πρώτου ιοντισμού, την ατομική ακτίνα και την ηλεκτραρνητικότητα (C. Allen, 1989· Mann, Meek, & Allen, 2000· Mann, Meek, Knight, et al., 2000· Spencer et al., 2010) καθώς και τον τρόπο που αυτές μεταβάλλονται σε μια ομάδα και μια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα μπορεί να υποστηριχτεί πλήρως από τα δεδομένα που παρουσιάζονται στην παρούσα ενότητα. Εναλλακτικά μπορούν οι ενότητες 1.9.3 και 1.9.4 να μεταφερθούν στην ενότητα 1.7.

Επιπλέον, με βάση δεδομένα ΧPS για οργανικά μόρια (Calzaferri, 1999· Gupta et al., 2014), δύναται να συζητηθούν σε νέα βάση τόσο οι κανόνες απόδοσης αριθμού οξειδωσης (ενότητες 3.1 και 8.6) όσο και η επίδραση των υποκαταστατών στις ιδιότητες μιας λειτουργικής ομάδας (έννοια της χημικής μετατόπισης), όπως π.χ. στην περίπτωση της ισχύος των καρβοξυλικών οξέων (ενότητες 7.2.1 και 8.7).

Οι ενότητες 1.6 και 1.7 εισάγουν τους/τις μαθητές/-τριες στις φασματοσκοπικές τεχνικές (ενότητες 2.1-2.4). Η φασματοσκοπία είναι ο τομέας της επιστημονικής γνώσης, ο οποίος στοχεύει στη μελέτη της αλληλεπίδρασης της ύλης με το φως και γενικότερα με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Ιστορικά αποτελεί εκ των θεμελιωδών λίθων των θετικών επιστημών, μιας που παρέχει τη σύνδεση ανάμεσα στον κόσμο των ατόμων και των μορίων, με τον μακρόκοσμο, τον κόσμο των υλικών. Μέσω των φασματοσκοπικών τεχνικών χτίζεται η γέφυρα που συνδέει την ατομική και τη μοριακή δομή με τις παρατηρούμενες ιδιότητες του κόσμου γύρω μας π.χ. με το χρώμα ενός υφάσματος. Παράλληλα δίνει εν μέρει απάντηση στο κλασικό σχολικό ερώτημα «και πού τα ξέρουμε όλα αυτά;».

3.5.11. Χρήσιμες ιστοσελίδες

- (α) NIST X-ray Photoelectron Spectroscopy Database: <https://srdata.nist.gov/xps/>.
- (β) X-Ray data booklet: <https://xdb.lbl.gov/>.
- (γ) X-Ray properties of the elements: https://xdb.lbl.gov/Section1/Periodic_Table/X-ray_Elements.html.
- (δ) XPS elements table: <https://xpssimplified.com/periodictable.php>.
- (ε) XPS spectra: <http://techdb.podzzone.net/eindex.html>.

3.5.12. Αναφορές

- Bancroft, G. M. & Hu, Y. F. (1999). Photoelectron spectra of inorganic and organometallic molecules in the gas phase using synchrotron radiation. In E. I. Solomon & A. B. P. Lever (Eds.), *Inorganic electronic structure and spectroscopy*. John Wiley & Sons, Inc.
- Banilower, E. R. S., Sean, P., Weiss, I. R., Malzahn, K. M., Campbell, K. M. & Weis, A. M. (2013). *Report of the 2012 National Survey of Science and Mathematics Education*.
- Banwell, C. N. & McCash, E. M. (1994). *Fundamentals of molecular spectroscopy*. McGraw Hill.
- Benigna, J. (2014). Photoelectron Spectroscopy in Advanced Placement Chemistry. *J. Chem. Educ.*, 91(9), 1299–1305.
- Bock, H. & D. Mollere, P. (1974). Photoelectron spectra. An experimental approach to teaching molecular orbital models. *J. Chem. Educ.*, 51(8).
- Bonneau, M. (1991). The quantum shoe store and electron structure. *J. Chem. Educ.*, 68(10), 837.

- C. Allen, L. (1989). Electronegativity is the average one-electron energy of the valence-shell electrons in ground-state free atoms. *J. Am. Chem. Soc.*, 111(25), 9003–9014. <https://doi.org/10.1021/ja00207a003>
- Calzaferri, G. (1999). Oxidation Numbers. *J. Biol. Educ.*, 76(3), 362.
- CasaXPS. (2013). *CasaXPS manual*. http://www.casaxps.com/help_manual/manual_updates/xps_spectra.pdf
- College Board (Ed.). (2019). *AP Chemistry Course and Exam Description*. College Board.
- Crist, V. (1999). *PDF handbooks of monochromatic XPS spectra*. XPS International, LLC. https://www.xpsdata.com/HB1_demo.pdf
- Ebbing, D. & Gammon, S. D. (2013). *General Chemistry* (10 (Ed.)).
- Einstein, A. (1905). Über einen die erzeugung und verwandlung des lichtet betreffenden heuristischen gesichtspunkt. *Annalen Der Physik*, 322(6), 132–148.
- Ellis, A. M., Feher, M. & Wright, T. (2005). *Electronic and Photoelectron Spectroscopy: Fundamentals and Case Studies*. Cambridge University Press.
- Gabel, D. L. (1983). What High School Chemistry Texts Do Well and What They Do Poorly. *Sci. Educ.*, 60(10), 893.
- Garofalo, A. (1997). Housing electrons: relating quantum numbers, energy levels, and electron configuration. *J. Chem. Educ.*, 74(6), 709.
- Grenda, S. C. (1988). A simple mnemonic device for electron configuration. *J. Chem. Educ.*, 65(8), 697.
- Gupta, V., Ganegoda, H., H. Engelhard, M., Terry, J. & R. Linford, M. (2014). Assigning oxidation states to organic compounds via predictions from X-ray photoelectron spectroscopy: A discussion of approaches and recommended improvements. *J. Chem. Educ.*, 91(2), 232–238.
- Harris, D. C. & Bertolucci, M. D. (1989). *Symmetry and spectroscopy: An introduction to vibrational and electronic spectroscopy*. Dover Publications, Inc.
- Hemling, M. (2019). *How I fell in love with PES*. <https://www.chemedx.org/blog/how-i-fell-love-pes>
- Hercules, D. M. (2004). Electron spectroscopy: Applications for chemical analysis. *J. Chem. Educ.*, 81(12), 1751.
- Hercules, D. M. & Hercules, S. H. (1984). Analytical chemistry of surfaces. Part II. Electron spectroscopy. *J. Chem. Educ.*, 61(6), 483.
- Hertz, H. (1887). Ueber einen einfluss des ultravioletten lichtet auf die electriche entladung. *Annalen Der Physik*, 267(8), 983–1000.
- Hixson, S. H. (2013). Trends in NSF-Supported Undergraduate Chemistry Education, 1992-2012. In *ACS Symp. Ser.*
- Hovland, A. (1986). Aufbau on a chessboard. *J. Chem. Educ.*, 63(7), 607.
- James, T. L. (1971). Photoelectron spectroscopy. *J. Chem. Educ.*, 48(11), 712.
- Koopmans, T. (1934). Über die zuordnung von wellenfunktionen und eigenwerten zu den einzelnen elektronen eines atoms. *Physica*, 1(1–6), 104–113.
- Krupshaw, M. & Ng, G. (1972). Electron configuration diagram. *J. Chem. Educ.*, 49(6), 433.
- Lloyd, B. W. & Spencer, J. N. (1994). The Forum: New Directions for General Chemistry: Recommendations of the Task Force on the General Chemistry Curriculum. *J. Chem. Educ.*, 71(3).
- Lucchesi, C. A. & Lester, J. E. (1973). Electron spectroscopy instrumentation (concluded). *J. Chem. Educ.*, 50(5), A269.
- Mabrouk, S. (2003). The Periodic Table as a Mnemonic Device for Writing Electronic Configurations. *J. Chem. Educ.*, 80(8), 894.

- Mann, J. B., Meek, T. L. & Allen, L. C. (2000). Configuration Energies of the Main Group Elements. *J. Am. Chem. Soc.*, 122(12), 2780–2783.
- Mann, J. B., Meek, T. L., Knight, E. T., Capitani, J. F. & Allen, L. C. (2000). Configuration Energies of the d-Block Elements. *J. Am. Chem. Soc.*, 122(21), 5132–5137.
- Millikan, R. C. (1982). Why do we teach the electron configuration of the elements as we do? *J. Chem. Educ.*, 59(9), 757.
- Nichol, C. A., Szymczyk, A. J. & Hutchinson, J. S. (2014). Data first: Building scientific reasoning in AP chemistry via the concept development study approach. *J. Chem. Educ.*, 91(9), 1318–1325.
- Orlando, F., Waldner, A., Bartels-Rausch, T., Birrer, M., Kato, S., Lee, M.-T., Proff, C., Huthwelker, T., Kleibert, A., van Bokhoven, J. & Ammann, M. (2016). The Environmental Photochemistry of Oxide Surfaces and the Nature of Frozen Salt Solutions: A New in Situ XPS Approach. *Top. Catal.*, 59(5), 591–604.
- Oxtoby, D. W., Gillis, H. P. & Butler, L. J. (2016). *Principles of Modern Chemistry* (8th ed.). Cengage Learning.
- Parsons, R. (1989). A new mnemonic scheme for applying the Aufbau principle. *J. Chem. Educ.*, 66(4), 319.
- Pazicni, S., J. Wink, D., Donovan, A., A. Conrad, J., P. Darr, J., A. Morgan Theall, R., L. Richter-Egger, D., Villalta-Cerdas, A. & Rush Walker, D. (2021). The American Chemical Society General Chemistry Performance Expectations Project: From Task Force to Distributed Process for Implementing Multidimensional Learning. *J. Chem. Educ.*, 98(4), 1112–1123.
- Price, W. C. & Turner, D. W. (1970). A discussion on photoelectron spectroscopy. *Phil. Trum Roy. Soc. London. Ser. A*, 268, 1–175.
- Rieck, D. (1990). Understanding electron configurations. *J. Chem. Educ.*, 67(5), 398.
- Scerri, E. (1991a). Chemistry, spectroscopy, and the question of reduction. *J. Chem. Educ.*, 68(2), 122.
- Scerri, E. (1991b). The electronic periodic chart of the elements. *J. Chem. Educ.*, 68(8), 712.
- Scerri, E. (2019). Five ideas in chemical education that must die. *Found. Chem.*, 21(1), 61–69.
- Scerri, E. (2020). Recent attempts to change the periodic table. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 378(2180), 20190300.
- Schwarz, W. H. E. (2010). The Full Story of the Electron Configurations of the Transition Elements. *J. Chem. Educ.*, 87(4), 444–448.
- Schwarz, W. H. E. & Rich, R. L. (2010). Theoretical Basis and Correct Explanation of the Periodic System: Review and Update. *J. Chem. Educ.*, 87(4), 435–443.
- Shirley, D. A., Martin, R. L., Kowalczyk, S. P., McFeely, F. R. & Ley, L. (1977). Core-electron binding energies of the first thirty elements. *Phys. Rev. B*, 15(2), 544–552.
- Siegbahn, K. (1981). Electron spectroscopy for atoms, molecules and condensed matter. *Nobel Lecture*. <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/siegbahn-lecture-1.pdf>
- Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J. & Crouch, S. R. (2014). *Fundamentals of Analytical Chemistry* (9th Ed.). Brooks/Cole, Cengage Learning.
- Spencer, J. N., Bodner, G. M. & Rickard, L. H. (2010). *Chemistry: Structure and Dynamics* (5th (Ed.)).
- Van der Heide, P. (2012). *X-Ray Photoelectron Spectroscopy: An Introduction to Principles and Practices*.
- Wang, S. G., Qiu, Y. X., Fang, H. & Schwarz, W. H. E. (2006). The Challenge of the So-Called Electron Configurations of the Transition Metals. *Chem. Eur. J.*, 12(15), 4101–4114.
- Wang, S. G. & Schwarz, W. H. E. (2009). Icon of Chemistry: The Periodic System of Chemical Elements in the New Century. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 48(19), 3404–3415.

3.5.13. Παράρτημα Ι: Φύλλο εργασίας για την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες

Τμήμα: Ονοματεπώνυμο:

Ομάδα:

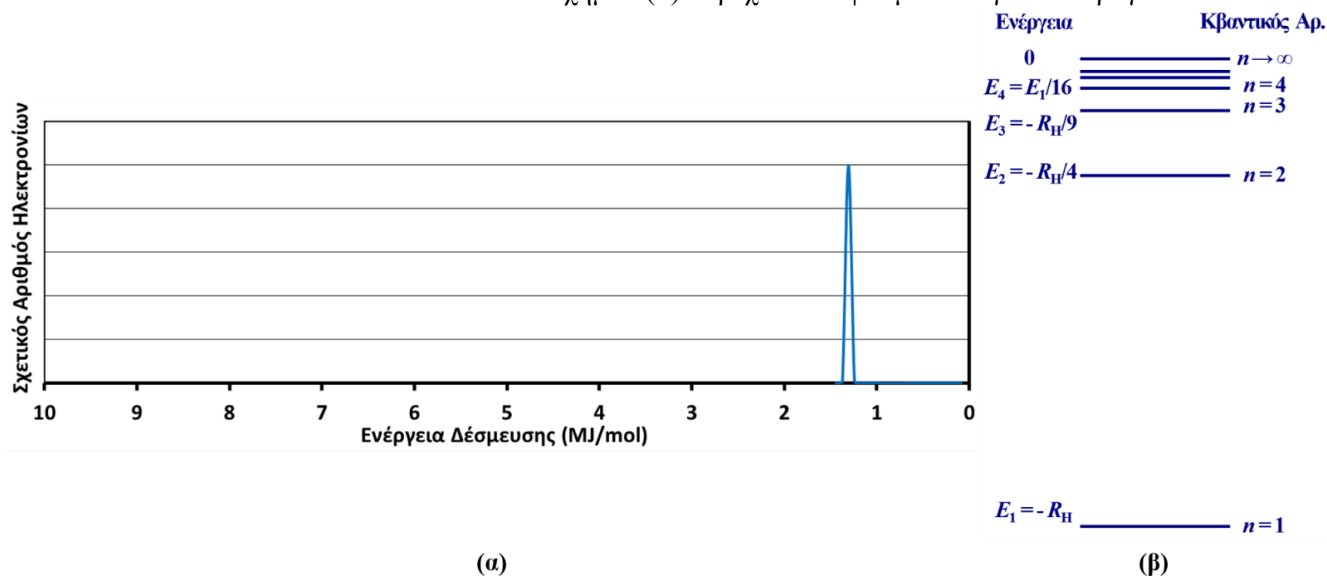
Στόχοι:

1. Με βάση φάσματα PES να εξαγάγετε συμπεράσματα για τα ηλεκτρονικά ενεργειακά επίπεδα των ατόμων των στοιχείων.
2. Να παρέχετε τις αντίστοιχες ηλεκτρονικές διαμορφώσεις.

Πορεία:

A. Η ηλεκτρονική διαμόρφωση των πρώτων στοιχείων του Περιοδικού Πίνακα.

1. Στο Σχήμα 1(α) παρέχεται το φάσμα PES για το υδρογόνο.



Σχήμα 1: (α) Προσομοίωση φάσματος PES του υδρογόνου και (β) ενεργειακό διάγραμμα σταθμών.

Ερώτηση 1:

- (α) Πόσες κορυφές παρατηρείτε;

.....

- (β) Τι αναπαριστά η κορυφή που παρατηρείται σε $BE = 1.312$ kJ/mol (13,6 eV);

.....

Ερώτηση 2:

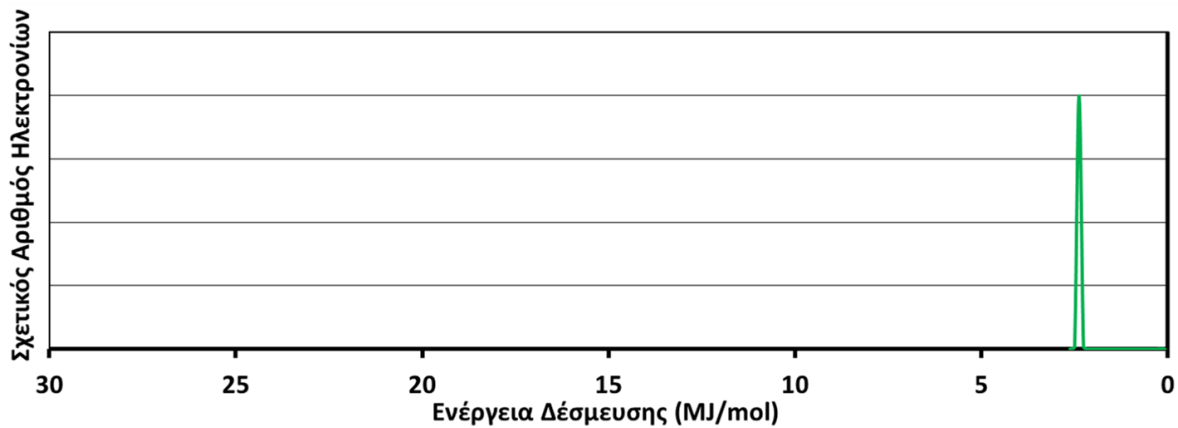
Στο Σχήμα 1(β) να σχεδιάσετε την πορεία που αναπαριστά τη διαδικασία που περιγράψατε στην απάντησή σας στο Ερώτημα 1(β).

Ερώτηση 3:

Με βάση τα ανωτέρω, ποια αναμένετε να είναι η ηλεκτρονική διαμόρφωση του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη του κατάσταση;

.....

2. Το επόμενο στοιχείο στον Περιοδικό Πίνακα είναι το He ($Z = 2$). Στο Σχήμα 2 παρέχεται το φάσμα PES.



Σχήμα 2: Προσομοίωση φάσματος PES του ηλίου.

Ερώτηση 4:

Με βάση το Σχήμα 2, ποια πρέπει να είναι η ηλεκτρονιακή διαμόρφωση του ατόμου του ηλίου στη θεμελιώδη του κατάσταση;

Ερώτηση 5:

Η παρατηρούμενη ενέργεια δέσμευσης του ηλίου ($BE = 2.372 \text{ kJ/mol}$) είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της αντίστοιχης του υδρογόνου. Εξηγήστε.

3. Το επόμενο στοιχείο είναι το λίθιο, το φάσμα του οποίου παρέχεται στο Σχήμα 3(α).

Ερώτηση 6:

Σε πόσα ενεργειακά επίπεδα κατανέμονται τα ηλεκτρόνια του λιθίου;

Ερώτηση 7:

Πόσα ηλεκτρόνια βρίσκονται σε κάθε ενεργειακό επίπεδο; Εξηγήστε.

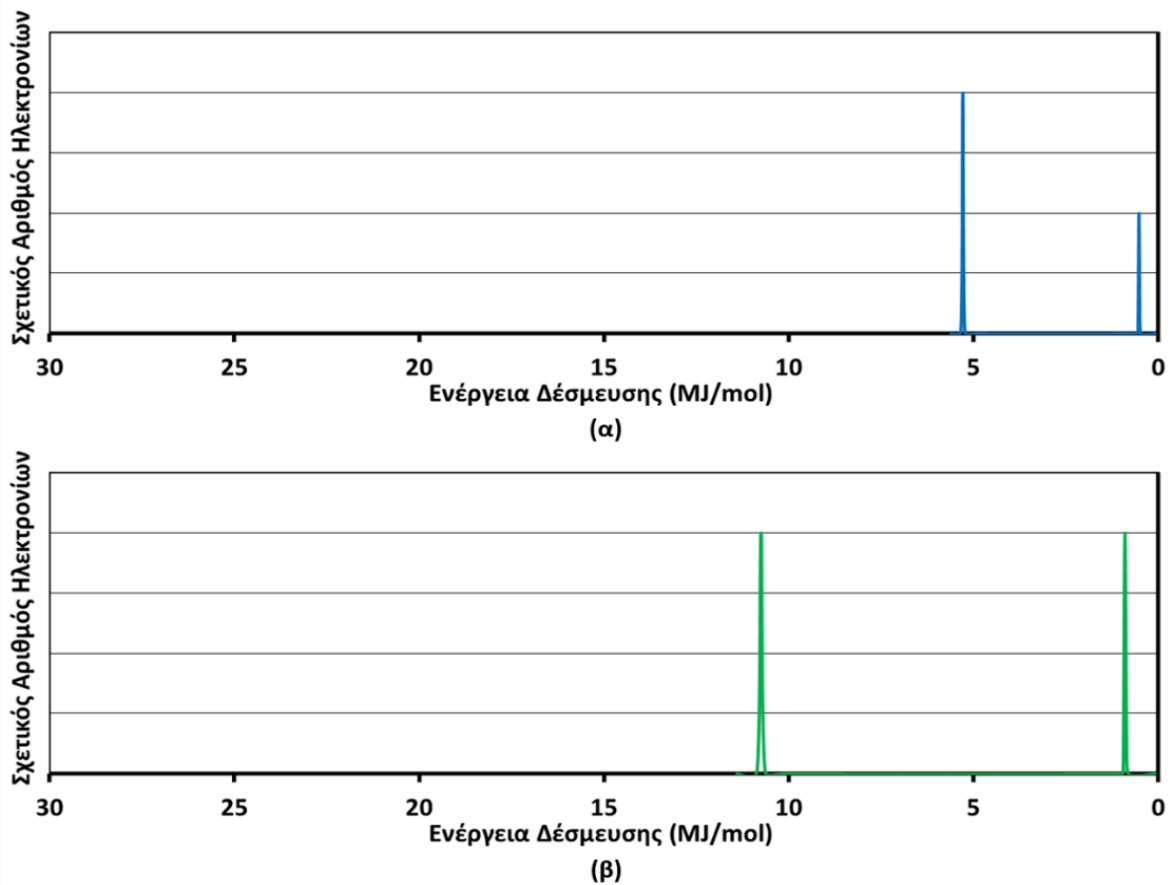
4. Αντίστοιχα προς το λίθιο, τα 4 ηλεκτρόνια του ${}^4\text{Be}$ ισομοιράζονται μεταξύ των δύο ενεργειακών επιπέδων (Σχήμα 3(β)).

5. Τα επόμενα στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα είναι το ${}^5\text{B}$ και ο ${}^6\text{C}$.

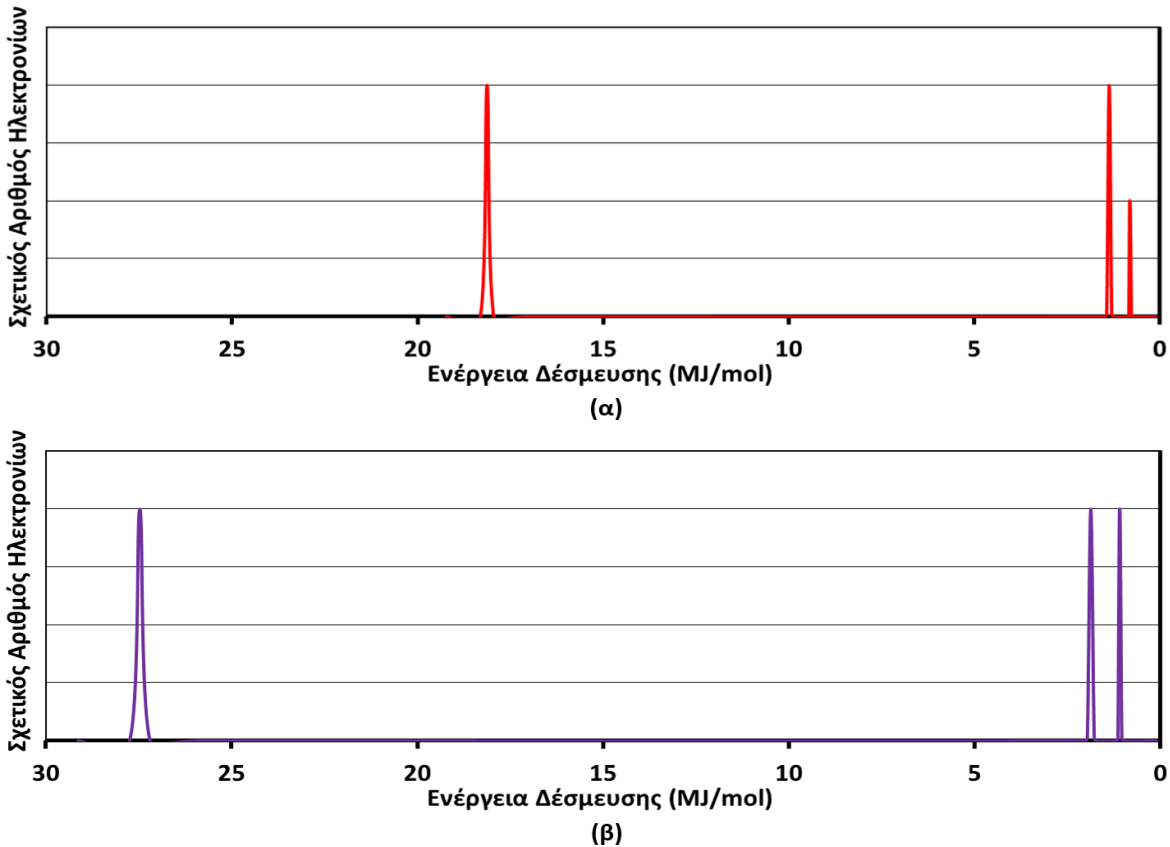
Ερώτηση 8:

Σε πόσα ενεργειακά επίπεδα αναμένετε να κατανέμονται τα ηλεκτρόνια τους;

6. Τα φάσματα PES των ${}^5\text{B}$ και ο ${}^6\text{C}$ φαίνονται στο σχήμα 4.



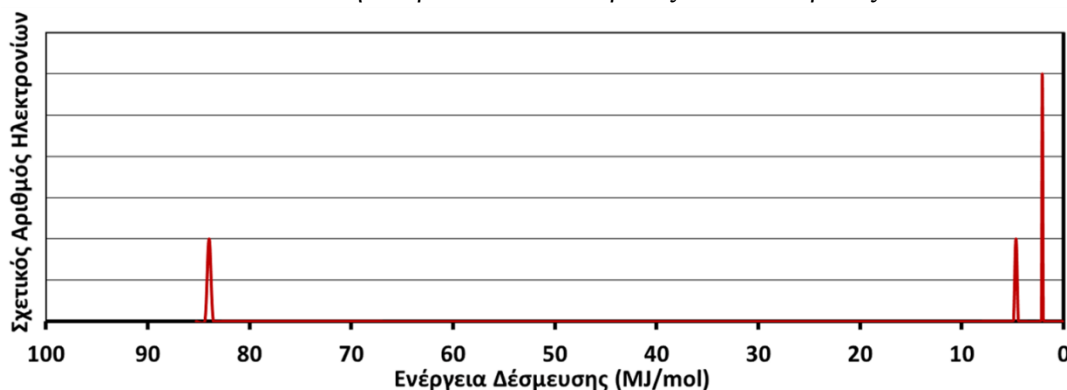
Σχήμα 3: Προσομοίωση φασμάτων PES για τα (α) λίθιο και (β) βηρύλλιο.



Σχήμα 4: Προσομοίωση φασμάτων PES για τα (α) βόριο και (β) άνθρακα.

Άσκηση 1:

Στο Σχήμα 6 διακρίνεται το φάσμα PES για το Ne. Να κατανείμετε τα 10 ηλεκτρόνια του σε στιβάδες και υποστιβάδες.



Σχήμα 6: Προσομοίωση φάσματος PES του νέου.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

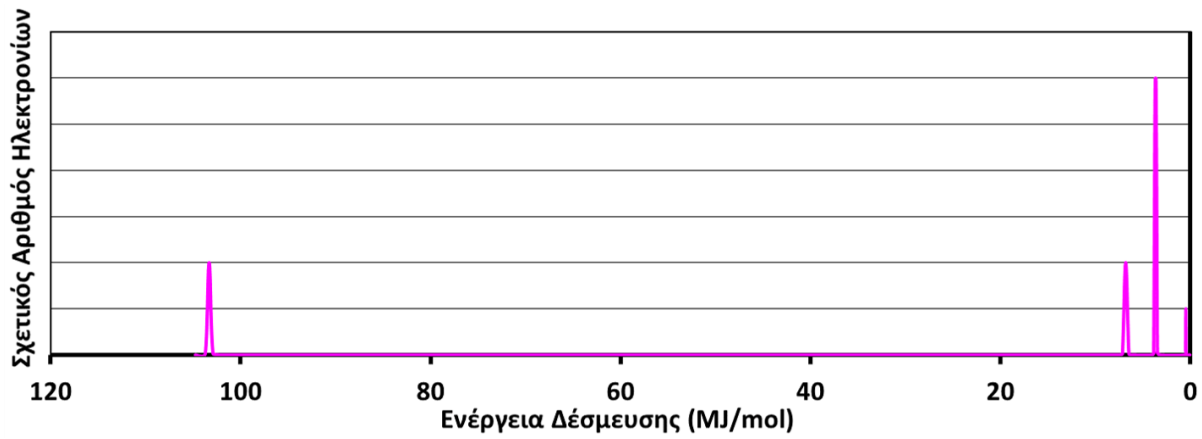
.....

.....

7. Συνολικά οι ηλεκτρονιακές διαμορφώσεις των 10 πρώτων στοιχείων του Περιοδικού Πίνακα έχουν ως εξής:

**Άσκηση 2:**

Στο Σχήμα 7 διακρίνεται το φάσμα PES για το Na. Να κατανείμετε τα 11 ηλεκτρόνια του σε στιβάδες και υποστιβάδες.



Σχήμα 7: Προσομοίωση φάσματος PES του νατρίου.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Άσκηση 3:

Πόσα ηλεκτρόνια «χωράνε» στα τρία *p*-τροχιακά;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Παρατήρηση 3:

Στην επόμενη ενότητα θα διαπιστώσουμε ότι κάθε τροχιακό δέχεται έως 2 ηλεκτρόνια.

3.5.14. Παράρτημα II: Φύλλο εργασίας άσκησης για τη διερεύνηση της ενέργειας των τροχιακών

Τμήμα: Ονοματεπώνυμο:

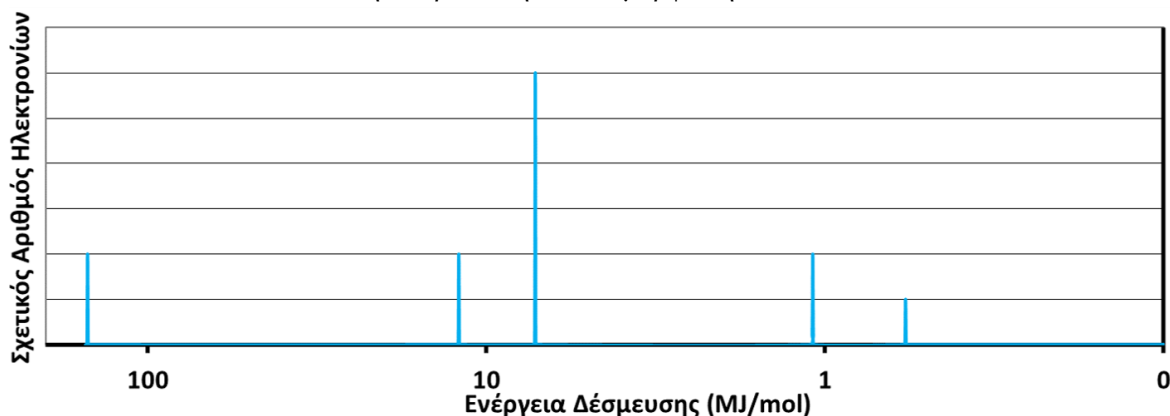
Ομάδα:

Στόχοι:

1. Με βάση φάσματα PES να εξαγάγετε συμπεράσματα για τα ηλεκτρονικά ενεργειακά επίπεδα των ατόμων των στοιχείων.
2. Να κάνετε συσχετίσεις σχετικές με τα ενεργειακά επίπεδα ατόμων διαφορετικών στοιχείων.

Ερώτηση 11:

Στο Σχήμα 8 διακρίνεται το φάσμα PES του ^{13}Al . Ποια είναι η ηλεκτρονική του διαμόρφωση;



Σχήμα 8: Προσομοίωση φάσματος PES του αργιλίου. Η κλίμακα των ενεργειών είναι λογαριθμική.

.....

Ερώτηση 12:

Στον πλαίσιο που ακολουθεί (Σχήμα 9) να κατασκευάσετε ένα ποιοτικό ενεργειακό διάγραμμα των τροχιακών του αργιλίου, αντίστοιχο με αυτό του υδρογόνου (Θεματική Ενότητα 1.5).

Σχήμα 9: Ποιοτικό ενεργειακό διάγραμμα των τροχιακών του αργιλίου.

Πορεία:

B. Μελετώντας τα ενεργειακά επίπεδα

1. Στην Ερώτηση 5 είδαμε ότι η ενέργεια δέσμευσης των ηλεκτρονίων που βρίσκονται στο $1s$ τροχιακό του ατόμου του ηλίου είναι μικρότερη της αντίστοιχης του ατόμου του υδρογόνου. Το συμπέρασμα αυτό μπορεί να γενικευτεί.

Ερώτηση 13:

Παρατηρήστε τα φάσματα PES του λιθίου, του βηρυλλίου, του βορίου και του άνθρακα (Σχήματα 3 και 4). Τι συμβαίνει στην ενέργεια του $1s$ τροχιακού; Για ποιον λόγο πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ερώτηση 14:

Παρατηρήστε ξανά τα φάσματα PES του λιθίου και του βηρυλλίου (Σχήμα 3). Να συγκρίνετε την ενέργεια δέσμωσης των ηλεκτρονίων $2s$.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Παρατήρηση 4:

Η μικρότερη ενέργεια δέσμωσης κάθε στοιχείου ταυτίζεται με την ενέργεια πρώτου ιοντισμού του, δηλαδή την ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για την απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου από το άτομο ενός στοιχείου που βρίσκεται στη θεμελιώδη του κατάσταση (την πιο σταθερή ενεργειακή του κατάσταση) και στην αέρια φάση.

Ερώτηση 15:

Στο Σχήμα 10 ((α) και (β)) φαίνονται τα φάσματα PES του υδρογόνου και του λιθίου. Τι παρατηρείτε σχετικά με την κορυφή χαμηλότερης ενέργειας στα δύο φάσματα; Πού, κατά τη γνώμη σας, οφείλεται η παρατηρούμενη διαφοροποίηση;

.....

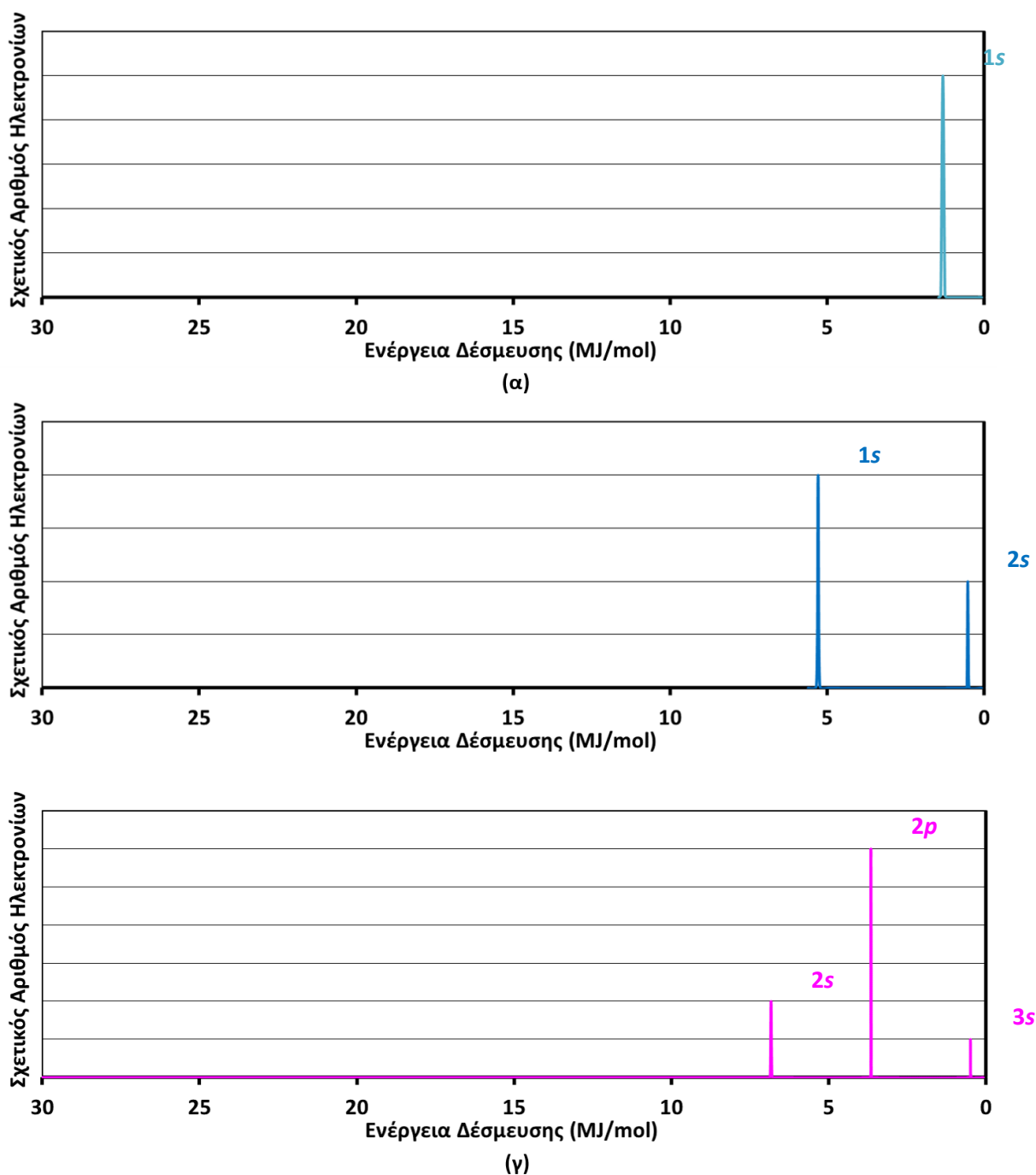
.....

.....

.....

.....

.....



Σχήμα 10: Προσομοίωση φασμάτων PES για τα (α) υδρογόνο, (β) λίθιο και (γ) νάτριο (τιμήμα).

Το δραστικό πυρηνικό φορτίο, Z_{eff} :

Πρόκειται για το «καθαρό» πυρηνικό φορτίο, το οποίο «αισθάνονται» τα ηλεκτρόνια μιας στιβάδας. Το φορτίο αυτό, συνήθως, είναι μικρότερο από το πραγματικό πυρηνικό φορτίο Z . Αυτή η διαφοροποίηση προέρχεται από το γεγονός ότι η έλξη των ηλεκτρονίων των εξωτερικών στιβάδων από τον πυρήνα αντισταθμίζεται από την άπωση που δέχονται τα ηλεκτρόνια αυτά από εκείνα των εσωτερικών στιβάδων. Σε αυτή την περίπτωση λέμε ότι τα ηλεκτρόνια των εσωτερικών στιβάδων προασπίζουν ή θωρακίζουν τα εξωτερικά ηλεκτρόνια από το φορτίο του πυρήνα. Ένας απλός κανόνας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να εκτιμηθεί το Z_{eff} δίνεται

από την εξίσωση (1), όπου N_e , ο αριθμός των ηλεκτρονίων των εσωτερικών στιβάδων.

$$Z_{\text{eff}} \approx Z - N_e \quad (1)$$

Εφαρμογή της εξίσωσης (1) για το ${}_1\text{H}$ δίνει $Z_{\text{eff}} = +1$, για το ${}_2\text{He}$ +2, για το ${}_3\text{Li}$ +1, για το ${}_4\text{Be}$ +2 και το ${}_{10}\text{Ne}$ +8.

Ερώτηση 16:

Από τα φάσματα του Σχήματος 10, πώς περιμένετε να μεταβάλλεται εντός της πρώτης ομάδας του Περιοδικού Πίνακα η μέση απόσταση του $2s$ τροχιακού από τον πυρήνα, το ατομικό μέγεθος και η ενέργεια πρώτου ιοντισμού;

.....

.....

.....

.....

.....

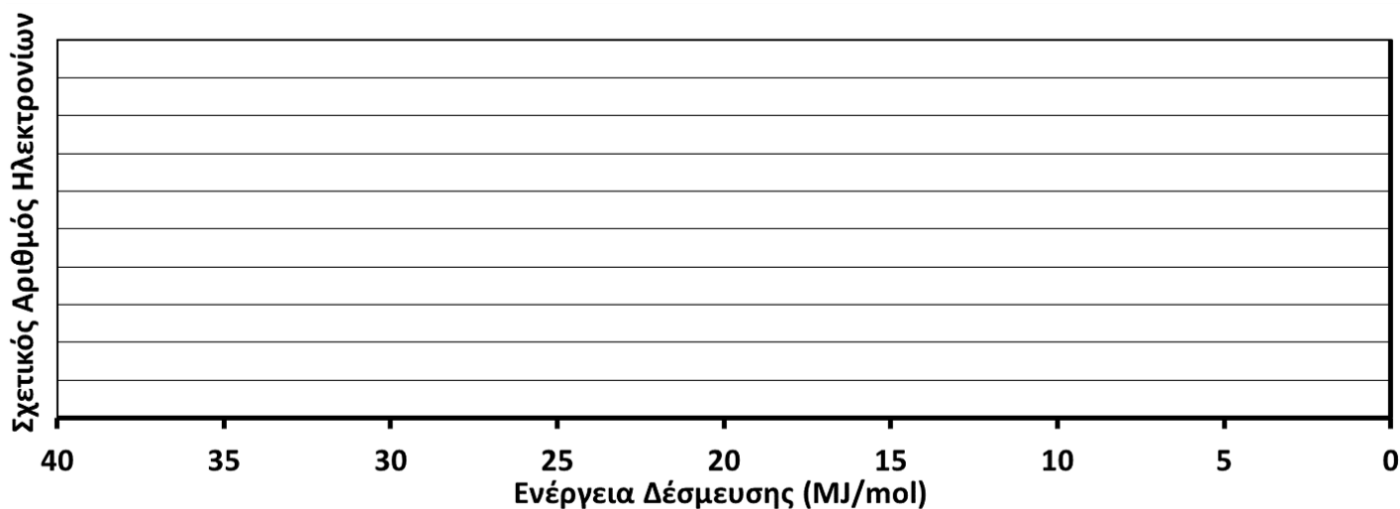
.....

.....

2. Με βάση την ανωτέρω συζήτηση μπορεί να γίνουν προβλέψεις για τη μορφή ενός φάσματος PES γνωστού στοιχείου, αλλά και για τη μεταβολή των ενεργειών δέσμευσης και της ατομικής ακτίνας κατά μήκος μιας περιόδου του Περιοδικού Πίνακα.

Ερώτηση 17:

Στο Σχήμα 4(β) φαίνεται το φάσμα PES του C. Στο Σχήμα 11 να σχεδιάσετε τη μορφή που αναμένετε να έχει το φάσμα PES του αζώτου. Ακολουθώ να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



Σχήμα 11: Προτεινόμενο φάσμα PES για το άζωτο.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Άσκηση 4:

Στο Σχήμα 12 φαίνονται τα φάσματα PES για τον άνθρακα, το άζωτο και το φθόριο. Όλα ανήκουν στη 2^η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

(α) Με βάση αυτά τα φάσματα πώς αναμένετε να μεταβάλλεται η ενέργεια πρώτου ιοντισμού κατά μήκος της 2^{ης} περιόδου;

(β) Πώς αναμένετε να μεταβάλλεται η ατομική ακτίνα;

(γ) Γιατί η ενέργεια δέσμωσης των 2s ηλεκτρονίων του αζώτου είναι μικρότερη από εκείνη του φθορίου, αλλά μεγαλύτερη εκείνης του άνθρακα;

(δ) Σύμφωνα με μια πρόσφατη μελέτη, η ηλεκτραρνητικότητα ενός στοιχείου μπορεί να συσχετιστεί με τις ενέργειες δέσμωσης των ηλεκτρονίων σθένους του (εν προκειμένω των 2s και 2p). Ποιο από τα στοιχεία: άνθρακας, άζωτο και φθόριο αναμένετε να έχει την υψηλότερη τιμή ηλεκτραρνητικότητας;

Να αιτιολογήσετε πλήρως τις απαντήσεις σας στα ανωτέρω ερωτήματα.

3.6. Εργαστηριακή Διερεύνηση 2.2.: Φασματοφωτομετρική εύρεση περιεκτικότητας διαλύματος

3.6.1. Η ταυτότητα του σεναρίου

Θεματικό Πεδίο:	Μεταβολές ύλης και ενέργειας
Θεματική Ενότητα:	2.2. Η Φασματοφωτομετρία (Γ΄ Λυκείου)
Χρονική Διάρκεια:	1 διδακτική ώρα
Τύπος Ενότητας:	Εργαστηριακή Άσκηση

3.6.2. Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα του Προγράμματος Σπουδών

Στο τέλος αυτής της ενότητας οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση να:

- (α) περιγράφουν την αρχή στην οποία στηρίζεται η φασματοφωτομετρία απορρόφησης καθώς και τις δυνατότητές της.
- (β) προσδιορίζουν φασματοφωτομετρικά τη συγκέντρωση μιας χρωστικής σε ένα δείγμα, σχεδιάζοντας για τον σκοπό αυτό την απαραίτητη καμπύλη αναφοράς.

3.6.3. Σχέση με άλλες Θεματικές Ενότητες ή/και Θεματικά Πεδία του γνωστικού αντικείμενου ή/και άλλα γνωστικά αντικείμενα:

- (α) Η ενότητα 2.2 ακολουθεί την ενότητα 2.1, στην οποία τίθενται οι βάσεις της μοριακής φασματοσκοπίας απορρόφησης.
- (β) Συνδέεται με τις ενότητες 1.1 και 1.2 του παρόντος και με τη Θεματική Ενότητα 3.3 του Προγράμματος Σπουδών της Φυσικής γενικής παιδείας της Β΄ Λυκείου, στις οποίες ο/η μαθητής/-τρια έρχεται σε επαφή με τις έννοιες της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, του φωτός και των χαρακτηριστικών μεγεθών που το περιγράφουν, με το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και τα ατομικά φάσματα απορρόφησης και εκπομπής των χημικών στοιχείων.
- (γ) Συνδέεται με την ενότητα 1.1 του παρόντος.
- (δ) Η Θεματική Ενότητα 2.2 εισάγει τον/τη μαθητή/-τρια στις μη καταστρεπτικές (επεμβατικές) τεχνικές χημικής ανάλυσης και παρακολούθησης διεργασιών. Υπό αυτό το πρίσμα συνδέεται με την ενότητα 5.2 του παρόντος (παρακολούθηση και καταγραφή της πορείας μιας χημικής αντίδρασης), τη Θεματική Ενότητα 6.4 του Προγράμματος Σπουδών της Χημείας Β΄ Λυκείου (δοκιμασία διουρίας για ανίχνευση και ποσοτικό προσδιορισμό πρωτεϊνών σε ένα δείγμα) καθώς και της σχετικής Θεματικής Ενότητας του Προγράμματος Σπουδών της Βιολογίας Γ΄ Λυκείου (πρωτεομική).
- (ε) Στα πλαίσια της παρούσης εργαστηριακής άσκησης ο/η μαθητής/-τρια κάνει χρήση καμπύλης αναφοράς προκειμένου να προσδιορίσει μια άγνωστη συγκέντρωση. Η εν λόγω διαδικασία συνδέεται με αντίστοιχες εργαστηριακές πορείες που προτείνονται από το Πρόγραμμα Σπουδών της Φυσικής Γυμνασίου και Λυκείου, ενώ θεωρητικά καλύπτεται πλήρως από το Πρόγραμμα Σπουδών των Μαθηματικών. Στα πλαίσια του τελευταίου στη Γ΄ Λυκείου εισάγεται και η γραμμική προσαρμογή των πειραματικών τιμών με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων.

3.6.4. Θεωρητικό μέρος

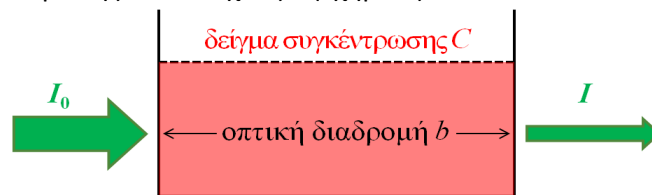
Η φασματοσκοπία είναι ο τομέας της επιστημονικής γνώσης που στοχεύει στη μελέτη της αλληλεπίδρασης της ύλης με το φως και γενικότερα με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Ιστορικά αποτελεί έναν από τους θεμέλιους λίθους των Θετικών Επιστημών, μιας και παρέχει τη σύνδεση ανάμεσα στο υπομικροσκοπικό επίπεδο, τον κόσμο των ατόμων και των μορίων, με το μακροσκοπικό, τον κόσμο των υλικών (Johnstone, 1991). Ιδιαίτερα η φασματοφωτομετρία αποτελεί μια από τις

βασικότερες και απλούστερες αναλυτικές τεχνικές που στοχεύουν στον ποσοτικό προσδιορισμό ενώσεων με βάση το χρώμα τους. Αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα τόσο των πανεπιστημιακών Προγραμμάτων Σπουδών, όπως π.χ. των Τμημάτων/Σχολών Χημείας, Χημικών Μηχανικών, Βιολογίας, Φαρμακευτικής, Επιστημών Τροφίμων, Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών κ.α. όσο και πολλών αντίστοιχων προγραμμάτων Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (College Board, 2019· IBO, 2016· Schola Euroraea, 2019).

Τα φασματοφωτόμετρα έχουν εξελιχθεί σημαντικά τις τελευταίες δύο δεκαετίες τόσο ως προς την ακρίβειά τους όσο και ως προς την απλότητα της χρήσης τους. Μάλιστα στο εμπόριο κυκλοφορούν και όργανα τα οποία είναι φορητά. Παρά ταύτα το κόστος αγοράς τους παραμένει ιδιαίτερα υψηλό, κάτι που καθιστά την εφαρμογή των αντίστοιχων εργαστηριακών τεχνικών στη σχολική τάξη ουσιαστικά απαγορευτική. Για τον σκοπό αυτό τα τελευταία χρόνια έχει προταθεί η χρήση διαφόρων ιδιοκατασκευών, οι οποίες χαμηλώνουν σημαντικά το απαιτούμενο κόστος (Albert et al., 2012· Vanderveen et al., 2013). Αρκετές δε από αυτές περιλαμβάνουν τη χρήση «έξυπνων» κινητών τηλεφώνων ως οπτικών ανιχνευτών (Kehoe & Penn, 2013· Kuntzleman & Jacobson, 2016· Montangero, 2015· Moraes et al., 2015· Scheeline, 2010).

3.6.5. Προαπαιτούμενες γνώσεις και επιθυμητές δεξιότητες

Η απαραίτητη θεωρία για την παρούσα εργαστηριακή άσκηση εισάγεται στην προηγούμενη ενότητα (Θεματική 2.2). Συνοπτικά, στη φασματοφωτομετρία απορρόφησης, φως διέρχεται μέσω ενός δείγματος και ακολούθως η έντασή του μετράται και συγκρίνεται με την αρχική. Έστω, φωτεινή δέσμη ορισμένου μήκους κύματος λ και ορισμένης έντασης I_0 , η οποία διέρχεται μέσα από διάλυμα έγχρωμης ουσίας συγκέντρωσης C και πάχους b (Σχήμα 1).



Σχήμα 1: Η αρχή στην οποία στηρίζεται η φασματοφωτομετρία απορρόφησης.

Πράσινο φως έντασης I_0 διέρχεται μέσω ενός αραιού διαλύματος ερυθράς χρωστικής. Μέρος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας απορροφάται από το δείγμα, με αποτέλεσμα η τελική ένταση I , που φτάνει στον ανιχνευτή να είναι μικρότερη της αρχικής, $I < I_0$.

(α) διαπερατότητα T :
$$T = \frac{I}{I_0} \quad (1)$$

(β) απορρόφηση A :
$$A = -\log T = -\log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad (2)$$

Για σχετικά αραιά διαλύματα η συγκέντρωση της έγχρωμης ουσίας στο υπό εξέταση δείγμα είναι ανάλογη της απορρόφησης. Η μαθηματική σχέση που περιγράφει το φαινόμενο είναι γνωστή ως νόμος *Lambert-Beer*:

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot C \quad (3)$$

όπου ε είναι η μοριακή απορροφητικότητα της υπό εξέταση ουσίας, η οποία εξαρτάται από το λ . Επομένως, αν διαθέτουμε, επί παραδείγματι, πέντε δείγματα γνωστής συγκέντρωσης της ίδιας

έγχρωμης ουσίας, τότε κατασκευάζοντας μια καμπύλη αναφοράς μπορούμε να προσδιορίσουμε την άγνωστη συγκέντρωση ενός δείγματος της ίδιας ουσίας (Skoog et al., 2014).

Για εποπτικούς λόγους το «χρώμα» της ακτινοβολίας που απορροφάται από ένα δείγμα μπορεί να συνδεθεί με το χρώμα του ίδιου του δείγματος μέσω του δίσκου του Νεύτωνα (Σχήμα 2). Για παράδειγμα ένα διάλυμα που εμφανίζεται μπλε απορροφά από το ηλιακό φάσμα το συμπληρωματικό του χρώμα, δηλαδή το πορτοκαλί. Σε κάθε περίπτωση πάντως θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι οι προβλέψεις που γίνονται με τον δίσκο του Νεύτωνα είναι ενδεικτικές: (i) Συνήθως οι ενώσεις απορροφούν σε διάφορες περιοχές του ορατού φάσματος. (ii) Ο ανθρώπινος οφθαλμός δεν είναι το ίδιο ευαίσθητος σε όλα τα μήκη κύματος του φωτός. Συγκεκριμένα είναι 5 με 10 φορές περισσότερο ευαίσθητος στο πράσινο και το κίτρινο εν συγκρίσει προς το κυανό και το ερυθρό (Shakhashiri, 1983).



Σχήμα 2: Ο δίσκος του Νεύτωνα. Τα χρώματα που βρίσκονται απέναντι καλούνται συμπληρωματικά.

Οι επιθυμητές δεξιότητες που πρέπει να έχει αποκτήσει ο/η μαθητής/-τρια πριν την παρούσα εργαστηριακή άσκηση συνοψίζονται στη συλλογή εργαστηριακών μετρήσεων και την ευχέρειά του/της στον σχεδιασμό γραφικής παράστασης βάσει πειραματικών τιμών και στη σχεδίαση της σχετικής καμπύλης αναφοράς. Αξίζει να επισημανθεί ότι ο σχεδιασμός γραφικής παράστασης περιλαμβάνεται στους στόχους των Αναλυτικών Προγραμμάτων της Φυσικής και των Μαθηματικών ήδη από το Γυμνάσιο.

3.6.6. Σκοποί σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα εντοπίζονται στα εξής:

- (α) Να γνωρίσουν οι μαθητές/-τριες μια από τις βασικές τεχνικές ενόργανης ανάλυσης.
- (β) Να έρθουν σε επαφή με την κατασκευή/συναρμολόγηση ενός αναλυτικού οργάνου (χημική οργανολογία).
- (γ) Να συσχετίζουν ένα απλό εργαστηριακό πείραμα με αντίστοιχες τεχνικές που χρησιμοποιούνται σε αναλυτικά εργαστήρια.

Επομένως, οι μαθητές/-τριες ασκούμενοι/-ες στην κατασκευή και τον χειρισμό συσκευών και οργάνων ενισχύουν/αναπτύσσουν απαραίτητες κινητικές δεξιότητες. Παράλληλα, θα έχουν την ευκαιρία να εργαστούν ομαδοσυνεργατικά. Έτσι, μέσω της συνεργασίας και της από κοινού αξιολόγησης της πειραματικής διαδικασίας και των εργαστηριακών τιμών θα έχουν την ευκαιρία να αναπτύξουν περαιτέρω τις ήπιες δεξιότητές τους.

Τέλος, η εκτέλεση πειραμάτων με όργανα κατασκευασμένα από απλά υλικά αναμένεται να ενισχύσει τον επιστημονικό εγγραμματισμό των μαθητών/-τριών (*vide infra*).

3.6.7. Πειραματικό μέρος

3.6.7.1. Εισαγωγή

Η χρήση ενός εμπορικής διαθέσιμου φασματοφωτομέτρου για τη διεξαγωγή σχολικών εργαστηριακών πειραμάτων έχει δύο σημαντικά προβλήματα. Το πρώτο είναι το υψηλό κόστος αγοράς ενός τέτοιου οργάνου. Ένα αξιόπιστο φασματοφωτόμετρο κοστίζει περίπου 700 - 900 € (τιμές 2021) και προκειμένου να διεξαχθεί η πειραματική πορεία ομαδοσυνεργατικά απαιτούνται τουλάχιστον πέντε τέτοια όργανα. Το δεύτερο έχει σχέση με την ίδια τη μαθησιακή διαδικασία. Συχνά οι μαθητές/-τριες αντιμετωπίζουν τέτοια σύγχρονα όργανα ως «σφραγισμένα μαύρα κουτιά» (black boxes), με τα οποία για κάθε διάλυμα παίρνουν μια τιμή απόκρισης. Το γεγονός αυτό δεν τους δίνει τη δυνατότητα να αντιληφθούν τον τρόπο που λειτουργεί ένα τέτοιο όργανο και κατ' επέκταση δυσκολεύει τη σύνδεση ανάμεσα στη θεωρία και την πράξη. Μια τέτοια στάση αποτελεί τροχοπέδη στον επιστημονικό εγγραμματισμό, ο οποίος αποτελεί κύριο στόχο της σχολικής εκπαίδευσης (Apostoloroulos et al., 2008· Αποστολόπουλος, 2013). Για να αποφευχθεί κάτι τέτοιο, έχει προταθεί η χρήση απλών εργαστηριακών τεχνικών, με τις οποίες θα αναδεικνύεται η αρχή της μεθόδου της χρησιμοποιούμενης αναλυτικής τεχνικής (H. Bauer, 1990).

Σε αυτό το πλαίσιο έχει προταθεί τα τελευταία χρόνια η εισαγωγή στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση απλών ιδιοκατασκευών (Albert et al., 2012· Asheim et al., 2014· Bouza et al., 2019a, 2019b· Kvittingen et al., 2016, 2017· O'Donoghue, 2019· Tymcecki et al., 2009, 2011· Wang et al., 2015). Τα κύρια μέρη μιας τέτοιας διάταξης είναι τα εξής:

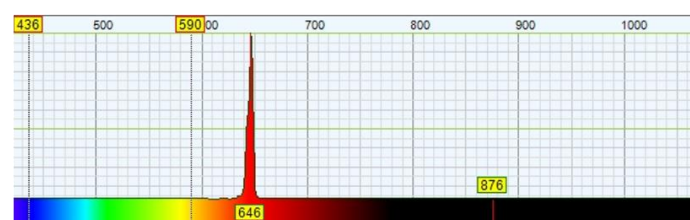
(α) Η *πηγή φωτός*. Σε αυτές τις ιδιοκατασκευές τον ρόλο της πηγής μονοχρωματικής ακτινοβολίας παίζει μια λυχνία LED. Οι λυχνίες LED αποδίδουν φως με μικρό εύρος περί μιας συχνότητας εκπομπής και για τον λόγο αυτό μπορεί να είναι εφικτή η χρήση τους (Σχήμα 3). Η λυχνία LED τροφοδοτείται συνήθως από δύο μπαταρίες 1,5 V τύπου AA, ενώ κάποιες φορές είναι απαραίτητη και η σύνδεση ενός αντιστάτη σε σειρά.

(β) Ο *θάλαμος* του δείγματος. Συνήθως είτε κατασκευάζεται από απλά υλικά, π.χ. ένα κουτί, είτε συναρμολογείται από τουβλάκια LEGO. Εναλλακτικά κατασκευάζεται σε εκτυπωτή 3D. Ιδανικά αποτελείται από τη θέση της οπτικής κυψελίδας και κατάλληλες οπές για να διέρχεται το φως. Προσοχή θα πρέπει να δοθεί ώστε οι δύο οπές και το δείγμα να κείνται επί της ίδιας ευθείας. Ακολούθως, προτείνεται ο θάλαμος να συναρμολογηθεί από τουβλάκια LEGO.

(γ) Η *οπτική κυψελίδα*. Υπάρχουν διάφοροι τύποι εμπορικής διαθέσιμοι, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ιδιοκατασκευές. Για το προτεινόμενο πείραμα μια εξαιρετική και ταυτόχρονα ιδιαίτερα φθηνή λύση είναι οι κυψελίδες πολυστυρολίου των 3,5 mL.

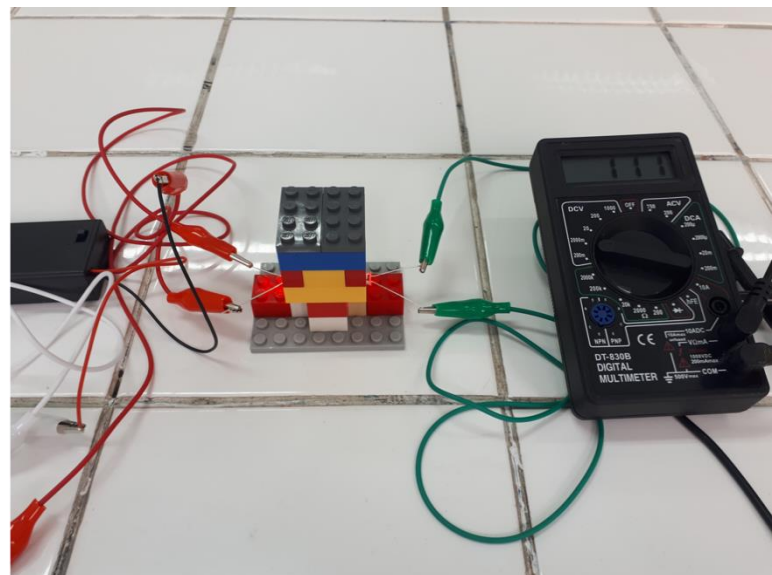
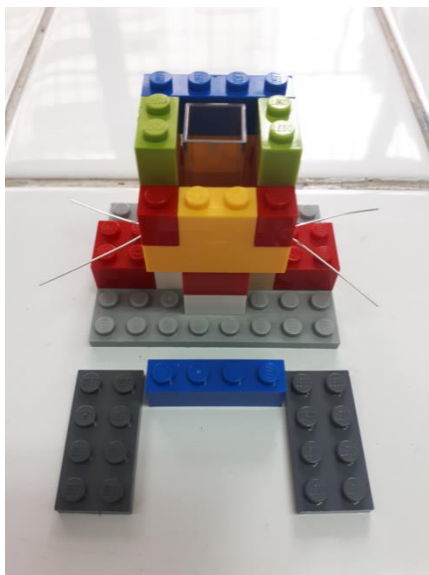
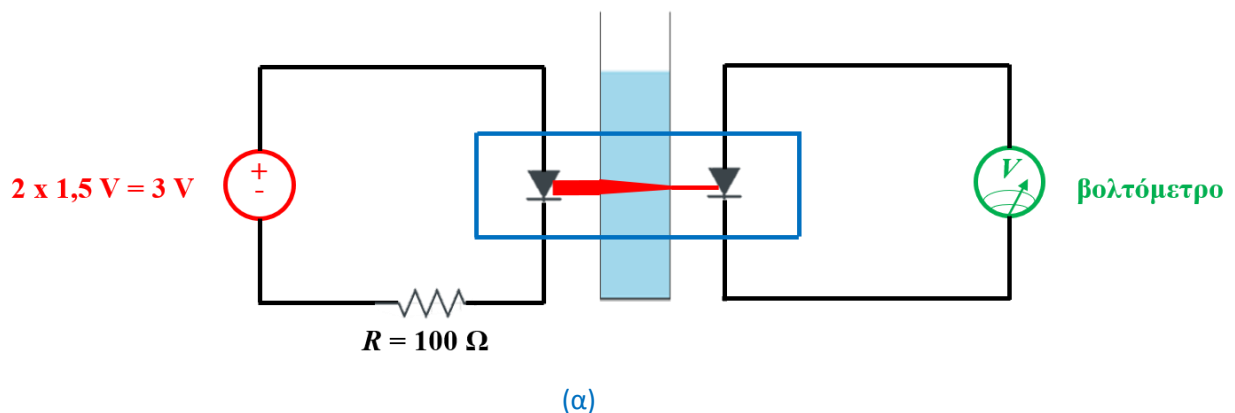


(α)



(β)

Σχήμα 3: (α) Φάσμα εκπομπής φωτός από μια ερυθρά λυχνία LED του τύπου AlInGaP που απαντά στην ελληνική αγορά. (β) Αντίστοιχο φάσμα από κοινό κόκκινο Laser. Τα φάσματα ελήφθησαν με τρόπο που περιγράφεται στα Μανρουκάκης-Karagounis et al., 2020· Παπαδοπούλου et al., 2019.



Σχήμα 4: (α) Διάταξη ηλεκτρονικού κυκλώματος του φασματοφωτομέτρου. Με το μπλε πλαίσιο αναπαρίστανται ο θάλαμος του δείγματος με την οπτική κυψελίδα. (β) Φωτογραφία του θαλάμου με την κυψελίδα. Διακρίνονται οι θέσεις των δύο LED. (γ) Φωτογραφία της συνολικής διάταξης με τα τουβλάκια LEGO και τις λυχνίες LED σε λειτουργία.

(δ) Η ανιχνευτική διάταξη. Σε αυτές τις διατάξεις συνήθως χρησιμοποιούνται φωτοδιόδοι, φωτοτρανζίστορ, φωτοεξαρτώμενοι αντιστάτες ή απλές λυχνίες LED συνδεδεμένα/-ες απευθείας ή μέσω ενός απλού κυκλώματος με ένα βολτόμετρο. Για την παρούσα άσκηση προτείνεται να χρησιμοποιηθεί ως ανιχνευτής μια λυχνία LED. Οι λυχνίες LED εκ κατασκευής μπορούν να μετατρέψουν την προσπίπτουσα σε αυτές φωτεινή ακτινοβολία σε διαφορά δυναμικού, δρώντας με αυτόν τον τρόπο ως ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο (Lindsay & Paton, 1976· Mims III, 1992· Wagner II, 2016). Με βάση την αρχή λειτουργίας των LED, η λυχνία-ανιχνευτής θα πρέπει να έχει χαρακτηριστική τιμή λ_{em} μεγαλύτερη ή ίση με τη λυχνία-πηγή ($\lambda_{ανιχνευτής} \geq \lambda_{πηγής}$). Με άλλα λόγια, μια ερυθρά LED μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ανιχνευτής όλων των υπόλοιπων LED που εκπέμπουν στο ορατό. Η LED συνδέεται με τους ακροδέκτες ενός βολτομέτρου, το οποίο παρέχει τις απαιτούμενες ενδείξεις για την αναπτυσσόμενη διαφορά δυναμικού. Για κάθε μέτρηση δείγματος V_i λαμβάνεται νωρίτερα και η

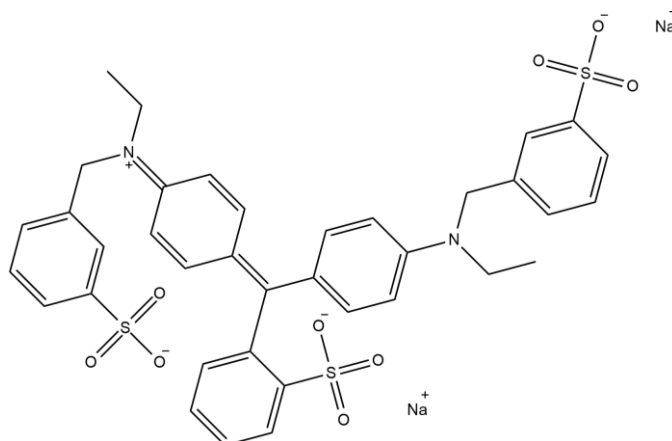
αντίστοιχη μέτρηση για τον διαλύτη (απιονισμένο νερό), V_w . Ακολούθως, η διαπερατότητα των δειγμάτων υπολογίζεται με βάση τη σχέση (4):

$$T_i = \frac{V_i}{V_w} \quad (4)$$

Η συνολική διάταξη παρουσιάζεται στο Σχήμα 4. Να σημειωθεί πως ακόμα και στην περίπτωση που η συσκευή χρησιμοποιηθεί σαν φθορισμόμετρο (Kvittingen et al., 2017), δεν είναι απαραίτητο η οπτική κυψελίδα να καλύπτεται πλήρως (δηλαδή στο Σχήμα 4 μπορεί να σταματήσει η συναρμολόγηση στο κίτρινο τουβλάκι).

3.6.7.2. Περίγραμμα του πειράματος

Αρκετά από τα «ενεργειακά» ποτά που κυκλοφορούν ευρύτατα στο εμπόριο έχουν χρώμα μπλε. Το χρώμα προκύπτει από την προσθήκη σε αυτά της συνθετικής χρωστικής *brilliant blue*. Η εν λόγω χρωστική ($M_r = 792,85$, $\epsilon = 130.000 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$, βλέπε Σχήμα 5) χρησιμοποιείται ευρύτατα τόσο σε τρόφιμα και ποτά όσο και σε καλλυντικά. Απαντά και με τις ονομασίες brilliant blue FCF, blue 1, C.I. 42090 και E133.



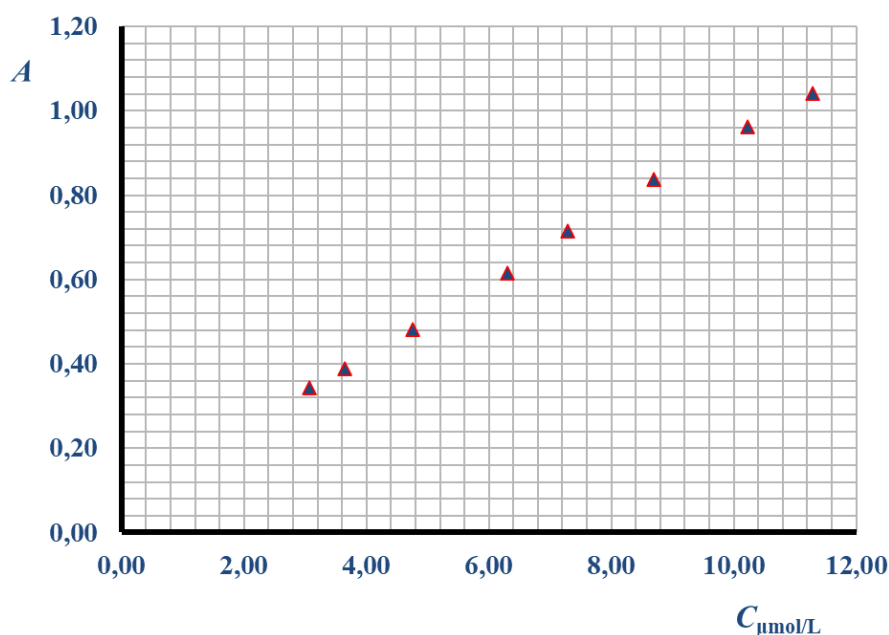
Σχήμα 5: Η χρωστική ζαχαροπλαστικής *brilliant blue*.

Στόχος των μαθητών/-τριών είναι να προσδιορίσουν φασματοφωτομετρικά την περιεκτικότητα ενός τέτοιου «ενεργειακού» ποτού σε αυτή τη χρωστική ζαχαροπλαστικής. Για να το επιτύχουν αυτό, εργαζόμενοι/-ες σε ομάδες, θα συναρμολογήσουν ένα απλό φασματοφωτόμετρο με τα υλικά που θα τους δοθούν, θα μετρήσουν με αυτό την απορρόφηση πέντε υδατικών διαλυμάτων της χρωστικής γνωστής συγκέντρωσης και θα σχεδιάσουν καμπύλη της μεταβολής της απορρόφησης συναρτήσει της συγκέντρωσης C . Ακολούθως, θα χρησιμοποιήσουν την καμπύλη αναφοράς που κατασκεύασαν προκειμένου να προσδιορίσουν την άγνωστη συγκέντρωση.

Φυσικά μπορούν στο πλαίσιο αυτό να σχεδιαστούν και άλλες πορείες με βιομηχανικό, βιοχημικό κτλ. ενδιαφέρον. Όμως, σε όλες τις πιθανές παραλλαγές αυτής της εργαστηριακής άσκησης, η χρωστική που θα καλείται να προσδιορίσει ο/η μαθητής/-τρια θα πρέπει να είναι αποκλειστικά μία. Ο εργαστηριακός προσδιορισμός μείγματος χρωστικών ξεφεύγει από τους σκοπούς του Προγράμματος Σπουδών.

3.6.7.3. Η καμπύλη αναφοράς

Οι μαθητές/-τριες λαμβάνουν μετρήσεις και βάσει αυτών χαράσσουν τη σχετική καμπύλη αναφοράς (Σχήμα 6).



Σχήμα 6: Εργαστηριακές τιμές για 8 πρότυπα διαλύματα της χρωστικής brilliant blue.

Με τη συγκεκριμένη εργαστηριακή διάταξη η γραμμικότητα των τιμών στην περιοχή απορροφήσεων 0,20 έως 1,00 είναι ικανοποιητική. Επομένως, ο νόμος Beer-Lambert σε αυτή την περιοχή μπορεί να θεωρηθεί ότι ισχύει χωρίς αποκλίσεις. Συζήτηση επί των αποκλίσεων από τη γραμμικότητα (Strobel & Heineman, 1989) μπορεί να γίνει με τους/τις μαθητές/-τριες, αλλά δεν προτείνεται να ζητηθεί. Σε αυτό το πλαίσιο μπορεί να φανεί χρήσιμη η εφαρμογή σε Excel (S. A. Sinex, 2016). Στα γραφήματα συνιστάται η συγκέντρωση των διαλυμάτων να τεθεί σε μονάδες μM .

Στα πλαίσια του Προγράμματος Σπουδών η σχεδίαση της καμπύλης αναφοράς και η εύρεση της άγνωστης συγκέντρωσης είναι ζητούμενα από τους/τις μαθητές/-τριες. Επομένως, θα χαράξουν την εν λόγω καμπύλη σε χαρτί millimétré επί του σχετικού φύλλου εργασίας. Η γραμμική προσαρμογή των πειραματικών τιμών με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων είτε υπολογιστικά είτε με τη βοήθεια ενός λογιστικού φύλλου μπορεί να συζητηθεί στην τάξη (και πιθανά σε συνεργασία με συναδέλφους όμορων ειδικοτήτων), αλλά δεν ανήκει στους στόχους του Προγράμματος Σπουδών και δεν προτείνεται να ζητηθεί από τους/τις μαθητές/-τριες.

Κατά τη διάρκεια της άσκησης ο/η εκπαιδευτικός μπορεί να επιλέξει τις εργαστηριακές τιμές μιας ομάδας και να προβάλει το γράφημά τους στον πίνακα. Η διαδικασία της γραμμικής προσαρμογής στα πλαίσια ενός λογιστικού φύλλου είναι η εξής: Επιλέγονται οι δύο στήλες και ακολούθως επιλέγονται κατά σειρά → Εισαγωγή → Διασπορά (χωρίς γραμμές). Ακολούθως γίνεται δεξί κλικ στα πειραματικά σημεία και επιλέγεται «προσθήκη γραμμής τάσης». Στις επιλογές που θα εμφανιστούν επιλέγονται «γραμμική», «προβολή εξίσωσης στο γράφημα» και «εμφάνιση τιμής R -τετράγωνο στο γράφημα». Υπενθυμίζεται ότι η παράμετρος R είναι ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson. Όσο η τιμή της είναι πιο κοντά στη μονάδα τόσο καλύτερη είναι η γραμμικότητα τιμών που έχουμε πετύχει, δηλαδή:

- (i) για $R = 0,95 \Rightarrow R^2 \approx 0,90$, η γραμμικότητα είναι μέτρια.
- (ii) για $R = 0,99 \Rightarrow R^2 \approx 0,98$, η γραμμικότητα είναι ικανοποιητική.

(iii) για $R = 0,9999 \Rightarrow R^2 \approx 0,9998$, η γραμμικότητα είναι εξαιρετική.

Οι τιμές που θα ληφθούν από την εργαστηριακή άσκηση που περιγράφεται αναμένεται να παρουσιάζουν περίπου $R = 0,9994$.

3.6.7.4. Κανόνες ασφαλείας και οδηγίες απόρριψης υλικών

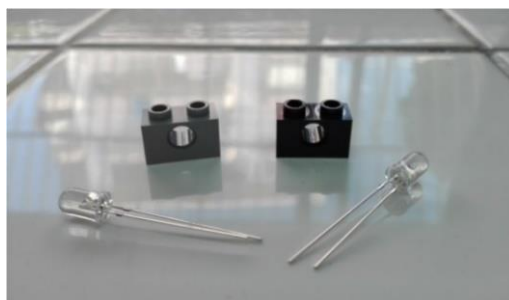
Στο προτεινόμενο πείραμα εύρεσης της περιεκτικότητας ενός ισοτονικού ποτού σε χρωστική ζαχαροπλαστικής δεν υπάρχουν ιδιαίτερα μέτρα ασφαλείας που θα πρέπει να ληφθούν. Οι δε ποσότητες των προτύπων διαλυμάτων που θα χρησιμοποιηθούν δύναται να απορριφθούν στον νεροχύτη.

3.6.7.5. Όργανα και υλικά

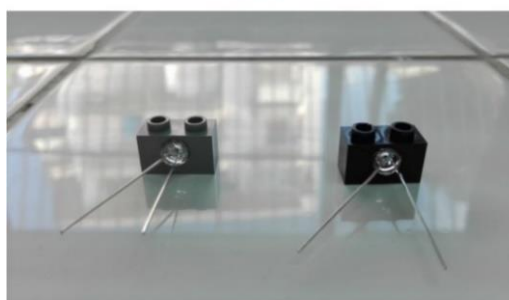
Για το φασματοφωτόμετρο προτείνονται:

- (i) Κοινά τουβλάκια LEGO διαστάσεων 1 x 4 (π.χ. 4 κομμάτια με κωδικό 4264569) και 1 x 2 (π.χ. 6 κομμάτια με κωδικό 6004943).
- (ii) Μια βάση LEGO διαστάσεων επί παραδείγματι 6 x 8 (π.χ. η 303623-62).
- (iii) Για την προσαρμογή των LED στη διάταξη, δύο τουβλάκια 1 x 2 με οπή στο κέντρο (π.χ. το 370021, Εικόνα 1). Προσοχή θα πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι μετά την τοποθέτησή τους οι λυχνίες LED (Εικόνα 1β) είναι πρακτικά αδύνατον να βγουν χωρίς να αποφευχθεί η καταστροφή τους.
- (iv) Επειδή η οπτική κυψελίδα δεν εφάπτεται με τα τοιχώματα του θαλάμου, όταν αυτός είναι κατασκευασμένος από κοινά τουβλάκια, προτείνεται στη βάση του θαλάμου να τοποθετηθούν τέσσερα τουβλάκια διαστάσεων 1 x 2 με διπλή λαβή στη μια πλευρά τους (π.χ. αυτά με τον κωδικό 6024495).
- (v) 2 ερυθρές λυχνίες LED, μεγέθους 5 mm, με διάφανο περίβλημα (Εικόνα 1). Επιλέγονται ερυθρές λυχνίες LED, τόσο ως πηγή φωτός όσο και ως φωτοανιχνευτής, καθώς η χρωστική brilliant blue έχει μέγιστο απορρόφησης στα 630 nm.
- (vi) 1 αντιστάτης 100 Ω.
- (vii) Κροκοδειλάκια σύνδεσης.
- (viii) 1 θήκη μπαταριών AA και 2 μπαταρίες 1,5 V.
- (ix) 1 ή 2 κυψελίδες πολυστυρολίου τετράγωνης βάσης διαστάσεων 1 cm x 1 cm των 3,5 mL. Αν και οι φθηνές κυψελίδες πολυστυρολίου σε καμιά περίπτωση δε δύναται να θεωρηθούν δίδυμες, παρά ταύτα η χρήση τους ως τέτοιες (1 για το δείγμα και 1 για το τυφλό) δεν επάγει σημαντικό σφάλμα στα πλαίσια των στόχων της παρούσας άσκησης. Επομένως, εφόσον υπάρχουν διαθέσιμες, μπορούν να δοθούν από 2 σε κάθε ομάδα.
- (x) 1 πολύμετρο ή 1 βολτόμετρο.

Το συνολικό ενδεικτικό κόστος των υλικών (i) - (ix) ανέρχεται στην τιμή των 6,2 € / συσκευή (31,10 € για 5 ομάδες, τιμές 2021). Επιπλέον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα πολύμετρα που υπάρχουν ήδη στον σχολικό εργαστηριακό εξοπλισμό.



(α)



(β)

Εικόνα 1: Ο τρόπος με τον οποίο προσαρμόζονται οι LED στη συσκευή.
(α) Πριν την προσαρμογή. (β) Μετά την προσαρμογή.

Για τα πρότυπα διαλύματα της E133:

- (i) Μπορεί να χρησιμοποιηθεί χρωστική σε στερεά μορφή, όπως διατίθεται στο εμπόριο.
- (ii) Μπορεί να χρησιμοποιηθεί συμπυκνωμένο χρώμα ζαχαροπλαστικής, όπως κυκλοφορεί ευρύτατα στο εμπόριο, συνήθως σε κοινή συσκευασία με άλλες χρωστικές. Στην πιο κοινή εμπορικώς διαθέσιμη μορφή, ένα τέτοιο φιαλίδιο περιλαμβάνει 6 mL διαλύματος χρωστικής, περιεκτικότητας 0,595 % w/w. Τυπικά, 18 σταγόνες αυτού του διαλύματος, όταν διαλύονται σε τελικό όγκο 1 L, δίνουν διάλυμα συγκέντρωσης περίπου 14 μM . Στην καθεμία ομάδα μαθητών/-τριών δίνονται 5 πλαστικά φιαλίδια, τα οποία περιέχουν υδατικά διαλύματα της χρωστικής, συγκεντρώσεων στην περιοχή 2 - 12 μM . Να σημειωθεί ότι τα υδατικά διαλύματα της χρωστικής παραμένουν σταθερά στο ψυγείο για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα (τουλάχιστον 3 χρόνια).

3.6.8. Διδακτική προσέγγιση και εφαρμογή

Η παρούσα εργαστηριακή διδασκαλία στηρίζεται στη μέθοδο της καθοδηγούμενης διερεύνησης και διεξάγεται σε ομάδες των 3-5 μαθητών/-τριών. Αν και συνιστάται όλες οι εργαστηριακές ασκήσεις να λαμβάνουν χώρα στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών/Χημείας της σχολικής μονάδας, παρά ταύτα η εν λόγω άσκηση μπορεί να λάβει χώρα και εντός συμβατικής αίθουσας διδασκαλίας.

Η διεξαγωγή της άσκησης ακολουθεί τις εξής φάσεις:

3.6.8.1. Εισαγωγή στους στόχους και προετοιμασία

Ο/Η διδάσκων/-ουσα μοιράζει στους/στις μαθητές/-τριες φύλλο εργασίας με ερωτήσεις προς απάντηση. Οι μαθητές/-τριες απαντούν και παράλληλα γίνεται συζήτηση. Δείγμα τέτοιου φύλλου δίνεται στο Παράρτημα Ι (σελ. 296). Ο ενδεικτικός χρόνος εργασίας είναι **15 λεπτά**.

Η πρώτη ερώτηση αποσκοπεί στην ανάκληση των προαπαιτούμενων γνώσεων, που απαιτούνται για την οικοδόμηση της νέας γνώσης, αλλά και στην ανίχνευση του βαθμού κατάκτησης αυτών.

Ακολούθως, ο/η διδάσκων/-ουσα θέτει το πρόβλημα στους/στις μαθητές/-τριες: «Έχουμε μια φιάλη εμπορικώς διαθέσιμου “ενεργειακού” ποτού. Παρατηρήστε ότι το ποτό έχει χρώμα μπλε. Ο κυανός χρωματισμός οφείλεται στην ύπαρξη μιας μόνο χρωστικής, που ονομάζεται *brilliant blue*. Είναι δυνατόν να προσδιορίσουμε τη συγκέντρωση αυτής της χρωστικής στο δείγμα του ποτού;». Ο/Η διδάσκων/-ουσα ζητά από τους/τις μαθητές/-τριες να απαντήσουν την ερώτηση 2. Δύο είναι τα κύρια σημεία που είναι επιθυμητό να αναδειχθούν από τις απαντήσεις τους. Το πρώτο είναι ότι αυτό «θα μπορούσε να επιτευχθεί φασματοφωτομετρικά, αν υπήρχε διαθέσιμη μια αντίστοιχη συσκευή». Το δεύτερο είναι ότι στην πραγματικότητα τους ζητείται να μετρήσουν ένα μέγεθος και, όπως κάθε διαδικασία μέτρησης, ανεξαρτήτως αντικειμένου, απαιτεί τη σύγκριση με κάποιο πρότυπο. Είναι ευκαίριο να ζητηθεί από τους/τις μαθητές/-τριες να σχολιάσουν αν είναι προτιμότερο να γίνει η σύγκριση της άγνωστης συγκέντρωσης με ένα μόνο πρότυπο δείγμα ή με περισσότερα.

Ο/Η διδάσκων/-ουσα παρουσιάζει στους/στις μαθητές/-τριες τα υλικά που θα τους διαθέσει προκειμένου να συναρμολογήσουν ένα δικό τους φασματοφωτόμετρο, εξηγώντας τους τον ρόλο των λυχνιών LED. Στα υλικά περιλαμβάνεται η ερυθρά λυχνία LED, που θα παίξει τον ρόλο του ανιχνευτή, αλλά όχι η λυχνία που θα αποτελέσει τη φωτεινή πηγή. Ακολούθως, ζητά από τους/τις μαθητές/-τριες να απαντήσουν στην ερώτηση 3. Οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να επιλέξουν το χρώμα που αντιστοιχεί στο μέγιστο της απορρόφησης στο ορατό φάσμα.

Τέλος, δίνει στους/στις μαθητές/-τριες και τη δεύτερη ερυθρά λυχνία LED. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και μια πορτοκαλί λυχνία LED κατάλληλου μήκους κύματος, εφόσον υπάρχει διαθέσιμη.

3.6.8.2. Μετρήσεις – Σχεδίαση καμπύλης αναφοράς

Ο/Η διδάσκων/-ουσα μοιράζει στους/στις μαθητές/-τριες το σχετικό φύλλο εργασίας καθώς και τα φιαλίδια με τα πρότυπα διαλύματα της χρωστικής. Δείγμα τέτοιου φύλλου εργασίας δίνεται στο Παράρτημα II (σελ. 298). Ζητά από τους/τις μαθητές/-τριες να εργαστούν σε ομάδες και να βρουν την άγνωστη περιεκτικότητα. Οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να συνεργαστούν προκειμένου να εκτελέσουν το σύνολο των μετρήσεων, αλλά και να σχεδιάσουν την καμπύλη αναφοράς, καθώς και να απαντήσουν στις ερωτήσεις στο εναπομείναν χρονικό διάστημα. Για τις μαθηματικές πράξεις προτείνεται να επιτρέπεται η χρήση υπολογιστή τσέπης. Με το τέλος του χρόνου, ο/η διδάσκων/-ουσα παίρνει το κοινό φύλλο εργασίας στο οποίο εργάζονται οι μαθητές/-τριες της κάθε ομάδας, προκειμένου να το αξιολογήσει και να προβεί σε ανατροφοδότηση σε επόμενο μάθημα. Ο ενδεικτικός χρόνος εργασίας είναι **25 λεπτά**.

Κατά τη διάρκεια της εργαστηριακής άσκησης, ο/η εκπαιδευτικός εποπτεύει την εκτέλεση των πειραμάτων, επιλύει απορίες, καθοδηγεί και παρεμβαίνει διορθωτικά. Ιδιαίτερα κατά την πρώτη πειραματική πορεία της συναρμολόγησης του οργάνου από τους/τις μαθητές/-τριες, προσέχει τα κοίλα τουβλάκια LEGO που φέρουν τις λυχνίες LED να είναι αντικριστά. Επιπλέον αμφότερα θα πρέπει να βρίσκονται χαμηλά, προς τη βάση του οργάνου, προκειμένου το φως να διαπερνά πλήρως το υπό εξέταση διάλυμα.

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται κάποιες ενδεικτικές τιμές.

Πίνακας 1: Ληφθείσες τιμές από την πειραματική πορεία

α/α	C_i μmol/L	V_w mV	V_i mV	T_i	A_i^*
1	3,06	108	49	45,4	0,343
2	3,64	110	45	40,9	0,388
3	4,75	108	39	33,0	0,481
4	6,30	110	26	23,6	0,626
5	7,28	109	21	19,3	0,715
6	8,69	109	17	14,5	0,839
7	10,2	110	12	10,9	0,962
8	11,3	110	10	9,1	1,041

* Η υπολογιζόμενη τιμή για τη μοριακή απορροφητικότητα είναι δυνατόν να προκύψει μικρότερη από τη βιβλιογραφική ($\epsilon = 130.000 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$).

3.6.8.3. Αξιολόγηση

Ο/Η εκπαιδευτικός θα πρέπει να δώσει έμφαση στην ορθή χάραξη και χρήση της καμπύλης αναφοράς από τους/τις μαθητές/-τριες (άξονες, μονάδες, πειραματικά σημεία, τελικό αποτέλεσμα).

3.6.9. Προσαρμογές, επεκτάσεις και σύνδεση με την καθημερινότητα του χημικού

Με τη φασματοφωτομετρία μπορεί να προσδιοριστεί η συγκέντρωση οποιουδήποτε έγχρωμου διαλύματος ουσίας. Ο/Η εκπαιδευτικός μπορεί να σχεδιάσει ένα σενάριο με αφορμή κάποια βιομηχανική πορεία (π.χ. προσδιορισμός ιόντων Cu^{2+} σε δείγμα), βιοχημική πορεία (π.χ. προσδιορισμός πρωτεΐνης) (S. Astrof & Horowitz, 2018), πορεία φαρμακευτικού ενδιαφέροντος (π.χ. προσδιορισμός περιεκτικότητας χαπιών σε KI μέσω της οξείδωσης των ιόντων ιωδίου από νιτρώδη) κτλ. Επιπλέον η ίδια μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλες ενότητες του Προγράμματος Σπουδών, όπως η χημική κινητική και η ιοντική ισορροπία.

Τέλος, με μερικές μετατροπές η ανωτέρω διάταξη μπορεί να κάνει σάρωση μηκών κύματος (Albert et al., 2012), ενώ μπορεί να διασυνδεθεί με υπολογιστή μέσω μικροελεγκτών Arduino (Magro et al., 2020) και Raspberry Pi (Bougot-Robin et al., 2016· Chng & Yulistira Patuwo, 2020).

3.6.10. Χρήσιμες ιστοσελίδες

- (α) Προσομοιώσεις με τη μορφή λογιστικών φύλλων από την ιστοσελίδα (S. Sinex, 2016).
- (β) Ο νόμος του Beer στο αποθετήριο του PhET: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/beers-law-lab>.
- (γ) Προσομοίωση του νόμου του Beer από το Τμήμα Χημικής Μηχανικής του Πανεπιστημίου της Γιούτα: <https://www.che.utah.edu/~tony/OTM/SpecKinetics/>.
- (δ) Η όραση και το φως στο αποθετήριο PhET: https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_en.html.

3.6.11. Αναφορές

Albert, D. R., Todt, M. A. & Davis, H. F. (2012). A Low-Cost Quantitative Absorption Spectrophotometer. *J. Chem. Educ.*, 89(11), 1432–1435.

- Apostolopoulos, C., Psalidas, A., Hatzinikita, V. & Katsis, A. (2008). Studying Greek Students' Performance on PISA Science Items. *The International Journal of Learning*, 15(8).
- Asheim, J., Kvittingen, E. V., Kvittingen, L. & Verley, R. (2014). A Simple, Small-Scale Lego Colorimeter with a Light-Emitting Diode (LED) Used as Detector. *J. Chem. Educ.*, 91(7), 1037–1039.
- Bougot-Robin, K., Paget, J., C. Atkins, S. & B. Edel, J. (2016). Optimization and Design of an Absorbance Spectrometer Controlled Using a Raspberry Pi To Improve Analytical Skills. *J. Chem. Educ.*, 93(7), 1232–1240.
- Bouza, M.-E., Nastou, A., Panigyraiki, C. & Makedonas, C. (2019a). Introducing spectrophotometry in the school lab employing LEGO bricks and LEDs. *Chemistry Teacher International*, 1(1).
- Bouza, M.-E., Nastou, A., Panigyraiki, C. & Makedonas, C. (2019b). *Introducing spectrophotometry in the school lab employing LEGO bricks and LEDs*. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=2HIwzZUsbO4>
- Chng, J. J. K. & Yudistira Patuwo, M. (2020). Building a Raspberry Pi Spectrophotometer for Undergraduate Chemistry Classes. *J. Chem. Educ.*, 98(2), 682–688.
- College Board (Ed.). (2019). *AP Chemistry Course and Exam Description*. College Board.
- H. Bauer, S. (1990). Scientific literacy vs. black boxes: With reference to the design of student laboratory experiments. *J. Chem. Educ.*, 67(8).
- IBO (Ed.). (2016). *Chemistry Guide*. International Baccalaureate Organization, Peterson House.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *J. Comp. Ass. Learn.*, 7, 75–83.
- Kehoe, E. & Penn, R. L. (2013). Introducing Colorimetric Analysis with Camera Phones and Digital Cameras: An Activity for High School or General Chemistry. *J. Chem. Educ.*, 90(9), 1191–1195.
- Kuntzleman, T. S. & Jacobson, E. C. (2016). Teaching Beer's Law and Absorption Spectrophotometry with a Smart Phone: A Substantially Simplified Protocol. *J. Chem. Educ.*, 93(7), 1249–1252.
- Kvittingen, E. V., Kvittingen, L., Melø, T. B., Sjursnes, B. J. & Verley, R. (2017). Demonstrating Basic Properties of Spectroscopy Using a Self-Constructed Combined Fluorimeter and UV-Photometer. *J. Chem. Educ.*, 94(10), 1486–1491.
- Kvittingen, E. V., Kvittingen, L., Sjursnes, B. J. & Verley, R. (2016). Simple and Inexpensive UV-Photometer Using LEDs as Both Light Source and Detector. *J. Chem. Educ.*, 93(10), 1814–1817.
- Lindsay, R. H. & Paton, B. E. (1976). Inexpensive photometer using light-emitting diodes. *Appl. Optics*, 44(2), 188–189.
- Magro, A., Silva, M., Sousa, G., Cardoso, F., Gabriel, G., Muniz, S., Sarnighausen, V., Fontes, M. & Simões, R. (2020). Development of a low-cost colorimeter-like for undergraduate classes using microcontroller board and RGB LED. *Educación Química*, 31(1), 36–48.
- Mavroukakis-Karagounis, C., Papadopoulou, I., Papadopoulou, M. & Makedonas, C. (2020). Taking flame tests one step forward: the case of a DIY atomic emission spectrophotometer. *Chemistry Teacher International*, 2(1).
- Mims III, F. M. (1992). Sun photometer with light-emitting diodes as spectrally selective detectors. *Appl. Optics*, 31(33), 6965–6967.
- Montangero, M. (2015). Determining the Amount of Copper(II) Ions in a Solution Using a Smartphone. *J. Chem. Educ.*, 92(10), 1759–1762.
- Moraes, E. P., Confessor, M. R. & Gasparotto, L. H. S. (2015). Integrating Mobile Phones into Science Teaching To Help Students Develop a Procedure To Evaluate the Corrosion Rate of Iron in Simulated Seawater. *J. Chem. Educ.*, 92(10), 1696–1699.

- O'Donoghue, J. (2019). Simplified Low-Cost Colorimetry for Education and Public Engagement. *J. Chem. Educ.*, 96(6), 1136–1142.
- Papadopoulou, I., Mavroukakis-Karagounis, C., Papadopoulou, M. & Makedonas, C. (2019). *Employing atomic emission spectrophotometry in the school lab in order to detect metals in drugs* (Όμιλος Χημείας Προτύπου Λυκείου Ευαγγελικής Σχολής Σμύρνης (Ed.)). YouTube. <https://youtu.be/3D-ukjKpfxk>
- S. Astrof, N. & Horowitz, G. (2018). Protein Colorimetry Experiments That Incorporate Intentional Discrepancies and Historical Narratives. *J. Chem. Educ.*, 95(7), 1198–1204.
- Scheeline, A. (2010). Teaching, Learning, and Using Spectroscopy with Commercial, Off-the-Shelf Technology. *Appl. Spectrosc.*, 64(9), 256A-268A.
- Schola Europaea. (2019). *Chemistry Syllabus S4-S5*. Schola Europaea.
- Shakhashiri, B. Z. (1983). *Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers of Chemistry (Volume 1)*. UW Press.
- Sinex, S. (2016). *Chemical Excelets: Interactive Excel Spreadsheets for General Chemistry*. http://academic.pgcc.edu/~ssinex/excelets/chem_excelets.htm
- Sinex, S. A. (2016). *Beer's Law Simulator II: Exploring Errors*.
- Skoog, D. A., West, D. M., JamesHoller, F. & Crouch, S. R. (2014). *Fundamentals of Analytical Chemistry* (9th Ed.). Brooks/Cole, Cengage Learning.
- Strobel, H. A. & Heineman, W. R. (1989). *Chemical Instrumentation: A Systematic Approach* (3rd Ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Tymecki, E., Brodacka, L., Rozum, B. & Koncki, R. (2009). UV-PEDD Photometry Dedicated for Bioanalytical Uses. *Analyst*, 134, 1333.
- Tymecki, E., Pokrzywnicka, M. & Koncki, R. (2011). Fluorometric Paired-Emitter Detector Diode (FPEDD). *Analyst*, 136, 73.
- Vanderveen, J. R., Martin, B. & Ooms, K. J. (2013). Developing Tools for Undergraduate Spectroscopy: An Inexpensive Visible Light Spectrophotometer. *J. Chem. Educ.*, 90(9), 894–899.
- Wagner II, E. P. (2016). Investigating Bandgap Energies, Materials, and Design of Light-Emitting Diodes. *J. Chem. Educ.*, 93(7), 1289–1298.
- Wang, J. J., Rodríguez Núñez, J. R., Maxwell, E. J. & Algar, W. R. (2015). Build Your Own Photometer: A Guided-Inquiry Experiment To Introduce Analytical Instrumentation. *J. Chem. Educ.*, 93(1), 166–171.
- Αποστολόπουλος, Κ. (2013). *Επιστημονικός εγγραμματισμός (παρουσίαση στο Ε.Κ.Φ.Ε. Χαλανδρίου)*. <http://bit.ly/sciliteracy-ap>

3.6.12. Παράρτημα Ι: Φύλλο εργασίας προ της εργαστηριακής άσκησης

Τμήμα: Ονοματεπώνυμο:.....

Ομάδα:

Ερώτηση 1:

Τι είναι η διαπερατότητα T ενός δείγματος και με ποια μεγέθη συνδέεται; Στο πλαίσιο του Σχήματος 1, να γίνει σχετικό σκαρίφημα της αρχής στην οποία βασίζονται οι φασματοφωτομετρικές τεχνικές.

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Σχήμα 1: Η αρχή λειτουργίας των φασματοφωτομετρικών τεχνικών.

Ερώτηση 2:

Πώς μπορείτε να προσδιορίσετε τη συγκέντρωση της χρωστικής brilliant blue στο δείγμα ποτού που λάβατε;

.....

.....

.....

Ερώτηση 3:

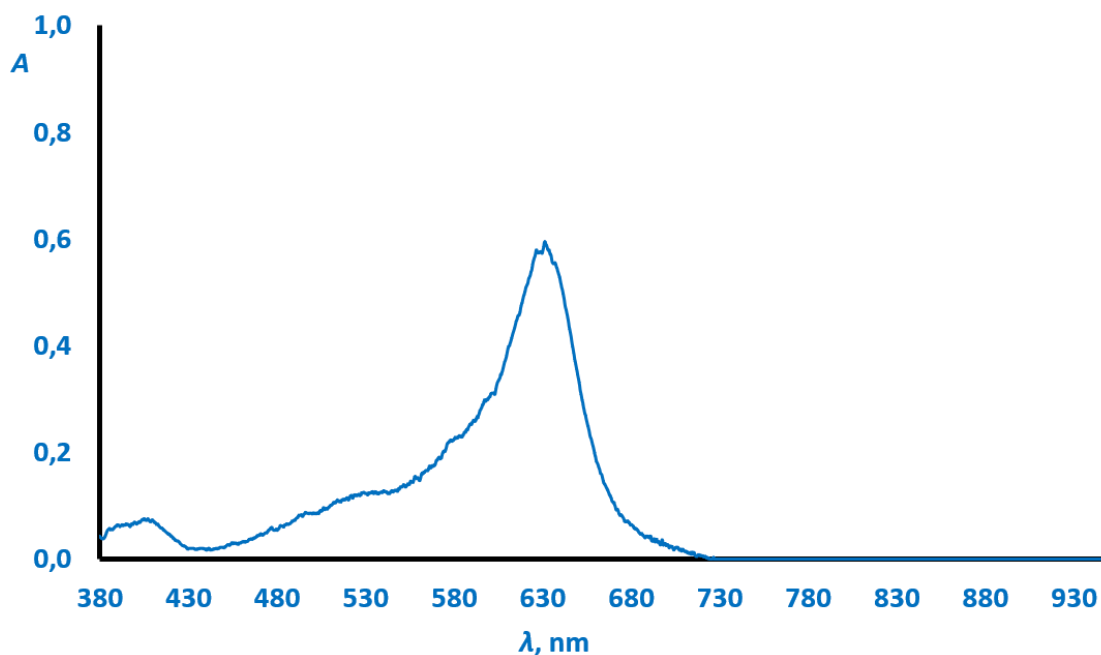
Στο Σχήμα 2 δίνεται το φάσμα UV-Vis της υπό εξέταση χρωστικής, ενώ στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι περιοχές μηκών κύματος για τα διάφορα χρώματα της ορατής ακτινοβολίας. Με βάση αυτές τις πληροφορίες, τι χρώματος λυχνία LED προτείνετε να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ορατής ακτινοβολίας για το φασματοφωτόμετρο που θα συναρμολογήσετε;

.....

.....

.....

.....



Σχήμα 2: Φάσμα UV-Vis υδατικού διαλύματος της χρωστικής ζαχαροπλαστικής brilliant blue (E133).

Πίνακας 1: Περιοχή μηκών κύματος των διαφόρων χρωμάτων της ορατής ακτινοβολίας

Χρώμα	λ (nm)
ερυθρό	625 - 720
πορτοκαλί	580 - 625
κίτρινο	545 - 580
λαχανί	530 - 545
πράσινο	490 - 530
γαλάζιο	450 - 490
κυανούν	420 - 450
ιώδες	400 - 420

3.6.13. Παράρτημα II: Φύλλο εργασίας εργαστηριακής άσκησης.

Ποια είναι η περιεκτικότητα του ποτού στη χρωστική brilliant blue.

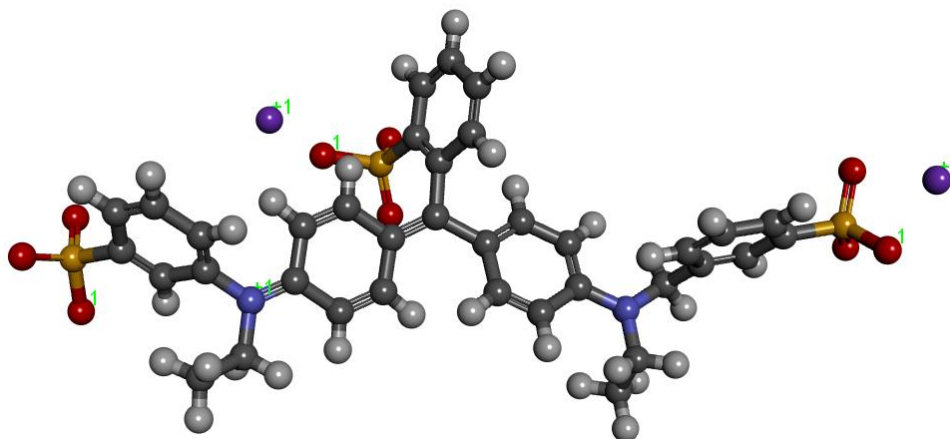
Τμήμα: Ονοματεπώνυμο:.....

Ομάδα:

Στόχοι της Άσκησης:

1. Να γνωρίσετε μια από τις βασικές τεχνικές ενόργανης ανάλυσης.
2. Να ασκηθείτε στην παρασκευή υδατικών διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης.
3. Να μπορείτε να εφαρμόσετε στην πράξη τον νόμο Beer-Lambert.
4. Να μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την ευθεία παλινδρόμησης που κατασκευάστηκε με βάση πρότυπα διαλύματα για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας ενός εμπορικός διαθέσιμου ποτού σε μια χρωστική.

Η χρωστική Brilliant Blue FCF: Η συγκεκριμένη χρωστική χρησιμοποιείται ευρύτατα τόσο σε τρόφιμα και ποτά όσο και σε καλλυντικά. Απαντά και με τις ονομασίες E133, C.I. 42090 και blue 1 ($M_r = 792,848$, Σχήμα 3).



Σχήμα 3: Η υπό μελέτη χρωστική.

Όργανα και Υλικά:

1. Τουβλάκια LEGO διαφόρων διαστάσεων.
2. 2 λυχνίες LED 5 mm ερυθρού χρώματος.
3. 1 ή 2 κυψελίδες 3,5 mL πολυστυρενίου.
4. Πολύμετρο, αντιστάτης 100 Ω και καλώδια (με κροκοδειλάκια).
5. 5 πρότυπα διαλύματα της χρωστικής ζαχαροπλαστικής brilliant blue.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

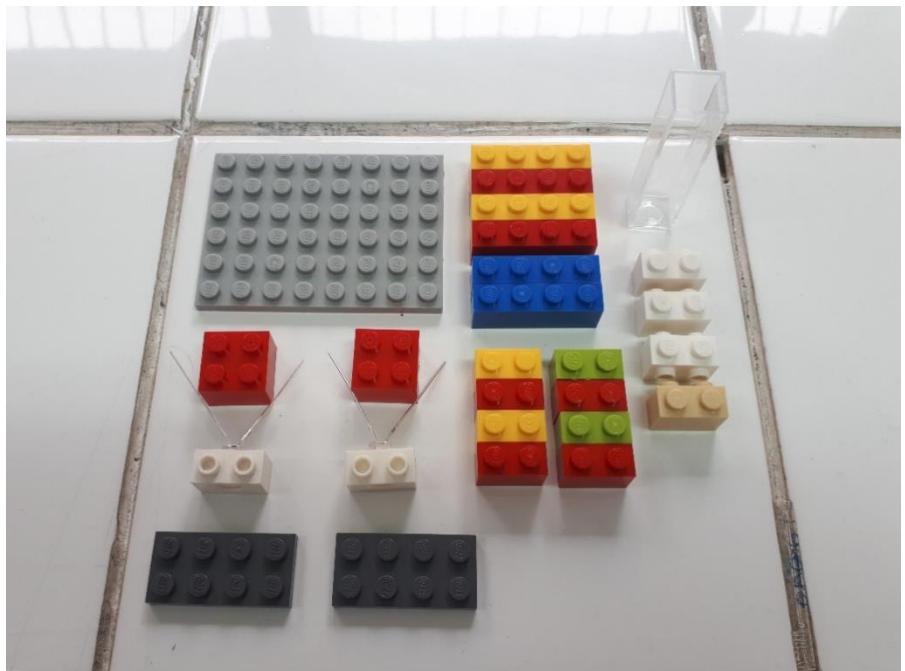
.....

.....

.....

Πειραματική Πορεία: **A. Συναρμολόγηση του φασματοφωτομέτρου**

1. Με τη βοήθεια των υλικών που σας δόθηκαν (Εικόνα 1) συναρμολογήστε τον θάλαμο του δείγματος.
2. Συνδέστε τη μία από τις δύο LED με την πηγή και τον αντιστάτη. Αυτή η λυχνία θα αποτελέσει την πηγή φωτός του οργάνου.
3. Συνδέστε την άλλη λυχνία με το βολτόμετρο και θέστε το σε λειτουργία.



Εικόνα 1: Τα απαραίτητα τουβλάκια LEGO και η κυψελίδα. Περιλαμβάνονται τα τουβλάκια με την κεντρική οπή, στα οποία προσαρμίζονται οι λυχνίες LED.

Παρατήρηση 1:

Επειδή η κυψελίδα δεν εφάπτεται με τα τοιχώματα του θαλάμου, όταν αυτός είναι κατασκευασμένος από κοινά τουβλάκια, προτείνεται στη βάση του θαλάμου να τοποθετηθούν τέσσερα τουβλάκια διαστάσεων 1 x 2 με διπλή λαβή στη μια πλευρά τους.

Παρατήρηση 2:

Η πηγή-LED τροφοδοτείται από δύο μπαταρίες 1,5 V συνδεδεμένες εν σειρά. Για να λειτουργήσει η λυχνία LED με τον βέλτιστο τρόπο, συνδέεται σε σειρά με αντιστάτη 100 Ω. Ο ανιχνευτής-LED συνδέεται με βολτόμετρο, προκειμένου να μετράται η αναπτυσσόμενη διαφορά δυναμικού, όταν αυτός δέχεται το φως της πηγής.

B. Λήψη των μετρήσεων και σχεδίαση της καμπύλης αναφοράς

1. Εντός της κυψελίδος θέστε απιονισμένο νερό και ακολούθως τοποθετήστε την κυψελίδα εντός του θαλάμου. Να καταγράψετε στον Πίνακα 2 την τιμή της αναπτυσσόμενης τάσης σε mV.
2. Θέστε στην κυψελίδα δείγμα από το αραιότερο διάλυμα που σας δόθηκε, τοποθετήστε την κυψελίδα εντός του θαλάμου και καταγράψτε στον Πίνακα 2 την τιμή της αναπτυσσόμενης τάσης σε mV.
3. Να επαναλάβετε τη διαδικασία και για τα υπόλοιπα διαλύματα.

Παρατήρηση 3:

Ο διαλύτης (το νερό) θα πρέπει να μετράται πριν από κάθε μέτρηση δείγματος.

4. Για κάθε δείγμα να υπολογίσετε τη διαπερατότητα με βάση την ακόλουθη σχέση:

$$T_i = \frac{V_i}{V_w} \quad (1)$$

- όπου:
- T_i , η διαπερατότητα του δείγματος i
 - V_i , η αναπτυσσόμενη διαφορά δυναμικού στα άκρα της LED-ανιχνευτή για το δείγμα i , σε mV
 - V_w , η αναπτυσσόμενη διαφορά δυναμικού στα άκρα της LED-ανιχνευτή για τον καθαρό διαλύτη, σε mV.

Ακολούθως με τη βοήθεια των σχέσεων (1) και (2) να υπολογίσετε την τιμή της απορρόφησης A για κάθε δείγμα:

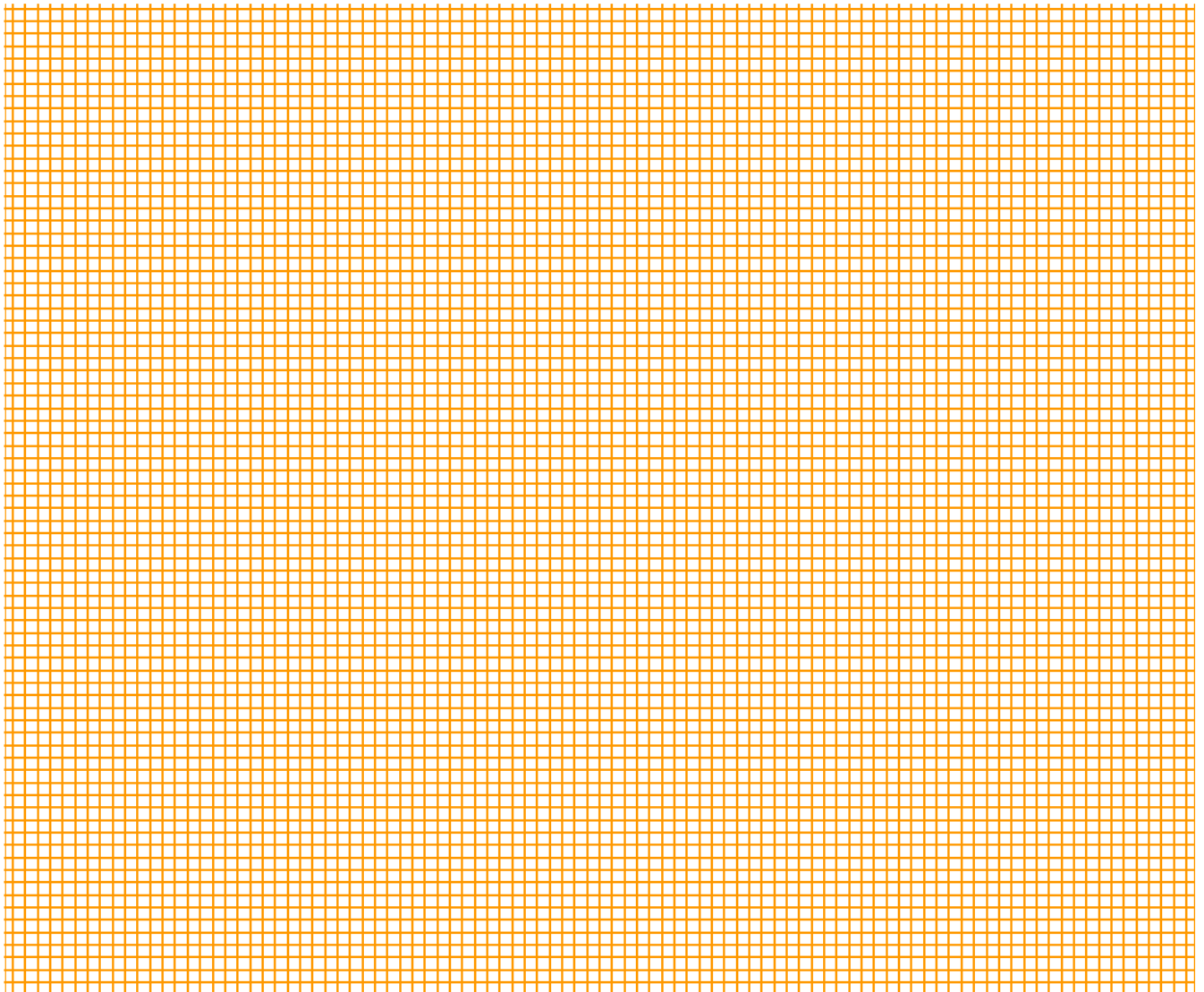
$$A_i = -\log T_i \quad (2)$$

- όπου: A_i , η απορρόφηση του δείγματος i .

5. Να συμπληρώσετε κατάλληλα τον Πίνακα 2.
6. Να δοθεί στο Σχήμα 4 η γραφική παράσταση της συνάρτησης $A = f(C)$.

Πίνακας 2: Πειραματικές τιμές.

a/a	C_i μmol/L	V_w mV	V_i mV	T_i	A_i
1					
2					
3					
4					
5					



Σχήμα 4: Γραφική παράσταση της συνάρτησης $A = f(C)$.

Ερώτηση 4:

Από τη γραφική παράσταση της συνάρτησης $A = f(C)$ να προσδιορίσετε τη μοριακή απορροφητικότητα ϵ της χρωστικής brilliant blue. Η οπτική διαδρομή είναι 1 cm.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.7. Διερεύνηση παραγόντων που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης

3.7.1. Ταυτότητα διδακτικού σεναρίου

Βαθμίδα – Τάξη: Γ' Λυκείου

Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές και συμβατότητα με ΠΣ

Θεματικό Πεδίο: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.

Θεματική Ενότητα: Χημική κινητική.

Υποενότητα: 5.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης.

Τύπος σεναρίου: Διερευνητική εργαστηριακή άσκηση.

Χρονική διάρκεια σεναρίου:

A) 2 διδακτικές ώρες, αν κάθε ομάδα κάνει και τις τέσσερις διερευνήσεις και παρουσιάσει τα αποτελέσματά της.

B) 1 διδακτική ώρα, αν κάθε ομάδα κάνει μία από τις τέσσερις διερευνήσεις και οι ομάδες συζητήσουν στην ολομέλεια τα αποτελέσματά τους.

3.7.2. Σκεπτικό σεναρίου – Επιστημονικό/Γνωστικό περιεχόμενο

Η πειραματική μελέτη βασικών παραγόντων που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης σε συνδυασμό με τον καθοδηγούμενο σχεδιασμό (διαχείριση μεταβλητών) και την υλοποίηση του πειράματος από τους/τις μαθητές/-τριες.

3.7.3. Προαπαιτούμενες γνώσεις και επιθυμητές δεξιότητες

α) Ικανότητα εργασίας με ασφάλεια και ακρίβεια στο εργαστήριο Χημείας.

β) Ικανότητα σχεδιασμού και υλοποίησης διερευνητικού πειράματος με διαχείριση μεταβλητών και εξαγωγή συμπερασμάτων από τα πειραματικά δεδομένα.

3.7.4. Σκοπός σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Σκοπός

Οι μαθητές/-τριες σχεδιάζουν και πραγματοποιούν πείραμα για να διερευνήσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης.

Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

Οι μαθητές/-τριες μετά την ολοκλήρωση της εργαστηριακής άσκησης θα είναι σε θέση να:

Σε επίπεδο γνώσεων

- αναφέρουν τους ακόλουθους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα μιας χημικής αντίδρασης: θερμοκρασία, συγκέντρωση, επιφάνεια επαφής, καταλύτης.
- εξηγούν τον τρόπο με τον οποίο επιδρά καθένας από τους παράγοντες στην ταχύτητα της αντίδρασης.

Σε επίπεδο δεξιοτήτων/ικανοτήτων

- σχεδιάζουν και να υλοποιούν διερευνητικό πείραμα.
- επεξεργάζονται πειραματικά δεδομένα
- εξάγουν συμπεράσματα από πειραματικά δεδομένα.
- εκτελούν απλές εργαστηριακές τεχνικές με την απαιτούμενη ακρίβεια και ασφάλεια.
- καλλιεργούν λεπτές κινητικές δεξιότητες.
- καλλιεργούν τις δεξιότητες/ικανότητες μάθησης του 21^{ου} αιώνα (συνεργασία, επικοινωνία, κριτική σκέψη και δημιουργικότητα).

Σε επίπεδο στάσεων

- έχουν ενισχύσει τη θετική στάση για τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και εργασίας.

3.7.5. Οργάνωση της διδασκαλίας και απιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Οργάνωση της τάξης: Εργασία σε ομάδες στο εργαστήριο Χημείας.

Εκπαιδευτικό υλικό – εξοπλισμός: Ο τυπικός εξοπλισμός του εργαστηρίου Χημείας.

3.7.6. Διδακτική προσέγγιση

Διδακτική μεθοδολογία: Ομαδοσυνεργατική, εργαστηριακή διερεύνηση.

Τεχνικές αξιολόγησης των μαθητών/-τριών: Κάποια ή κάποιες από τις:

α) Συζήτηση για τον τρόπο που απάντησαν στις ερωτήσεις του φύλλου εργασίας.

β) Παρατήρηση του τρόπου που εργάζονται με ή χωρίς λίστα παρατήρησης.

γ) Προφορικές ερωτήσεις.

δ) Φύλλο αξιολόγησης (ολιγόλεπτο τεστ) την επόμενη διδακτική ώρα.

3.7.7. Αναλυτική περιγραφή διδακτικής πορείας

Αναπτύσσεται στο φύλλο εργασίας που ακολουθεί.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μέλη Ομάδας:

Τάξη/τμήμα:

Ημερομηνία:

Γενικό ερευνητικό ερώτημα: Πώς επηρεάζουν τη συνολική ταχύτητα μιας χημικής αντίδρασης οι παράγοντες:

α) Συγκέντρωση αντιδραστήριου;

β) Θερμοκρασία;

γ) Επιφάνεια επαφής;

δ) Καταλύτες;

Γενικές παρατηρήσεις σχετικά με τον χειρισμό των μεταβλητών ενός πειράματος.

Ο πειραματισμός είναι μια σύνθετη διαδικασία στην οποία εμπλέκονται πολλοί παράγοντες. Για να μπορούμε να προσδιορίσουμε με βεβαιότητα τις σχέσεις ανάμεσα στους παράγοντες και να βγάλουμε σωστά συμπεράσματα, συνήθως, ακολουθούμε την εξής διαδικασία:

1. Προσδιορίζουμε το σύνολο των παραγόντων που επηρεάζουν το φαινόμενο και τους ονομάζουμε **μεταβλητές**.

2. Διαμορφώνουμε κατάλληλα το ερευνητικό ερώτημα κάθε φορά, π.χ. «Πώς επηρεάζει η συγκέντρωση του διαλύματος σε χλωρίνη την ταχύτητα της αντίδρασης:

Κόκκινη χρωστική ζαχαροπλαστικής + Χλωρίνη → Άχρωμο προϊόν

3. Προσδιορίζουμε τη μεταβλητή που θα μεταβάλουμε κατά την κρίση μας, την οποία ονομάζουμε **ανεξάρτητη μεταβλητή**. Στην παραπάνω περίπτωση είναι η συγκέντρωση της χλωρίνης.

4. Προσδιορίζουμε τη μεταβλητή για την οποία θέλουμε να διαπιστώσουμε πώς αλλάζουν οι τιμές της (**εξαρτημένη μεταβλητή**), σε σχέση με τις αλλαγές που κάνουμε στην ανεξάρτητη μεταβλητή. Στην παραπάνω περίπτωση είναι ο χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης.

5. Προσδιορίζουμε πώς θα μετρήσουμε την εξαρτημένη μεταβλητή: Στην παραπάνω περίπτωση αρκεί ένα χρονόμετρο. **Έναρξη χρονομέτρησης:** η στιγμή που προστίθεται η χλωρίνη στο διάλυμα. **Λήξη χρονομέτρησης:** μόλις παρατηρηθεί αποχρωματισμός.

6. Προσδιορίζουμε το πλήθος των μετρήσεων που πρέπει να κάνουμε, ώστε να έχουμε μια σαφή εικόνα του τρόπου που εξελίσσεται το φαινόμενο. Για τις περιπτώσεις που εξετάζουμε, συνήθως 3-5 είναι αρκετές.

7. Εκτελούμε το πείραμα και καταγράφουμε τα πειραματικά μας δεδομένα, συνήθως σε πίνακα. Η κατασκευή διαγράμματος, συχνά, μας διευκολύνει να κατανοήσουμε τη σχέση ανάμεσα στην εξαρτημένη και την ανεξάρτητη μεταβλητή.

8. Από τα επεξεργασμένα πειραματικά δεδομένα και τις κανονικότητες που παρατηρούμε σε αυτά, εξάγουμε συμπεράσματα και απαντάμε στο ερευνητικό ερώτημα.

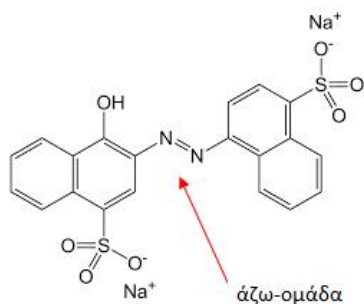
Μελέτη θεωρητικών στοιχείων

A) Επίδραση της συγκέντρωσης και της θερμοκρασίας στην ταχύτητα αντίδρασης:

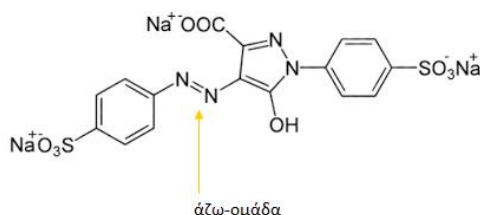
Μια αντίδραση που μπορούμε να μελετήσουμε σχετικά εύκολα είναι ο αποχρωματισμός των χρωστικών ζαχαροπλαστικής από τη χλωρίνη.

Στη ζαχαροπλαστική και στη μαγειρική χρησιμοποιούνται συχνά κατάλληλες χρωστικές, οι οποίες βρίσκονται εύκολα ακόμη και στα σούπερ μάρκετ. Μερικές από τις πιο κοινές είναι:

α) Η αζωρουμπίνη ή E122



β) Η ταρτραζίνη ή E102



Οι συγκεκριμένες οργανικές ενώσεις οφείλουν το χρώμα τους στον συνδυασμό της άζω-ομάδας (χρωμοφόρος ομάδα) με τους αρωματικούς δακτυλίους. Έτσι, αποκτούν τη δυνατότητα να απορροφούν ορισμένα τμήματα από το φάσμα του ορατού. Το τμήμα του φάσματος που δεν απορροφάται ανακλάται και τους προσδίδει το χαρακτηριστικό τους χρώμα.

Η χλωρίνη, δηλαδή το υδατικό διάλυμα NaOCl, αντιδρά εύκολα με την άζω-ομάδα με αποτέλεσμα την τροποποίησή της και τον αποχρωματισμό της χρωστικής. Ανάλογη είναι και η αντίδραση της χλωρίνης με χρωστικές που φέρουν άλλες χρωμοφόρες ομάδες είτε πρόκειται για χρωστικές ζαχαροπλαστικής είτε για χρωστικές βαφής ρούχων.

B) Επίδραση της επιφάνειας επαφής στην ταχύτητα αντίδρασης:

Μια χημική μεταβολή που μπορούμε εύκολα να διερευνήσουμε είναι η ταχύτητα διάλυσης αναβράζοντος δισκίου, σε σχέση με τον βαθμό κατάτμησής του, δηλαδή ολόκληρο, σε πολλά μικρά κομμάτια και σε σκόνη.

Όπως έχουμε μελετήσει και στην Α' Λυκείου, αναβράζοντα λέμε τα δισκία που, όταν τα ρίξουμε στο νερό, παράγουν φυσαλίδες αερίου (αναβρασμός), οι οποίες βοηθούν στο να θρυμματιστεί το δισκίο και να διαλυθεί ταχύτατα το περιεχόμενό του. Πλεονεκτούν έναντι των κανονικών δισκίων, γιατί το δραστικό συστατικό φτάνει στο στομάχι διαλυμένο στο νερό ή σε διεσπαρμένο σε μικρά κοκκία, οπότε η απορρόφηση και η θεραπευτική επίδραση του φαρμάκου εκδηλώνονται αρκετά πιο γρήγορα. Στα κανονικά δισκία, ο θρυμματισμός του δισκίου σε κοκκία και η διάλυση των συστατικών του γίνονται στο στομάχι από τα στομαχικά υγρά και αυτό απαιτεί κάποιον χρόνο.

Όλα τα αναβράζοντα δισκία περιέχουν NaHCO₃ (δηλαδή μαγειρική σόδα) και κιτρικό οξύ (ή/και τρυγικό οξύ). Οι δύο αυτές ουσίες δεν αντιδρούν όταν βρίσκονται στην στερεή κατάσταση. Όταν, όμως, το δισκίο έρθει σε επαφή με νερό και το νερό αρχίσει να διεισδύει στο εσωτερικό του δισκίου, τότε αντιδρούν, σύμφωνα με την αντίδραση:

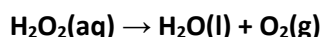


κιτρικό οξύ κιτρικό νάτριο

Το παραγόμενο αέριο CO₂ προσπαθώντας να διαφύγει από το δισκίο το θρυμματίζει, επιταχύνοντας τη διάλυση των συστατικών του.

Γ) Επίδραση του καταλύτη στην ταχύτητα αντίδρασης:

Μια χημική μεταβολή που μπορούμε να διερευνήσουμε εύκολα είναι η ταχύτητα διάσπασης του υπεροξειδίου του υδρογόνου:



Πρόκειται για μια αντίδραση που γίνεται αργά, με αποτέλεσμα, πρακτικά, να μην παρατηρούμε την έκλυση του αερίου οξυγόνου (O₂).

Θα διερευνήσουμε αν ορισμένες ουσίες ή υλικά οι οποίες δεν αντιδρούν με το υπεροξείδιο του υδρογόνου, έχουν την ιδιότητα να επιταχύνουν την αντίδραση διάσπασής του, με αποτέλεσμα να είναι άμεσα παρατηρήσιμη η έκλυση φυσαλίδων αερίου οξυγόνου (O₂).

Διαθέσιμα όργανα - Αντιδραστήρια

Όργανα	Αντιδραστήρια
<ul style="list-style-type: none"> • Ποτήρια ζέσεως των 250 mL. • Ογκομετρικός κύλινδρος των 100 ml. • Λύχνος-πλέγμα-τρίποδας • Ψυγείο ή παγάκια. • Υδατόλουτρο. • Θερμόμετρο και χρονόμετρο. • Στατό με δοκιμαστικούς σωλήνες. • Σπάτουλα και υδροβολέας. 	<ul style="list-style-type: none"> • Διάλυμα κόκκινης χρωστικής ζαχαροπλαστικής (E102), όγκου 800 mL (παρασκευάζεται με προσθήκη 1 σταγόνας χρωστικής ανά 100 mL νερού). • Διαλύμα χλωρίνης εμπορίου (λεπτόρευστη) σε σταγονομετρικό φιαλίδιο. • διάλυμα H₂O₂(aq) 3 % w/w, • στερεά: MnO₂(s), KI(s), NaCl(s) και πατάτα (φρέσκια και βρασμένη).

1^ο ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πώς επηρεάζει η συγκέντρωση της χλωρίνης τη συνολική ταχύτητα της χημικής αντίδρασης:

Κόκκινη χρωστική ζαχαροπλαστικής + Χλωρίνη → Άχρωμο προϊόν

- Να θεωρήσετε ότι οι μεταβλητές του πειράματος είναι:
 - Η συγκέντρωση της χρωστικής (ίση με 1 σταγόνα χρωστικής ανά 100 mL H₂O).
 - Η συγκέντρωση του διαλύματος σε χλωρίνη (για ευκολία μπορεί να μετρηθεί σε αριθμό σταγόνων χλωρίνης ανά 100 mL διαλύματος).
 - Ο χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης (μέχρι να αποχρωματιστεί το διάλυμα).
 - Η ποσότητα του διαλύματος της χρωστικής.
 - Η θερμοκρασία του διαλύματος.
 - Ο ρυθμός ανάδευσης.
- Στη διάθεσή σας, εκτός από τον απαραίτητο υάλινο εξοπλισμό, έχετε:
 - α) Διάλυμα χρωστικής όγκου 400 mL.
 - β) Χλωρίνη εμπορίου λεπτόρευστη σε σταγονομετρικό φιαλίδιο.
 - γ) Χρονόμετρο.

A. Να κάνετε μια πρόβλεψη σχετικά με το ερευνητικό ερώτημα που εξετάζετε.

.....
.....
.....

B. Να περιγράψετε πώς θα εργαστείτε.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Γ. Να καταγράψετε τα πειραματικά σας ευρήματα.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Δ. Να καταγράψετε τα συμπεράσματά σας και να σχολιάσετε αν η αρχική σας πρόβλεψη ήταν σωστή ή λανθασμένη.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2° ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πώς επηρεάζει η θερμοκρασία τη συνολική ταχύτητα της χημικής αντίδρασης:

Κόκκινη χρωστική ζαχαροπλαστικής + Χλωρίνη → Άχρωμο προϊόν

- Να θεωρήσετε ότι οι μεταβλητές του πειράματος είναι:
 - Η συγκέντρωση της χρωστικής (ίση με 1 σταγόνα χρωστικής ανά 100 mL H₂O).
 - Η συγκέντρωση του διαλύματος σε χλωρίνη μετά την προσθήκη χλωρίνης (μπορεί να έχει και αυτή τη μορφή σταγόνων χλωρίνης ανά 100 mL διαλύματος).
 - Ο χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης (μέχρι να αποχρωματιστεί το διάλυμα).
 - Η ποσότητα του διαλύματος της χρωστικής.
 - Η θερμοκρασία του διαλύματος.
 - Ο ρυθμός ανάδευσης.
- Στη διάθεσή σας, εκτός από τον απαραίτητο υάλινο εξοπλισμό, έχετε:
 - α) Διάλυμα χρωστικής όγκου 400 mL.
 - β) Χλωρίνη εμπορίου.
 - γ) Ψυγείο ή υδατόλουτρο με παγάκια.
 - δ) Λύχνο, τρίποδα και πλέγμα.
 - ε) Θερμόμετρο.

Υπόδειξη: Καλύτερα να χρησιμοποιήσετε τις ακόλουθες θερμοκρασίες:

- i) 7-12 °C,*
- ii) 20-25 °C,*
- iii) 32-37 °C και*
- iv) 43-48 °C.*

στ) χρονόμετρο.

A. Να κάνετε μια πρόβλεψη σχετικά με το μερικό ερευνητικό ερώτημα που εξετάζετε.

.....

.....

B. Να περιγράψετε πώς θα εργαστείτε.

.....

.....

.....

Γ. Να καταγράψετε τα πειραματικά σας ευρήματα.

.....

.....

Δ. Να καταγράψετε τα συμπεράσματά σας και να σχολιάσετε αν η αρχική σας πρόβλεψη ήταν σωστή ή λανθασμένη.

.....

.....

.....

3^ο ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πώς επηρεάζει η επιφάνεια επαφής στερεού τη συνολική ταχύτητα της αντίδρασης στην οποία συμμετέχει;

- Να θεωρήσετε ότι οι μεταβλητές του πειράματος είναι:
 - Η ποσότητα του νερού στην οποία θα διαλυθεί το δισκίο.
 - Το είδος του δισκίου
 - Η μάζα του δισκίου.
 - Το μέγεθος της επιφάνειας επαφής του στερεού, δηλαδή ο βαθμός κατάτμησης του δισκίου.

Υπόδειξη: Προτείνονται τρεις βαθμοί κατάτμησης, οι εξής:

- i) ολόκληρο δισκίο (κατά προτίμηση να έχει μικρό πάχος και μεγάλη ακτίνα).
- ii) δισκίο θρυμματισμένο σε 20 περίπου ισομεγέθη κομμάτια (κόβεται εύκολα με το χέρι).
- iii) δισκίο σε σκόνη (γίνεται εύκολα σκόνη όταν κοπεί σε 20 μικρά κομμάτια και στη συνέχεια τοποθετηθεί πάνω σε αλουμινόχαρτο και πιεστεί σχετικά απαλά με σκληρή επιφάνεια).

- Ο τρόπος που θα αλληλεπιδράσει το νερό με το δισκίο, δηλαδή αν θα ρίξετε το δισκίο στο νερό ή το νερό στο δισκίο (προτείνεται το 2^ο).
- Ο χρόνος ολοκλήρωσης της διάλυσης (η αντίδραση ολοκληρώνεται όταν πάψει η έκλυση αερίου, δηλαδή όταν σταματήσει ο αναβρασμός/αφρισμός).
- Η θερμοκρασία του διαλύματος.
- Ο ρυθμός ανάδευσης (δε χρειάζεται ανάδευση στα αναβράζοντα δισκία).

- Στη διάθεσή σας, εκτός από τον απαραίτητο υάλινο εξοπλισμό, έχετε:

- α) Τρία αναβράζοντα δισκία σε διαφορετικό βαθμό κατάτμησης (ολόκληρο, θρυμματισμένο σε 20 κομμάτια και σε σκόνη).
- β) Νερό.
- γ) Θερμόμετρο.
- δ) Χρονόμετρο.

A. Να κάνετε μια πρόβλεψη σχετικά με το μερικό ερευνητικό ερώτημα που εξετάζετε.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

B. Να περιγράψετε πώς θα εργαστείτε.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Γ. Να καταγράψετε τα πειραματικά σας ευρήματα.

.....

.....

Γ. Να καταγράψετε τα πειραματικά σας ευρήματα.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Δ. Να καταγράψετε τα συμπεράσματά σας και να σχολιάσετε αν η αρχική σας πρόβλεψη ήταν σωστή ή λανθασμένη.

.....

.....

.....

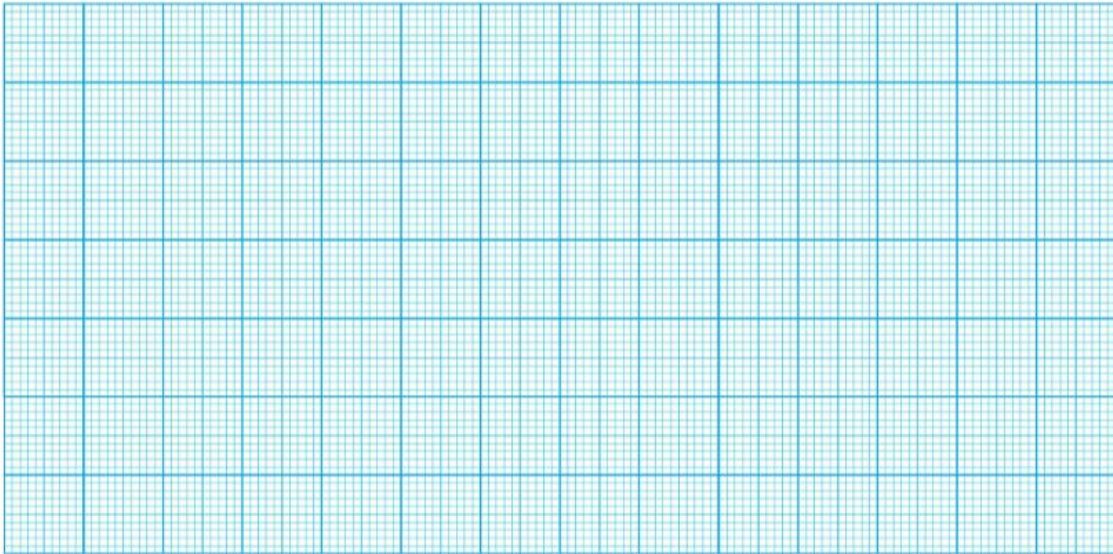
.....

.....

.....

Ερωτήσεις

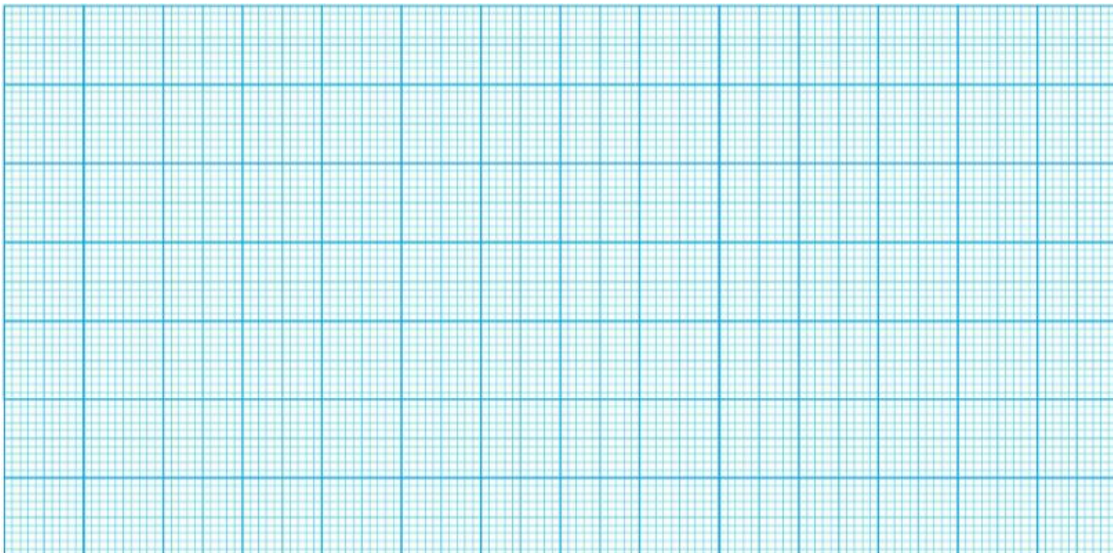
1) Να κάνετε τη γραφική παράσταση του χρόνου της αντίδρασης (t) συναρτήσει του αριθμού σταγόνων χλωρίνης που χρησιμοποιήσατε.



2) Από τη γραφική παράσταση που κάνατε, να υπολογίσετε γραφικά τον χρόνο ολοκλήρωσης της αντίδρασης εάν χρησιμοποιηθούν 4 σταγόνες χλωρίνης.

.....
.....

3) Να κάνετε τη γραφική παράσταση του χρόνου της αντίδρασης (t) συναρτήσει της θερμοκρασίας του διαλύματος.



ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Διερεύνηση παραγόντων που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης
(Ενδεικτικός χρόνος συμπλήρωσης του φύλλου περίπου 15 λεπτά)

Όνοματεπώνυμο:

Ημερομηνία:

Τμήμα:

1. Να εξηγήσετε πώς επηρεάζουν οι καταλύτες την ταχύτητα μιας αντίδρασης.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Σε ένα δοχείο λαμβάνει χώρα η αντίδραση: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{NH}_3(\text{g})$. Δίνεται ότι οι παράγοντες που χαρακτηρίζουν το φαινόμενο είναι οι ακόλουθοι:

- Η συγκέντρωση του αζώτου (N_2).
- Η συγκέντρωση του υδρογόνου (H_2).
- Η θερμοκρασία του δοχείου που γίνεται η αντίδραση.
- Η πίεση στο δοχείο που γίνεται η αντίδραση.
- Ο όγκος του δοχείου.
- Η παρουσία καταλύτη.
- Ο χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης.

α) Να σχεδιάσετε ένα πείραμα για να διερευνήσετε πώς η συνολική ταχύτητα της αντίδρασης μεταβάλλεται ανάλογα με τη συγκέντρωση του αζώτου (N_2). Μην παραλείψετε να αναφέρετε ποια είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή, ποια η εξαρτημένη και πώς θα χειριστείτε τις υπόλοιπες μεταβλητές.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

β) Να σχεδιάσετε ένα πείραμα για να διερευνήσετε πώς η πίεση του δοχείου επηρεάζει τη συνολική ταχύτητα της αντίδρασης. Μην παραλείψετε να αναφέρετε ποια είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή, ποια η εξαρτημένη και πώς θα χειριστείτε τις υπόλοιπες μεταβλητές.

.....

.....

.....

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Αν οι μαθητές/-τριες σε κάποιο τμήμα δυσκολεύονται στη διαχείριση των μεταβλητών, θα μπορούσε να τους δοθεί φύλλο εργασίας με μεγαλύτερο βαθμό καθοδήγησης, όπως το παρακάτω: Επισημαίνεται ότι τα ερωτήματα που θα πρέπει να απαντήσουν μετά από κάθε διερεύνηση παραμένουν ίδια με αυτά που περιγράφονται στο βασικό κείμενο.

1° ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πώς επηρεάζει η συγκέντρωση της χλωρίνης τη συνολική ταχύτητα της χημικής αντίδρασης:

Κόκκινη χρωστική ζαχαροπλαστικής + Χλωρίνη → Άχρωμο προϊόν

- Δίνεται ότι οι μεταβλητές του πειράματος είναι:

Ανεξάρτητη μεταβλητή: Η συγκέντρωση διαλύματος σε χλωρίνη (σε αριθμό σταγόνων χλωρίνης ανά 100 mL διαλύματος).

Εξαρτημένη μεταβλητή: Ο χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης (μέχρι να αποχρωματιστεί το διάλυμα).

Σταθερές μεταβλητές: α) Η συγκέντρωση της χρωστικής (1 σταγόνα σε 100 mL H₂O).

β) Η ποσότητα του διαλύματος της χρωστικής (100 mL).

γ) Η θερμοκρασία του διαλύματος.

δ) Ο ρυθμός ανάδευσης

Υπόδειξη: Να αναδεύετε απαλά, κουνώντας με μικρές κυκλικές κινήσεις το ποτήρι, με παρόμοιο τρόπο σε κάθε πείραμα.

- Στη διάθεσή σας, εκτός από τον απαραίτητο υάλινο εξοπλισμό, έχετε:
 - α) Διάλυμα χρωστικής όγκου 400 mL.
 - β) Χλωρίνη εμπορίου λεπτόρρευστη.

Υπόδειξη: Να χρησιμοποιήσετε 1, 2, 3 και 5 σταγόνες χλωρίνης.

γ) Χρονόμετρο.

2° ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πώς επηρεάζει η θερμοκρασία τη συνολική ταχύτητα της χημικής αντίδρασης:

Κόκκινη χρωστική ζαχαροπλαστικής + Χλωρίνη → Άχρωμο προϊόν

- Δίνεται ότι οι μεταβλητές του πειράματος είναι:

Ανεξάρτητη μεταβλητή: Η θερμοκρασία του διαλύματος.

Εξαρτημένη μεταβλητή: Ο χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης (μέχρι να αποχρωματιστεί το διάλυμα).

Σταθερές μεταβλητές: α) Η συγκέντρωση της χρωστικής (ίση με 1 σταγόνα χρωστικής ανά 100 mL H₂O).

β) Η ποσότητα του διαλύματος της χρωστικής (100 mL).

γ) Η συγκέντρωση της χλωρίνης (1 σταγόνα ανά 100 mL διαλύματος χρωστικής).

δ) Ο ρυθμός ανάδευσης.

Υπόδειξη: Να αναδεύετε απαλά, κουνώντας με μικρές κυκλικές κινήσεις το ποτήρι, με παρόμοιο τρόπο σε κάθε πείραμα.

- Στη διάθεσή σας έχετε:
 - α) Διάλυμα χρωστικής όγκου 400 mL.

- β) Χλωρίνη εμπορίου.
- γ) Ψυγείο ή υδατόλουτρο με παγάκια.
- δ) Λύχνο, τρίποδα και πλέγμα.
- ε) Θερμόμετρο.

Υπόδειξη: Να επιλέξετε τέσσερις θερμοκρασίες διαλυμάτων, προτείνονται οι εξής:
i) 7-12 °C, ii) 20-25 °C, iii) 32-37 °C και iv) 43-48 °C.

στ) Χρονόμετρο.

3° ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Πώς επηρεάζει η επιφάνεια επαφής στερεού τη συνολική ταχύτητα της αντίδρασης στην οποία συμμετέχει;

- Δίνεται ότι οι μεταβλητές του πειράματος είναι:

Ανεξάρτητη μεταβλητή: Το μέγεθος της επιφάνειας επαφής.

Υπόδειξη: Προτείνονται τρεις βαθμοί κατάτμησης, οι εξής:

- i) ολόκληρο δισκίο (κατά προτίμηση να έχει μικρό πάχος και μεγάλη ακτίνα).
- ii) δισκίο θρυμματισμένο σε 20, περίπου, ισομεγέθη κομμάτια (κόβεται εύκολα με το χέρι).
- iii) δισκίο σε σκόνη (γίνεται εύκολα σκόνη όταν κοπεί σε 20 μικρά κομμάτια και στη συνέχεια τοποθετηθεί πάνω σε αλουμινόχαρτο και πιεστεί σχετικά απαλά με σκληρή επιφάνεια).

Εξαρτημένη μεταβλητή: Ο χρόνος ολοκλήρωσης της διάλυσης του δισκίου. Η αντίδραση ολοκληρώνεται μόλις σταματήσει ο αναβρασμός/αφρισμός (έκλυση CO₂).

Σταθερές μεταβλητές: α) Το είδος του δισκίου.

β) Η μάζα του δισκίου.

γ) Η ποσότητα του νερού στην οποία θα διαλυθεί το δισκίο.

Υπόδειξη: Να χρησιμοποιήσετε 200 mL νερού.

δ) Η θερμοκρασία του διαλύματος.

ε) Ο ρυθμός ανάδευσης.

Υπόδειξη: Δε χρειάζεται ανάδευση στα αναβράζοντα δισκία.

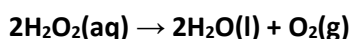
στ) Ο τρόπος που θα αλληλεπιδράσει το νερό με το δισκίο.

Υπόδειξη: Πρώτα να ρίξετε το δισκίο στο στεγνό ποτήρι και μετά να προσθέσετε το νερό.

- Στη διάθεσή σας, εκτός από τον απαραίτητο υάλινο εξοπλισμό, έχετε:

- α) Τρία αναβράζοντα δισκία με διαφορετικό βαθμό κατάτμησης (ολόκληρο, θρυμματισμένο σε 20 κομμάτια και σε σκόνη).
- β) Νερό.
- γ) Θερμόμετρο.
- δ) Χρονόμετρο.

4° ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Ποια ή ποιες από τις ενώσεις/υλικά MgO₂, KI και NaCl και πατάτα (φρέσκια και βρασμένη) μπορεί/μπορούν να θεωρηθεί/θεωρηθούν καταλύτες της ακόλουθης αντίδρασης;



Ανεξάρτητη μεταβλητή: Το είδος της προστιθέμενης ουσίας.

Εξαρτημένη μεταβλητή: Η αύξηση της ταχύτητας παραγωγής φυσαλίδων O₂ (αφρισμού), ως κριτήριο επιτάχυνσης της αντίδρασης (θα εκτιμηθεί ποιοτικά).

Σταθερές μεταβλητές: α) Η ποσότητα του διαλύματος H₂O₂.

- β) Η συγκέντρωση του διαλύματος H_2O_2 .
 γ) Η ποσότητα της προστιθέμενης ουσίας.
 δ) Η θερμοκρασία.
 ε) Ο ρυθμός ανάδευσης.

- Στη διάθεσή σας, εκτός από τον απαραίτητο υάλινο εξοπλισμό, έχετε:
 - α) Διάλυμα H_2O_2 του εμπορίου (3 % w/w).
 - β) Στερεό MnO_2 , στερεό KI , στερεό $NaCl$, μικρό κομμάτι φρέσκιας πατάτας (περιέχει το ένζυμο καταλάση) και μικρό κομμάτι βρασμένης πατάτας.

Υπόδειξη: Από τα στερεά να χρησιμοποιήσετε πολύ μικρή ποσότητα, στην άκρη της σπάτουλας. Από την πατάτα ένα πολύ μικρό φρεσκοκαθαρισμένο κομμάτι

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΛΙΣΤΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ³

Ομάδα Α	Μαθητής/- τρια 1	Μαθητής/-τρια 2	Μαθητής/-τρια 3
<i>Ερωτήσεις σχετικές με δεξιότητες επιστημονικής μεθοδολογίας.</i>			
Δείχνει αυξημένο ενδιαφέρον για το εργαστήριο της Χημείας;			
Εργάζεται με ασφάλεια στο εργαστήριο Χημείας;			
Έχει καλές πρακτικές δεξιότητες στον χειρισμό αναλώσιμων υλικών, σκευών και οργάνων;			
Διατηρεί τον πάγκο εργασίας του/της τακτοποιημένο;			
Μπορεί να λαμβάνει ακριβείς μετρήσεις;			
Μπορεί να εκτελεί τους απαραίτητους μαθηματικούς υπολογισμούς;			
Μπορεί να διαχειριστεί τις μεταβλητές ενός πειράματος;			
Μπορεί να συμβάλλει ουσιαστικά στον σχεδιασμό ενός πειράματος;			
Μπορεί να συμβάλλει ουσιαστικά στην υλοποίηση ενός πειράματος;			
Μπορεί να επεξεργαστεί πειραματικά δεδομένα και να εντοπίσει κανονικότητες σε αυτά;			
Μπορεί να εξάγει σωστά συμπεράσματα από πειραματικά δεδομένα;			

³ Δε χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί ολόκληρη η λίστα παρατήρησης, μόνο τα τμήματα στα οποία ο/η εκπαιδευτικός θα επιλέξει να δώσει έμφαση.

Έχει εμπιστοσύνη ότι οι ικανότητές του/της θα τον/τη βοηθήσουν να ανταποκριθεί στη προκλήσεις της ζωής;																				
<i>Ερωτήσεις σχετικά με δεξιότητα αυτόνομης μάθησης.</i>																				
Μπορεί να αναγνωρίζει κατάλληλους πόρους μάθησης (ανθρώπους, βιβλία, διαδίκτυο);																				
Ζητά διευκρινίσεις από άλλα άτομα, όταν το χρειάζεται κατά την επεξεργασία νέων πληροφοριών;																				
Έχει την ικανότητα να αναζητά πληροφορίες από διάφορες πηγές, χωρίς βοήθεια;																				
Μπορεί να μαθαίνει νέα θέματα με ελάχιστη επίβλεψη;																				
Μπορεί να εκτιμήσει την ποιότητα της δικής του/της εργασίας;																				
Μπορεί να παρακολουθεί την πρόοδο του/της, όσον αφορά την κατάκτηση των στόχων που έχει θέσει;																				
Μπορεί να επιλέξει τις πιο αξιόπιστες πηγές πληροφοριών ή συμβουλές από ένα διαθέσιμο εύρος;																				
Δείχνει ικανότητα να ελέγχει την πρόοδο, να θέτει προτεραιότητες και να ολοκληρώνει εργασίες, χωρίς άμεση επίβλεψη;																				
Διαχειρίζεται τον χρόνο του/της αποτελεσματικά, ώστε να επιτύχει τους στόχους που θέτει;																				

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Η χρησιμοποιούμενη κλίμακα για τις δεξιότητες επιστημονικής μεθοδολογίας είναι διαβαθμισμένη: 1=καθόλου, 2=λίγο, 3=αρκετά και 4=πολύ, ενώ για τις υπόλοιπες δεξιότητες είναι διαβαθμισμένη είναι διαβαθμισμένη: 1=αρχόμενη, 2=βασική, 3=επαρκής 4=πολύ ανεπτυγμένη.

3.7.8. Βιβλιογραφία

Αποστολόπουλος, Κ., (2018). Η χημεία με πειράματα: Πρόταση εισαγωγής της διδασκαλίας της Χημείας στην Α΄ Γυμνασίου. Εκπ/κό e-book, ISBN: 978-618-00-0018-4. <https://papede.files.wordpress.com/2018/04/chemistry.pdf>.

Roesky, W. H., (2007). Spectacular Chemical Experiments. Weinheim: Wiley-VCH.

3.8. Ρυθμιστικά Διαλύματα

3.8.1. Ταυτότητα διδακτικού σεναρίου

Βαθμίδα-Τάξη: Γ΄ Λυκείου

Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές και συμβατότητα με ΠΣ

Μάθημα: Χημεία

Θεματικό πεδίο: Ιοντική Ισορροπία.

Κεφάλαιο: 7ο

Ενότητες: 7.4. Ρυθμιστικά διαλύματα

Συσχέτιση με άλλες ενότητες

Το σενάριο μπορεί να συσχετιστεί με τις παρακάτω ενότητες:

7.1.2. Οξέα και βάσεις κατά Brønsted-Lowry και κατά Lewis

7.1.3. Ιοντισμός νερού - pH

7.3. Επίδραση κοινού ιόντος (EKI)

Χρονική διάρκεια: 3 διδακτικές ώρες

3.8.2. Σκεπτικό σεναρίου (και πιθανές αντιλήψεις μαθητών/-τριών για το προς μελέτη θέμα) – Επιστημονικό/Γνωστικό περιεχόμενο

Στο θέμα των ρυθμιστικών διαλυμάτων δεν υπάρχουν εναλλακτικές αντιλήψεις, καθώς δεν έχει διδαχθεί σε προηγούμενη τάξη και συνεπώς δεν είναι γνωστή έννοια. Απλώς η έννοια του ρυθμιστικού διαλύματος, αν δε διδαχθεί κατάλληλα, φαντάζει σε πολλούς/-ές μαθητές/-τριες ως κάτι το «μεταφυσικό», αφού ένα διάλυμα έχει την ιδιότητα να διατηρεί το pH του σταθερό, όταν προστίθενται μικρές ποσότητες οξέος ή βάσης. Με το σενάριο αυτό επιχειρείται να διδαχθεί το αντίστοιχο μάθημα με διερευνητική προσέγγιση κατά τρόπο ώστε ο/η μαθητής/-τρια να ανακαλύψει τον τρόπο παρασκευής ενός ρυθμιστικού διαλύματος. Επιπρόσθετα, δίνεται στον/στη μαθητή/-τρια η δυνατότητα να παρατηρήσει αν πράγματι το pH ενός τέτοιου διαλύματος είναι όντως σταθερό και με πόση ακρίβεια. Οι μαθητές/-τριες εργάζονται σε περιβάλλον πραγματικού ή και εικονικού εργαστηρίου με τη χρήση του λογισμικού Virtual Lab, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα να πραγματοποιούνται όλες οι πειραματικές διαδικασίες σε ελάχιστο χρόνο, τάχιστης αντικατάστασης και επανάληψης σε περίπτωση σφαλμάτων χωρίς προβλήματα.

3.8.3. Προαπαιτούμενες γνώσεις και επιθυμητές δεξιότητες

Για την εφαρμογή του παρόντος σεναρίου οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να διαθέτουν τις παρακάτω γνώσεις και δεξιότητες:

- Να διατυπώνουν τους ορισμούς των οξέων και βάσεων κατά Brønsted–Lowry.
- Να γράφουν αντιδράσεις ιοντισμού οξέων-βάσεων κατά Brønsted–Lowry και να αναγνωρίζουν τα συζυγή ζεύγη.
- Να διατυπώνουν τον ορισμό του pH και του pOH και να γράφουν τη μεταξύ τους σχέση.
- Να εξηγούν το αποτέλεσμα της επίδρασης κοινού ιόντος στον ιοντισμό ασθενών οξέων με επίδραση α) ισχυρού οξέος και β) συζυγούς βάσης, καθώς και στον ιοντισμό ασθενών βάσεων με επίδραση α) ισχυρής βάσης και β) συζυγούς οξέος.

3.8.4. Σκοπός σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

A. Γνωστικοί στόχοι

Οι μαθητές/-τριες μετά τη διδασκαλία θα είναι σε θέση να:

- διαπιστώνουν την ιδιότητα ορισμένων διαλυμάτων να διατηρούν το pH τους σταθερό όταν προστίθενται μικρές ποσότητες οξέων ή βάσεων.

- διατυπώνουν τον ορισμό των ρυθμιστικών διαλυμάτων.
- αναφέρουν ότι τα ρυθμιστικά διαλύματα περιέχουν ένα συζυγές ζεύγος ασθενούς οξέος-βάσεως σε παραπλήσιες συγκεντρώσεις.
- περιγράφουν τους διαφορετικούς τρόπους παρασκευής ρυθμιστικών διαλυμάτων και να τους πραγματοποιούν στο εργαστήριο.
- ορίζουν τη ρυθμιστική ικανότητα των ρυθμιστικών διαλυμάτων και να τη συσχετίζουν με τη συγκέντρωση των συστατικών ενός ρυθμιστικού διαλύματος.
- αναφέρουν τη χρησιμότητα των ρυθμιστικών διαλυμάτων στην καθημερινή ζωή, δίνοντας σχετικά παραδείγματα.
- αποδεικνύουν την εξίσωση Henderson-Hasselbalch και να τη χρησιμοποιούν για τον υπολογισμό του pH ενός ρυθμιστικού διαλύματος.
- ερμηνεύουν την αντίσταση των ρυθμιστικών διαλυμάτων στη μεταβολή του pH κατά την αραιώση και τη προσθήκη μικρών ποσοτήτων ισχυρών οξέων ή βάσεων σ' αυτά.
- μελετούν τρόπους παρασκευής ρυθμιστικών διαλυμάτων.

B. Δεξιότητες – Ικανότητες

Μετά το τέλος του μαθήματος οι μαθητές/-τριες να έχουν αναπτύξει δεξιότητες/ικανότητες:

- Κριτικής σκέψης.
- Κινητικές.
- Κατασκευής πειραματικών διατάξεων και πραγματοποίησης μετρήσεων.
- Αξιοποίησης πειραματικών μετρήσεων για την εξαγωγή συμπερασμάτων.
- Επικοινωνίας και συνεργασίας για την επίλυση προβλημάτων.
- Κοινωνικές και επικοινωνίας (διατύπωση επιχειρημάτων, αποδοχή της διαφορετικής άποψης, αλληλοβοήθεια κ.λπ.).
- Σχετικές με τον επιστημονικό τρόπο εργασίας στις Φυσικές Επιστήμες: ταξινόμηση με βάση επιστημονικά κριτήρια, διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων, σχεδιασμός και υλοποίηση κατάλληλων ενεργειών για τη διερεύνησή τους, καταγραφή και ερμηνεία δεδομένων, διατύπωση συμπερασμάτων, παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Γ. Στάσεις

Μετά το τέλος της διδασκαλίας οι μαθητές να έχουν ενισχύσει:

Τη θετική τους στάση απέναντι στον επιστημονικό τρόπο σκέψης και εργασίας.

3.8.5. Οργάνωση της διδασκαλίας και απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Η διδασκαλία λαμβάνει χώρα στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών. Οι μαθητές/-τριες είναι χωρισμένοι/-ες σε ομάδες των 3-5 ατόμων, εργάζονται πειραματικά με την καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού και τη χρήση κατάλληλων φύλλων εργασίας. Επίσης, χρησιμοποιείται φύλλο αξιολόγησης. Το εικονικό εργαστήριο Virtual Lab χρησιμοποιείται σε ορισμένες δραστηριότητες για την εξοικονόμηση χρόνου. Στην περίπτωση αυτή ο/η εκπαιδευτικός χρησιμοποιεί βιντεοπροβολέα για να προβάλλει το λογισμικό και οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν συμπληρώνοντας το φύλλο εργασίας.

3.8.6. Διδακτική προσέγγιση

Η διδασκαλία στηρίζεται στην καθοδηγούμενη διερευνητική μέθοδο.

3.8.7. Αναλυτική περιγραφή διδακτικής πορείας

1^η Διδακτική ώρα

Διδακτικές ενέργειες εκπαιδευτικού	Μαθησιακές ενέργειες μαθητή/-τριας	Χρόνος (λεπτά)
<p>Μέσα από συζήτηση με την καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού επιχειρείται ανάκληση των προαπαιτούμενων γνώσεων για την οικοδόμηση της νέας γνώσης και εισαγωγή στην προς διδασκαλία ενότητα.</p> <p>Ο/Η εκπαιδευτικός έχει ετοιμάσει τα απαιτούμενα όργανα και αντιδραστήρια για την εκτέλεση των πειραματικών δραστηριοτήτων που θα υλοποιήσουν οι μαθητές/-τριες σύμφωνα με το φύλλο εργασίας, το οποίο διανέμει στους/στις μαθητές/-τριες.</p> <p>Ο/Η εκπαιδευτικός εποπτεύει την εκτέλεση των πειραματικών δραστηριοτήτων, επιλύει απορίες, καθοδηγεί και παρεμβαίνει διορθωτικά.</p>	<p>1η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 1 Οι μαθητές/-τριες ενημερώνονται για το θέμα που πρόκειται να διερευνήσουν και λαμβάνουν το φύλλο εργασίας. Γίνεται αφόρμηση και επιδιώκεται ο προβληματισμός των μαθητών/-τριών: α) ως προς τη δυνατότητα ύπαρξης διαλυμάτων με την ιδιότητα να διατηρούν το pH τους σταθερό όταν σε αυτά προστίθεται μικρή ποσότητα ισχυρού οξέος ή ισχυρής βάσης και β) ως προς την ποιοτική σύσταση των διαλυμάτων με την παραπάνω ιδιότητα.</p> <p>2η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 2 Η δραστηριότητα 2 αναφέρεται σε πειραματική διαδικασία μέτρησης pH διαλυμάτων: α) ασθενούς οξέος, β) άλατος του οξέος με ισχυρή βάση και γ) διαλύματος που περιέχει τόσο το ασθενές οξύ όσο και το άλας του με την ισχυρή βάση. Σε κάθε διάλυμα προστίθενται σταδιακά μικρές ποσότητες διαλύματος ισχυρού οξέος ή ισχυρής βάσης και μετά από κάθε προσθήκη μετράται το pH. Η δραστηριότητα αυτή έχει ως στόχο οι μαθητές/-τριες μέσα από τον πειραματισμό να ανακαλύψουν την ιδιότητα που έχουν τα ρυθμιστικά διαλύματα να διατηρούν το pH τους σταθερό ακόμη και αν προστίθενται μικρές ποσότητες διαλύματος ισχυρού οξέος ή βάσης. Στη φάση αυτή επικουρικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί το λογισμικό Virtual Lab, για την ταχύτερη και ακριβέστερη μέτρηση του pH των διαλυμάτων. Στην περίπτωση αυτή ο/η εκπαιδευτικός προβάλλει με βιντεοπροβολέα τις μετρήσεις μέσα από το εικονικό περιβάλλον του λογισμικού, ενώ οι μαθητές/-τριες συμπληρώνουν τους αντίστοιχους πίνακες μετρήσεων του φύλλου εργασίας.</p>	<p>7 λεπτά</p> <p>25 λεπτά</p>

3η Φάση 5 λεπτά

Δραστηριότητα 3

Οι μαθητές/-τριες καλούνται να δώσουν τον ορισμό των ρυθμιστικών διαλυμάτων είτε μέσα από ανοικτό ερώτημα, είτε μέσα από συμπλήρωση κενών σε κατάλληλες προτάσεις.

2^η Διδακτική ώρα

Διδακτικές ενέργειες εκπαιδευτικού

Ο/Η εκπαιδευτικός έχει ετοιμάσει τα απαιτούμενα όργανα και αντιδραστήρια για την εκτέλεση των πειραματικών δραστηριοτήτων που θα υλοποιήσουν οι μαθητές/-τριες σύμφωνα με το φύλλο εργασίας, το οποίο διανέμει στους/στις μαθητές/-τριες.

Ο/Η εκπαιδευτικός εποπτεύει την εκτέλεση των πειραματικών δραστηριοτήτων, επιλύει απορίες, καθοδηγεί και παρεμβαίνει διορθωτικά.

Μαθησιακές ενέργειες μαθητή/-τριας

1η Φάση

Εκτέλεση της Δραστηριότητας 4

Με τη δραστηριότητα 4, οι μαθητές/-τριες αξιοποιούν τις προηγούμενες γνώσεις και τις συνδυάζουν με τη νέα γνώση προκειμένου να προτείνουν τρόπους παρασκευής ρυθμιστικών διαλυμάτων.

**Χρόνος
(λεπτά)**

5 λεπτά

2η Φάση

Εκτέλεση της Δραστηριότητας 5

Με τη δραστηριότητα 5, οι μαθητές/-τριες μέσα από καθοδηγούμενη διαδικασία προβληματισμού μελετούν την επίδραση της αραιώσης ενός ρυθμιστικού διαλύματος στο pH.

15
λεπτά

3η Φάση

Εκτέλεση της Δραστηριότητας 6

Με τη δραστηριότητα 6, οι μαθητές/-τριες αξιοποιούν τις προηγούμενες γνώσεις μέσα από καθοδηγούμενη διαδικασία και ερμηνεύουν την ιδιότητα των ρυθμιστικών διαλυμάτων.

10
λεπτά

4η Φάση

Εκτέλεση της Δραστηριότητας 7

Με τη δραστηριότητα 7, οι μαθητές/-τριες, αξιοποιώντας κατάλληλα κείμενα, καταγράφουν εφαρμογές των ρυθμιστικών διαλυμάτων.

5 λεπτά

3^η Διδακτική ώρα

Διδακτικές ενέργειες εκπαιδευτικού	Μαθησιακές ενέργειες μαθητή/-τριας	Χρόνος (λεπτά)
<p>Ο/Η εκπαιδευτικός έχει ετοιμάσει τα απαιτούμενα όργανα και αντιδραστήρια για την εκτέλεση των πειραματικών δραστηριοτήτων που θα υλοποιήσουν οι μαθητές/-τριες σύμφωνα με το φύλλο εργασίας, το οποίο διανέμει στους/στις μαθητές/-τριες.</p> <p>Ο/Η εκπαιδευτικός εποπτεύει την εκτέλεση των πειραματικών δραστηριοτήτων, επιλύει απορίες, καθοδηγεί και παρεμβαίνει διορθωτικά.</p>	<p>1η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 8 Με τη δραστηριότητα 8, οι μαθητές/-τριες αξιοποιούν τις προηγούμενες γνώσεις τους και με την καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού καλούνται να αποδείξουν την εξίσωση Henderson-Hasselbalch.</p> <p>2η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 9 Με τη δραστηριότητα 9, οι μαθητές/-τριες εφαρμόζουν την εξίσωση Henderson-Hasselbalch για την επίλυση προβλημάτων υπολογισμού pH ρυθμιστικών διαλυμάτων και επιβεβαιώνουν τους υπολογισμούς τους πειραματικά.</p> <p>3η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 10 Με τη δραστηριότητα 10, οι μαθητές/-τριες, μέσα από διαδικασία καθοδηγούμενης ανακάλυψης προσεγγίζουν την έννοια της ρυθμιστικής ικανότητας ενός ρυθμιστικού διαλύματος.</p>	<p>7 λεπτά</p> <p>20 λεπτά</p> <p>10 λεπτά</p>
<p>Ο/η εκπαιδευτικός προβάλλει την εκτέλεση εικονικών πειραμάτων μέσα από το λογισμικό Virtual Lab.</p>		

4η Διδακτική ώρα**Αξιολόγηση****3.8.8. Πιθανές επεκτάσεις – Προσαρμογές σεναρίου**

Σε περίπτωση που η διδασκαλία στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί αποκλειστικά με πραγματικό πείραμα, μπορεί να αξιοποιηθεί το λογισμικό Virtual Lab, για την πραγματοποίηση εικονικών πειραμάτων και μετρήσεων.

3.8.9. Βιβλιογραφία - Δικτυογραφία

- Marykay Orgill and Aynsley Sutherland's . Undergraduate chemistry students' perceptions of and misconceptions about buffers and buffer problems. Chemistry Education Research and Practice 9(2)
- Ρουμελής Ν. 2018. Διερευνητική Μάθηση Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.
<https://blogs.sch.gr/nroum/category/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%BC%CE%BF%CF%81%CF%86%CF%89%CF%83%CE%B7/>

Ενδεικτική δικτυογραφία

- <http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-7480>
- https://chem.libretexts.org/Courses/Solano_Community_College/Chem_160/Chapter_11%3A_A_Acids_and_Bases/11.8%3A_Buffers
- <https://www.youtube.com/watch?v=ZLKEjXbCU30>
- The Virtual Lab: <http://www.chemcollective.org/vlab/vlab.php>

3.8.10. Παράρτημα - φύλλα εργασίας

1^η Διδακτική ΏραΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ: ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ
ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1.

Ονοματεπώνυμο μαθητή/-τριας

Δραστηριότητα 1. (7 λεπτά)

A. Στον ανθρώπινο οργανισμό οι διάφορες διεργασίες εξελίσσονται παρουσία ενζύμων, η δράση των οποίων επηρεάζεται σημαντικά από το pH, η τιμή του οποίου στο αίμα κυμαίνεται μεταξύ 7,35 και 7,45. Συζητήστε μεταξύ σας και προσπαθήστε να εξηγήσετε τα εξής ερωτήματα:

- α. Πώς γίνεται όμως το pH του αίματος να παραμένει σταθερό ανεξάρτητα από το αν οι τροφές και τα ποτά που λαμβάνουμε έχουν όξινο ή βασικό χαρακτήρα;
- β. Υπάρχουν διαλύματα που μπορούν να διατηρούν το pH σταθερό όταν σε αυτά προστίθεται μικρή ποσότητα ισχυρού οξέος ή ισχυρής βάσης; Γράψτε την άποψή σας.
- γ. Για να μπορεί ένα διάλυμα να ανθίσταται στις μεταβολές pH κατά την προσθήκη τόσο ισχυρού οξέος όσο και ισχυρής βάσης, τι θα πρέπει να περιέχει;

B. Με βάση τις γνώσεις σας σχετικά με τα οξέα και βάσεις κατά Brønsted Lowry, πώς θα μπορούσατε να παρασκευάσετε ένα διάλυμα που να περιέχει ταυτόχρονα σε ικανή συγκέντρωση τόσο ένα ασθενές οξύ όσο και μία ασθενή βάση;

Δραστηριότητα 2. (25 λεπτά)

1. Σε μία κωνική φιάλη των 250 mL μεταφέρετε 50 mL από το διάλυμα του CH_3COOH 1M και 50 mL από το διάλυμα του CH_3COONa 1M.
2. Υπολογίστε τις συγκεντρώσεις CH_3COOH και CH_3COONa στο τελικό διάλυμα που προκύπτει.

3. Με τη χρήση πεχαμέτρου μετρήστε το pH του διαλύματος «CH₃COOH 0,5 M / CH₃COONa 0,5 M» που παρασκευάσατε, καθώς επίσης και των διαλυμάτων: α) CH₃COOH 0,5 M β) CH₃COONa 0,5 M, που έχει ετοιμάσει ο/η εκπαιδευτικός σας.
4. Σημειώστε την τιμή pH στον παρακάτω πίνακα.
5. Προσθέστε σε καθένα από τα διαλύματα CH₃COOH 0,5 M, CH₃COONa 0,5 M, καθώς και στο διάλυμα «CH₃COOH 0,5 M/ CH₃COONa 0,5 M» διαδοχικά:
- α. 1 mL διαλύματος HCl 0,1M.
 - β. 2 mL διαλύματος HCl 0,1M.
 - γ. 3 mL διαλύματος HCl 0,1M.
 - δ. 4 mL διαλύματος HCl 0,1M.
 - ε. 5 mL διαλύματος HCl 0,1M.

Μετά από κάθε προσθήκη μετρήστε το pH κάθε διαλύματος και συμπληρώστε κατάλληλα τον Πίνακα 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.

CH ₃ COOH 0,5 M	CH ₃ COONa 0,5 M	CH ₃ COOH 0,5 M/ CH ₃ COONa 0,5 M	Όγκος διαλύματος HCl 0,1 M, που προστίθεται	Συνολικός όγκος διαλύματος HCl 0,1 M που έχει προστεθεί
			0	0
			1	1
			2	3
			3	6
			4	10
			5	15

6. Προσθέστε σε καθένα από τα διαλύματα CH₃COOH 0,5 M, CH₃COONa 0,5 M, καθώς και στο διάλυμα «CH₃COOH 0,5 M/ CH₃COONa 0,5 M» διαδοχικά:
- α. 1 mL διαλύματος NaOH 0,1M.
 - β. 2 mL διαλύματος NaOH 0,1M.
 - γ. 3 mL διαλύματος NaOH 0,1M.
 - δ. 4 mL διαλύματος NaOH 0,1M.
 - ε. 5 mL διαλύματος NaOH 0,1M.

Μετά από κάθε προσθήκη μετρήστε το pH κάθε διαλύματος και συμπληρώστε τον Πίνακα 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.

Διάλυμα Α CH ₃ COOH 0,5 M	Διάλυμα Β CH ₃ COONa 0,5 M	Διάλυμα Γ CH ₃ COOH 0,5 M/ CH ₃ COONa 0,5 M	Όγκος διαλύματος NaOH 0,1 M, που προστίθεται	Συνολικός όγκος διαλύματος NaOH 0,1 M, που έχει προστεθεί
2,53	9,23	4,76	0	0
			1	1
			2	3
			3	6
			4	10
			5	15

Δραστηριότητα 3. (5 λεπτά)

1. Ένα διάλυμα, όπως αυτό του CH₃COOH 0,5 M/ CH₃COONa 0,5 M, που χρησιμοποιήσατε ονομάζεται ρυθμιστικό.

α. Προσπαθήστε να δώσετε τον ορισμό του ρυθμιστικού διαλύματος.

.....

Εναλλακτικά: Συμπληρώστε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν

Ορισμένα διαλύματα έχουν την ιδιότητα να διατηρούν το pH πρακτικά
 ακόμη και αν προστίθενται μικρές αλλά υπολογίσιμες ποσότητες διαλύματος ισχυρού
 ή ισχυρής Τα διαλύματα αυτά ονομάζονται.....
 Στα διαλύματα αυτά υπάρχουν σε σημαντικές και παραπλήσιες συγκεντρώσεις το
ζεύγος/.....

Δραστηριότητα 5β (εναλλακτικά)

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μέτρησης του pH διαλύματος CH_3COOH 0,1 M / CH_3COONa 0,1 M, καθώς και διαλυμάτων που προέκυψαν από διαδοχικές αραιώσεις του διαλύματος αυτού, κάθε φορά σε δεκαπλάσιο όγκο (δηλαδή σε υποδεκαπλάσια συγκέντρωση).

Διαλύματος	pH
CH_3COOH 0,1 M/ CH_3COONa 0,1 M.	4,76
CH_3COOH 0,01 M/ CH_3COONa 0,01 M.	4,76
CH_3COOH 0,001 M/ CH_3COONa 0,001 M.	4,77
CH_3COOH 0,0001 M/ CH_3COONa 0,0001 M.	4,87
CH_3COOH 0,00001 M/ CH_3COONa 0,00001 M.	5,27
CH_3COOH 0,000001 M/ CH_3COONa 0,000001 M.	6,04
CH_3COOH 0,0000001 M/ CH_3COONa 0,000001 M.	6,79

Επιβεβαιώνεται η υπόθεσή σας ή όχι; Ποιο είναι το συμπέρασμα που προκύπτει; Διατυπώστε το συμπέρασμα που προκύπτει συμπληρώνοντας κατάλληλα τις ακόλουθες προτάσεις:

Κατά τη συνεχή αραιώση ενός ρυθμιστικού διαλύματος αρχικά το pH Σε πολύ μεγάλες αραιώσεις, όμως, το pH σταδιακά (αυξάνεται/μειώνεται) και τελικά τείνει στην τιμή

Δραστηριότητα 6. (10 λεπτά)

Προσπαθήστε να ερμηνεύσετε τον λόγο για τον οποίο ένα ρυθμιστικό διάλυμα, όπως το διάλυμα CH_3COOH 0,5 M / CH_3COONa 0,5 M, έχει την ιδιότητα να διατηρεί το pH του σταθερό, όταν προστίθενται μικρές αλλά υπολογίσιμες ποσότητες ισχυρού οξέος ή βάσης.

Για υποβοήθησή σας ακολουθήστε τα ακόλουθα βήματα σκέψης: Για να παραμένει το pH του διαλύματος σχεδόν σταθερό, όταν προστίθενται μικρές ποσότητες διαλύματος ισχυρού οξέος ή ισχυρής βάσης, θα πρέπει κάθε φορά η προστιθέμενη ποσότητα H_3O^+ (κατά την προσθήκη του οξέος) ή OH^- (κατά την προσθήκη της βάσης) να μπορεί να αντιδράσει με CH_3COO^- (συζυγής βάση) ή αντίστοιχα CH_3COOH (συζυγές οξύ), χωρίς να μεταβάλλονται ουσιαστικά οι συγκεντρώσεις των άλλων μορίων ή ιόντων που βρίσκονται σε ισορροπία. Αυτό μπορεί να συμβαίνει μόνο αν οι συγκεντρώσεις των CH_3COO^- ή CH_3COOH είναι κατά πολύ μεγαλύτερες της συγκέντρωσης του H_3O^+ . Εξετάστε αν αυτό συμβαίνει.

οξέος, π.χ. HCl 0,1 M ή ισχυρής βάσης, π.χ. NaOH 0,1 M; Καταγράψτε την άποψή σας. Δίνεται: $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

.....

.....

.....

.....

β) Παρακολουθήστε το εικονικό πείραμα που υλοποιεί ο/η εκπαιδευτικός. Καταγράψτε τις μετρήσεις του pH στα διαλύματα αυτά, καθώς προστίθενται ποσότητες διαλύματος HCl στον παρακάτω πίνακα:

Διάλυμα Α CH ₃ COOH 0,01 M/ CH ₃ COONa 0,01 M	Διάλυμα Β CH ₃ COOH 0,1 M/ CH ₃ COONa 0,1 M	Διάλυμα Γ CH ₃ COOH 1 M/ CH ₃ COONa 1 M	Όγκος διαλύματος HCl 0,1 M που προστίθεται	Συνολικός όγκος διαλύματος HCl 0,1 M που έχει προστεθεί
4,76	4,76	4,76	0	0

γ) Αφού καταγράψετε τις μετρήσεις σας, να συγκρίνετε μεταξύ τους τις τιμές του pH που έχετε καταγράψει και στη συνέχεια να απαντήσετε στις ακόλουθες ερωτήσεις:

(i) Τι παρατηρείτε; Κατά πόσο τα παραπάνω ρυθμιστικά διαλύματα ίδιου pH παρουσιάζουν την ίδια ικανότητα διατήρησης του pH τους;

.....

.....

.....

*Η ικανότητα ενός διαλύματος να ανθίστανται στη μεταβολή του pH όταν προστίθεται μικρή ποσότητα διαλύματος ισχυρού οξέος ή ισχυρής βάσης, π.χ. HCl 0,1 M, ή διαλύματος NaOH 0,1 M, ονομάζεται **ρυθμιστική ικανότητα**.*

(ii) Μεταξύ δύο ρυθμιστικών διαλυμάτων ίδιων χημικών ενώσεων που έχουν την ίδια τιμή pH, ποιο διάλυμα εμφανίζει μεγαλύτερη ρυθμιστική ικανότητα, το πιο πυκνό ή το πιο αραιό;

.....

.....

.....

.....

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ: ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

Όνοματεπώνυμο μαθητή/-τριας

.....

A. Στις ακόλουθες ερωτήσεις να επιλέξετε την ορθή από τις πιθανές απαντήσεις.

1. Από τα παρακάτω διαλύματα ρυθμιστικό διάλυμα είναι:

α. $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{NaCl}$

β. $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$

γ. NH_3/NaCl

δ. $\text{NaCl}/\text{NH}_4\text{Cl}$

2. Από τα παρακάτω διαλύματα ρυθμιστικό διάλυμα **δεν** είναι:

α. $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$

β. $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$

γ. $\text{HCOOH}/\text{HCOONa}$

δ. $\text{NaCl}/\text{NH}_4\text{Cl}$

3. Από τα παρακάτω διαλύματα τη μεγαλύτερη ρυθμιστική ικανότητα έχει:

α. $\text{CH}_3\text{COOH } 1\text{M}/\text{CH}_3\text{COONa } 1\text{M}$

β. $\text{CH}_3\text{COOH } 0,5\text{M}/\text{CH}_3\text{COONa } 0,5\text{M}$

γ. $\text{CH}_3\text{COOH } 0,1\text{M}/\text{CH}_3\text{COONa } 0,1\text{M}$

δ. $\text{CH}_3\text{COOH } 0,01\text{M}/\text{CH}_3\text{COONa } 0,01\text{M}$

4. Ποια από τις παρακάτω αναμειξίες υδατικών διαλυμάτων δημιουργεί ρυθμιστικό διάλυμα;

α. 100 mL $\text{HCl } 0,1 \text{ M}$ με 100 mL $\text{NaOH } 0,1 \text{ M}$

β. 100 mL $\text{HCl } 0,1 \text{ M}$ με 100 mL $\text{NH}_3 0,1 \text{ M}$

γ. 100 mL $\text{NH}_4\text{Cl } 0,1 \text{ M}$ με 100 mL $\text{NH}_3 0,1 \text{ M}$

δ. 100 mL $\text{NH}_4\text{Cl } 0,1 \text{ M}$ με 100 mL $\text{HCl } 0,1 \text{ M}$

B. Σε 100 mL διαλύματος $\text{CH}_3\text{COOH } 1\text{M}$ προστίθενται 0,05 mol NaOH . Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος που προκύπτει. Δίνονται: $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10^{-5}$, $K_w = 10^{-14}$.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.9.3. Προαπαιτούμενες γνώσεις και επιθυμητές δεξιότητες

Για την εφαρμογή του παρόντος σεναρίου οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να διαθέτουν τις παρακάτω γνώσεις και δεξιότητες:

- Τι είναι οξειδωση και τι αναγωγή.
- Τι είναι οξειδωτικό και τι αναγωγικό μέσο.
- Βασικές γνώσεις ηλεκτρισμού, όπως: τάση, ηλεκτρικό ρεύμα, ηλεκτρική πηγή.

3.9.4. Σκοπός σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

A. Γνωστικοί στόχοι

Οι μαθητές/-τριες μετά τη διδασκαλία θα είναι σε θέση να:

- συνδυάζουν την οξειδοαναγωγή με τη δυνατότητα παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας.
- περιγράφουν τη διάταξη και τη λειτουργία ενός απλού γαλβανικού στοιχείου (όπως του στοιχείου Daniell).
- διατυπώνουν τον ορισμό του δυναμικού (E) γαλβανικού στοιχείου.
- περιγράφουν τη διάταξη του πρότυπου ηλεκτροδίου υδρογόνου και να αναφέρουν τη χρησιμότητά του ως ηλεκτροδίου αναφοράς.
- διατυπώνουν τον ορισμό του πρότυπου δυναμικού ημιστοιχείου (ηλεκτροδίου) (E°).
- διαπιστώνουν παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή του δυναμικού ηλεκτροδίου.
- διαπιστώνουν ότι η συγκέντρωση του διαλύματος αποτελεί παράγοντα που επηρεάζει την τιμή του δυναμικού ηλεκτροδίου.
- καθορίζουν με βάση τις τιμές E° τη σειρά οξειδωτικής ισχύος αμετάλλων και τη σειρά αναγωγικής ισχύος μετάλλων.
- περιγράφουν τις μπαταρίες ως συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από χημικές αντιδράσεις.
- αναφέρουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την ανάπτυξη κυψελών καυσίμου, όπως π.χ. η κυψέλη καυσίμου H_2/O_2 και τη χρησιμότητά τους στην εξέλιξη της τεχνολογίας των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.
- υπολογίζουν το πρότυπο δυναμικό γαλβανικού στοιχείου ΔE° (δυναμικό οξειδοαναγωγής) συνδυάζοντας τα πρότυπα δυναμικά (E°) των ηλεκτροδίων του.
- προβλέπουν τη φορά της αντίδρασης με βάση το ΔE° .

B. Δεξιότητες – Ικανότητες

Μετά το τέλος του μαθήματος οι μαθητές/-τριες να έχουν αναπτύξει δεξιότητες/ικανότητες:

- Κριτικής σκέψης.
- Κατασκευής πειραματικών διατάξεων και πραγματοποίησης μετρήσεων.
- Αξιοποίησης πειραματικών μετρήσεων για την εξαγωγή συμπερασμάτων.
- Επικοινωνίας και συνεργασίας για την επίλυση προβλημάτων.
- Κοινωνικές και επικοινωνίας (διατύπωση επιχειρημάτων, αποδοχή της διαφορετικής άποψης, αλληλοβοήθεια κ.λπ.).
- Σχετικές με τον επιστημονικό τρόπο εργασίας στις Φυσικές Επιστήμες: ταξινόμηση με βάση επιστημονικά κριτήρια, διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων, σχεδιασμός και υλοποίηση κατάλληλων ενεργειών για τη διερεύνησή τους, καταγραφή και ερμηνεία δεδομένων, διατύπωση συμπερασμάτων, παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Γ. Στάσεις

Μετά το τέλος της διδασκαλίας οι μαθητές/-τριες να έχουν ενισχύσει:

Τη θετική τους στάση απέναντι στον επιστημονικό τρόπο σκέψης και εργασίας.

3.9.5. Οργάνωση της διδασκαλίας και απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Η διδασκαλία λαμβάνει χώρα στο εργαστήριο Φυσικών επιστημών. Οι μαθητές/-τριες είναι χωρισμένοι/-ες σε ομάδες των 3-5 ατόμων, εργάζονται πειραματικά με την καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού και τη χρήση κατάλληλων φύλλων εργασίας. Στη διδασκαλία αξιοποιούνται πραγματικά πειράματα και κατάλληλο ψηφιακό υλικό. Για την αξιολόγηση χρησιμοποιείται φύλλο αξιολόγησης.

3.9.6. Διδακτική προσέγγιση

Η διδασκαλία στηρίζεται στην καθοδηγούμενη διερευνητική μέθοδο.

3.9.7. Αναλυτική περιγραφή διδακτικής πορείας

1^η Διδακτική ώρα

Διδακτικές ενέργειες εκπαιδευτικού	Μαθησιακές ενέργειες μαθητή/-τριας	Χρόνος (λεπτά)
<p>Ο/Η εκπαιδευτικός έχει ετοιμάσει τα απαιτούμενα όργανα και αντιδραστήρια για την εκτέλεση των πειραματικών δραστηριοτήτων, το ψηφιακό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί, καθώς και το φύλλο εργασίας το οποίο και διανέμει στους/στις μαθητές/-τριες.</p> <p>Ο/Η εκπαιδευτικός καθοδηγεί την εκτέλεση των πειραματικών διαδικασιών, θέτει τον προβληματισμό σχετικά με την αξιοποίηση των οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, επιλύει απορίες, καθοδηγεί και παρεμβαίνει διορθωτικά.</p>	<p>1η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 1 Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες εκτελούν πείραμα απλής αντικατάστασης. Στη συνέχεια προβληματίζονται κατά πόσο μπορούν οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις να αξιοποιηθούν στην κατεύθυνση παραγωγής ηλεκτρικής τάσης. Ακολούθως συμπληρώνουν τα αντίστοιχα σημεία της 1ης δραστηριότητας του 1^{ου} φύλλου εργασίας</p>	10 λεπτά
	<p>2η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 2 Οι μαθητές/-τριες σε ομάδες κατασκευάζουν το στοιχείο Daniell, σύμφωνα με τις οδηγίες του φύλλου εργασίας. Στη συνέχεια παρακολουθούν εικονικό πείραμα λειτουργίας του στοιχείου Daniell, παρατηρούν την αναπτυσσόμενη τάση μεταξύ των δύο ημιστοιχείων και έτσι οδηγούνται στην απάντηση του προηγούμενου</p>	25 λεπτά

ερωτήματος σχετικά με την αξιοποίηση των οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων στην κατεύθυνση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Στη συνέχεια καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους στο φύλλο εργασίας περιγράφοντας συνολικά το στοιχείο Daniell, ως παράδειγμα γαλβανικού στοιχείου, τις εκδηλούμενες ημιαντιδράσεις σε κάθε ημιστοιχείο, καθώς και τον ρόλο της γέφυρας άλατος.

2^η Διδακτική ώρα

Διδακτικές ενέργειες εκπαιδευτικού	Μαθησιακές ενέργειες μαθητή/-τριας	Χρόνος (λεπτά)
<p>Ο/Η εκπαιδευτικός έχει ετοιμάσει κατάλληλο φύλλο εργασίας, το οποίο διανέμει στους/στις μαθητές/-τριες.</p> <p>Ο/Η εκπαιδευτικός παρουσιάζει το ψηφιακό υλικό, εποπτεύει τη διδακτική διαδικασία, επιλύει απορίες, καθοδηγεί και παρεμβαίνει διορθωτικά.</p>	<p>1η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 3 Με τη δραστηριότητα 3, οι μαθητές/-τριες μελετούν ένα σύντομο εισαγωγικό κείμενο σχετικά με την ερμηνεία δημιουργίας του δυναμικού ηλεκτροδίου. Ακολούθως καλούνται να προβληματιστούν σχετικά με τη μέτρηση του δυναμικού κάθε ηλεκτροδίου.</p>	7 λεπτά
	<p>2η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 4 Με τη δραστηριότητα 4, οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν κατάλληλο ψηφιακό υλικό, καταγράφουν στο φύλλο εργασίας τις παρατηρήσεις τους, περιγράφοντας το ηλεκτρόδιο του υδρογόνου ως ηλεκτρόδιο αναφοράς για τη μέτρηση του δυναμικού κάθε ηλεκτροδίου.</p>	10 λεπτά
	<p>3η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 5 Με τη δραστηριότητα 5, οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν εικονικές μετρήσεις δυναμικών διαφόρων ηλεκτροδίων, με τη χρήση κατάλληλου ψηφιακού υλικού.</p>	6 λεπτά
	<p>4η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 6 Με τη δραστηριότητα 6, οι μαθητές/-τριες καλούνται να προβληματιστούν και να διατυπώσουν μια υπόθεση σχετικά με την επίδραση της συγκέντρωσης του διαλύματος του ηλεκτροδίου στο μετρούμενο δυναμικό. Ακολούθως πραγματοποιείται έλεγχος της</p>	15 λεπτά

υπόθεσης μέσα από κατάλληλο εικονικό πείραμα σειράς μετρήσεων με διάφορες συγκεντρώσεις ιόντων του ίδιου ηλεκτροδίου. Τέλος, καλούνται να καταγράψουν τα συμπεράσματα των παρατηρήσεών τους και να οδηγηθούν σε επιβεβαίωση ή απόρριψη της αρχικής υπόθεσής τους.

3η Διδακτική ώρα

Διδακτικές ενέργειες εκπαιδευτικού	Μαθησιακές ενέργειες μαθητή/-τριας	Χρόνος (λεπτά)
<p>Ο/Η εκπαιδευτικός έχει ετοιμάσει κατάλληλο φύλλο εργασίας, το οποίο διανέμει στους/στις μαθητές/-τριες.</p> <p>Ο/Η εκπαιδευτικός παρουσιάζει το ψηφιακό υλικό, εποπτεύει τη διδακτική διαδικασία, επιλύει απορίες, καθοδηγεί και παρεμβαίνει διορθωτικά.</p>	<p>1η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 7 Με τη δραστηριότητα 7, οι μαθητές/-τριες μελετούν σύντομο κείμενο του φύλλου εργασίας σχετικά με το πρόσημο των μετρούμενων δυναμικών.</p>	7 λεπτά
	<p>2η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 8 Με τη δραστηριότητα 8, οι μαθητές/-τριες μελετούν σύντομο κείμενο του φύλλου εργασίας σχετικά με τον τρόπο γραφής των ημιαντιδράσεων και τον χαρακτηρισμό τους σε ημιαντιδράσεις οξείδωσης και αναγωγής και αντίστοιχα των δυναμικών του σε δυναμικά οξείδωσης και αναγωγής.</p>	15 λεπτά
	<p>3η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 9 Με τη δραστηριότητα 9, οι μαθητές/-τριες καλούνται, με δεδομένη τη σειρά δραστηριότητας των μετάλλων, να προβλέψουν το πρόσημο του δυναμικού αναγωγής διαφόρων μετάλλων και να κατατάξουν τα συγκεκριμένα μέταλλα κατ' αύξουσα</p>	15 λεπτά

αλγεβρική σειρά, των δυναμικών αναγωγής.

Ακολούθως, επιβεβαιώνουν ή απορρίπτουν την πρόβλεψή τους με τη χρήση κατάλληλου ψηφιακού υλικού ή του πίνακα των δυναμικών αναγωγής που προβάλλει ο/η εκπαιδευτικός.

4η Διδακτική ώρα

Διδακτικές ενέργειες εκπαιδευτικού	Μαθησιακές ενέργειες μαθητή/-τριας	Χρόνος (λεπτά)
<p>Ο/Η εκπαιδευτικός έχει ετοιμάσει κατάλληλο φύλλο εργασίας, το οποίο διανέμει στους/στις μαθητές/-τριες.</p> <p>Ο/Η εκπαιδευτικός παρουσιάζει το ψηφιακό υλικό, εποπτεύει τη διδακτική διαδικασία, επιλύει απορίες, καθοδηγεί και παρεμβαίνει διορθωτικά.</p>	<p>1η Φάση</p> <p>Εκτέλεση της Δραστηριότητας 10</p> <p>Με τη δραστηριότητα 10, οι μαθητές/-τριες, με βάση τις τιμές δυναμικών αναγωγής που προβάλλει ο/η εκπαιδευτικός, καλούνται να υπολογίσουν το δυναμικό συγκεκριμένων γαλβανικών στοιχείων. Στη συνέχεια ο/η εκπαιδευτικός, χρησιμοποιώντας κατάλληλο ψηφιακό υλικό, προβάλλει τις εικονικές μετρήσεις και οι μαθητές/-τριες προβαίνουν σε έλεγχο των υπολογισμών τους.</p>	10 λεπτά
	<p>2η Φάση</p> <p>Εκτέλεση της Δραστηριότητας 11</p> <p>Με τη δραστηριότητα 11, οι μαθητές/-τριες στηριζόμενοι/-ες στη δεδομένη σειρά δραστηριότητας των μετάλλων, καλούνται να διατυπώσουν πρόβλεψη για το αν κάποιες αντιδράσεις απλής αντικατάστασης μπορούν να πραγματοποιηθούν. Στη συνέχεια καλούνται να υπολογίσουν το δυναμικό των συγκεκριμένων αντιδράσεων με βάση πίνακες τιμών δυναμικών αναγωγής. Συγκρίνοντας τις μετρήσεις με την πρόβλεψή τους και με την καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού οδηγούνται στο συμπέρασμα ότι οι αντιδράσεις με θετικό δυναμικό πραγματοποιούνται αυθόρμητα.</p>	10 λεπτά
	<p>3η Φάση</p> <p>Εκτέλεση της Δραστηριότητας 12</p> <p>Με τη δραστηριότητα 12, οι μαθητές/-τριες καλούνται να εφαρμόσουν τα συμπεράσματά τους από την προηγούμενη δραστηριότητα προβλέποντας αν κάποιες οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις πραγματοποιούνται αυθόρμητα.</p>	15 λεπτά

5η Διδακτική ώρα

Διδακτικές ενέργειες εκπαιδευτικού	Μαθησιακές ενέργειες μαθητή/-τριας	Χρόνος (λεπτά)
<p>Ο/Η εκπαιδευτικός έχει ετοιμάσει κατάλληλο φύλλο εργασίας, το οποίο διανέμει στους/στις μαθητές/-τριες.</p> <p>/Η εκπαιδευτικός παρουσιάζει το ψηφιακό υλικό, εποπτεύει τη διδακτική διαδικασία, επιλύει απορίες, καθοδηγεί και παρεμβαίνει διορθωτικά.</p>	<p>1η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 13 Με τη δραστηριότητα 13, οι μαθητές/-τριες μελετούν την μπαταρία ιόντων λιθίου. Αρχικά μελετούν σύντομο εισαγωγικό κείμενο. Στη συνέχεια παρακολουθούν κατάλληλο ψηφιακό υλικό που προβάλλει ο/η εκπαιδευτικός και καταγράφουν σε κατάλληλο φύλλο εργασίας τις παρατηρήσεις τους σχετικά με τους δύο πόλους της μπαταρίας, τις χημικές αντιδράσεις που εκδηλώνονται κατά τη φόρτιση και την εκφόρτιση της μπαταρίας ιόντων λιθίου.</p>	20 λεπτά
	<p>2η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 14 Με τη δραστηριότητα 14, οι μαθητές/-τριες συμπληρώνουν κατάλληλο φύλλο εργασίας με βάση τις παρατηρήσεις τους σχετικά με τους δύο πόλους της μπαταρίας, τις χημικές αντιδράσεις που εκδηλώνονται κατά τη φόρτιση και την εκφόρτιση της μπαταρίας ιόντων λιθίου.</p>	15 λεπτά

6η Διδακτική ώρα

Διδακτικές ενέργειες εκπαιδευτικού	Μαθησιακές ενέργειες μαθητή/-τριας	Χρόνος (λεπτά)
<p>Ο/Η εκπαιδευτικός έχει ετοιμάσει κατάλληλο φύλλο εργασίας, το οποίο διανέμει στους/στις μαθητές/-τριες.</p> <p>Ο/Η εκπαιδευτικός παρουσιάζει το ψηφιακό υλικό, εποπτεύει τη διδακτική διαδικασία, επιλύει απορίες, καθοδηγεί και παρεμβαίνει διορθωτικά.</p>	<p>1η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 15 Με τη δραστηριότητα 15 οι μαθητές/-τριες μελετούν την κυψέλη καυσίμου. Παρακολουθούν κατάλληλο ψηφιακό υλικό που προβάλλεται και το οποίο περιγράφει τη λειτουργία του στοιχείου καυσίμου.</p>	20 λεπτά
	<p>2η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας 16 Με τη δραστηριότητα 16 οι μαθητές/-τριες συμπληρώνουν κατάλληλο φύλλο εργασίας με τις παρατηρήσεις τους σχετικά με τον τρόπο λειτουργίας του στοιχείου καυσίμου.</p>	15 λεπτά

7η Διδακτική ώρα

Αξιολόγηση

3.9.8. Πιθανές επεκτάσεις – Προσαρμογές σεναρίου

Σε περίπτωση που υπάρχει δυνατότητα, η διδασκαλία ορισμένων διδακτικών ωρών μπορεί να πραγματοποιηθεί στο εργαστήριο Πληροφορικής. Στην περίπτωση αυτή οι μαθητές/-τριες θα αξιοποιούν οι ίδιοι/-ες το ψηφιακό υλικό, χωρίς να υπάρχει η ανάγκη χρήσης και προβολής του από τον/την εκπαιδευτικό. Επίσης, ο/η εκπαιδευτικός παρέχει τις κατάλληλες οδηγίες χρήσης του ψηφιακού υλικού και αναπροσαρμόζει ανάλογα τα φύλλα εργασίας.

3.9.9. Βιβλιογραφία - Δικτυογραφία

1. Ebbing Gammon. Σύγχρονη Χημεία,. Αρχές και Εφαρμογές/ Μετάφραση Ν. Κλούρας. Εκδόσεις Τραυλός.
2. Τσίπης Κ., Βάρβογλης Α., Γιούρη-Τσοχατζή Κ., Δερπάνης Δ., Παλαμιτζόγλου Π., Παπαγεωργίου Γ. 1999. Χημεία Γ' Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης. ΟΕΔΒ
3. Μανουσάκης Γ., Κεφαλλονίτης Ι., Χρησιτίδης Β., Χηνιάδης Δ. 1999. Χημεία Θετικής Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου. ΟΕΔΒ
4. G. G. Amatucci, J. M. Tarascon^{1,3} and L. C. Klein² CoO₂, The End Member of the Lix CoO₂ Solid Solution 1996 J. Electrochem. Soc. 143 1114.
5. C. P. Grey & D.S. Hall. Prospects for lithium-ion batteries and beyond—a 2030 vision.2020. Nature Communications | <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19991-4>.
6. Rinkel, B. L. D., Hall, D. S., Temprano, I. & Grey, C. P. Electrolyte oxidation pathways in lithium-ion batteries. J. Am. Chem. Soc. 142, 15058–15074 (2020).

Ενδεικτική δικτυογραφία

1. <http://users.sch.gr/xbalasi/electrochem/sect02/page%2024.html>
2. <http://www.alexvouklis.mysch.gr/index.php/2013-11-09-09-55-23/2013-11-09-09-50-15>
3. <https://www.youtube.com/watch?v=xDITrdbaiAs>
4. <https://www.youtube.com/watch?v=afEX2FD4Ado>
5. https://www.youtube.com/watch?v=C26pH8kC_Wk
6. <https://www.youtube.com/watch?v=V5TqMuHaDuY>
7. <https://www.youtube.com/watch?v=1xKeFiyOemA>
8. https://www.youtube.com/watch?v=k_vR0Eqb5gY
1. <https://www.youtube.com/watch?v=RWjVaKBf-m4>
2. <https://www.youtube.com/watch?v=afEX2FD4Ado>
3. <https://www.youtube.com/watch?v=YCdggO8WEOA>
4. https://www.youtube.com/watch?v=IWCO_vLxotI
5. Λογισμικό Λεύκιππος
6. <https://www.eea.europa.eu/el/articles/ilektrika-ochimata-mia-eksypni-epilogi>
7. https://www.youtube.com/watch?v=ISq_WVC6Hiw
8. <https://www.youtube.com/watch?v=HhxtfULIO7c>
11. <https://www.youtube.com/watch?v=wI2meKSwlHM&feature=youtu.be>
12. https://eds.gr/products/mecheng/renewables/fuel_cell_pv_kit.html
13. <https://www.youtube.com/watch?t=104&v=MsG9REFN3s&feature=youtu.be>
14. <https://www.youtube.com/watch?v=08ZH7vwzzEg>

15. <https://www.youtube.com/watch?v=3SAxXUIre28>
16. <https://www.youtube.com/watch?v=zUIbHMDCosI> American Chemical Society
17. <https://www.youtube.com/watch?v=G5McJw4KkG8>
18. <https://www.youtube.com/watch?v=jgfceqwqUec>
19. <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=8&sim=153&cnt=4>
20. <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=73&brch=8&sim=153&cnt=434>

3.9.10. Παράρτημα

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΩΡΑ	Διδακτικό περιεχόμενο	ΔΙΑΡΚΕΙΑ λεπτά
1	Στοιχείο Daniell. Αφόρμηση, εισαγωγή στην ηλεκτροχημεία και περιγραφή του στοιχείου Daniell.	35
2	Μέτρηση δυναμικού ηλεκτροδίου, ηλεκτρόδιο υδρογόνου, επίδραση συγκέντρωσης στο μετρούμενο δυναμικό.	38
3	Η γραφή των ημιαντιδράσεων και το πρόσημο των δυναμικών.	37
4	Υπολογισμός δυναμικού (τάσης) γαλβανικού στοιχείου μέσα από πίνακες και μέτρηση με εικονικό πείραμα, πρόβλεψη αντιδράσεων.	35
5	Μπαταρία ιόντων λιθίου.	35
6	Κυψέλη καυσίμου.	35
7	Αξιολόγηση.	35

3.9.11. Φύλλα Εργασίας

ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ: ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΕΙΑ

1^η Διδακτική Ώρα

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1.

Όνοματεπώνυμο μαθητή/-τριας.....

Δραστηριότητα 1. ΠείραμαΑ. Σε υδατικό διάλυμα CuSO_4 βυθίζουμε έλασμα Zn .

i. Τι παρατηρείτε;

.....

ii. Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που εκδηλώνεται.

.....



Β. Σύμφωνα με όσα γνωρίζουμε σχετικά με τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις, για την πραγματοποίηση της αντίδρασης θα πρέπει να μετακινούνται ηλεκτρόνια από το άτομο του Zn στο ιόν του Cu^{2+} . Με βάση τις γνώσεις Φυσικής που έχετε, για να υπάρχει μετακίνηση ηλεκτρονίων, θα πρέπει να υπάρχει διαφορά δυναμικού ανάμεσα στο άτομο Zn και στο ιόν του Cu^{2+} . Μπορούμε να εκμεταλλευτούμε αυτή τη διαφορά δυναμικού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και πώς; Σκεφτείτε και καταγράψτε την άποψή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

Γ. Στη συνέχεια απαντήστε στα ακόλουθα ερωτήματα:

Αν τα αντιδρώντα μιας οξειδοαναγωγικής αντίδρασης δε βρίσκονται σε άμεση επαφή, αλλά με κατάλληλο αγωγό τα ηλεκτρόνια μεταφέρονται από το αναγωγικό στο οξειδωτικό μέσο, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την ενέργεια που παράγεται από την οξειδοαναγωγική αντίδραση, για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, δηλαδή να μετατρέψουμε την ενέργεια χημικής αντίδρασης σε ηλεκτρική ενέργεια; Καταγράψτε την άποψή σας.

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 2α

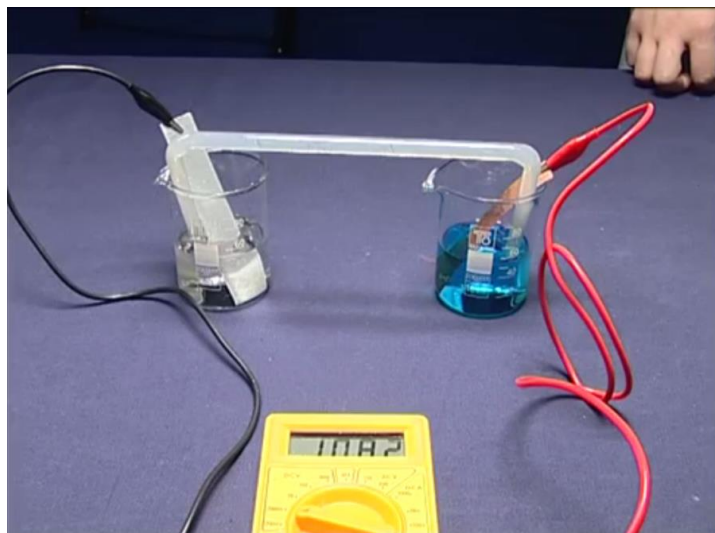
Πείραμα

i. Στα διαλύματα CuSO_4 και ZnSO_4 βυθίζουμε αντίστοιχα έλασμα Cu και Zn . Τα δύο ελάσματα συνδέονται μέσω καλωδίων με βολτόμετρο.

Σημειώστε την ένδειξη του βολτομέτρου.

$V =$

ii. Στη συνέχεια βυθίζουμε την ηλεκτρολυτική γέφυρα στα διαλύματα και ακολούθως σημειώνουμε την ένδειξη του βολτομέτρου.



V

$=$

Ανάμεσα στο σύστημα Zn/Zn^{2+} και στο σύστημα Cu/Cu^{2+} διαπιστώνεται ότι υπάρχει διαφορά δυναμικού (τάση).

α. Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι τα δύο ελάσματα αποτελούν τους δύο πόλους μιας μπαταρίας;

β. Αν αντί για το βολτόμετρο στη θέση του συνδεθεί ένα αμπερόμετρο ή ένας λαμπτήρας, θα καταγραφεί ροή ηλεκτρικού ρεύματος (θα ανάψει ο λαμπτήρας);

Καταγράψτε τις απαντήσεις σας και αιτιολογήστε.

.....

.....

.....

.....

.....

Το συγκεκριμένο σύστημα που κατασκευάσατε ονομάζεται **στοιχείο Daniell** και αποτελεί ένα παράδειγμα **βολταϊκού** ή **γαλβανικού στοιχείου**, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μπαταρία.

Δραστηριότητα 2β

Παρακολουθήστε την ψηφιακή εφαρμογή που προβάλλει ο/η εκπαιδευτικός σας (<https://web.mst.edu/~gbert/Electro/Electrochem.html>). Στη συνέχεια περιγράψτε το σύστημα αυτό συμπληρώνοντας τα κενά ή επιλέγοντας τον κατάλληλο όρο στις προτάσεις που ακολουθούν.

Το στοιχείο Daniell αποτελείται από δύο ηλεκτρόδια ή διαφορετικά Το αρνητικό ηλεκτρόδιο ονομάζεται και το θετικό ηλεκτρόδιο ονομάζεται Στο ηλεκτρόδιο ανόδου πραγματοποιείται η (οξειδωση/αναγωγή), ενώ στο ηλεκτρόδιο καθόδου πραγματοποιείται η (οξειδωση /αναγωγή). Συγκεκριμένα για το στοιχείο Daniell, η άνοδος είναι το ηλεκτρόδιο του (Zn/Cu), όπου εκδηλώνεται η ημιαντίδραση και η κάθοδος είναι το ηλεκτρόδιο του (Zn/Cu) όπου εκδηλώνεται η ημιαντίδραση

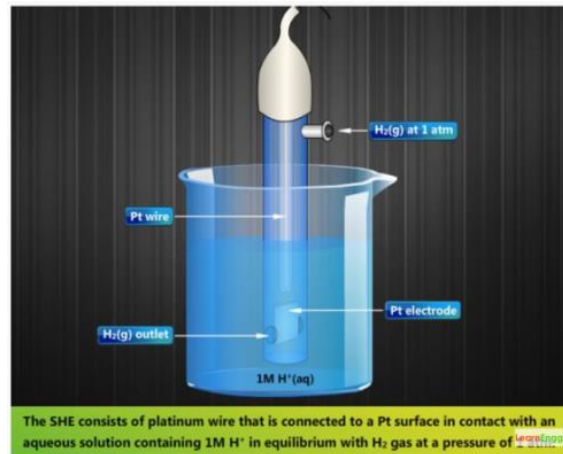
Η καθαρή ή συνολική αντίδραση που παρατηρείται στο βολταϊκό στοιχείο είναι το άθροισμα των δύο ημιαντιδράσεων. Η αντίδραση αυτή ονομάζεται **αντίδραση του στοιχείου** και για την περίπτωση του στοιχείου Daniell είναι η ακόλουθη:

.....

.....

Γέφυρα άλατος

Η γέφυρα άλατος είναι ένας σωλήνας με, ο οποίος συνδέεται με τα δύο ημιστοιχεία. Ο ρόλος της γέφυρας είναι να τη ροή ιόντων/ ηλεκτρονίων χωρίς όμως να αναμειγνύονται τα δύο Ουσιαστικά η γέφυρα άλατος (κλείνει/ανοίγει) το κύκλωμα ανάμεσα στα δύο ημιστοιχεία.



Standard Hydrogen Electrode

Το ηλεκτρόδιο του υδρογόνου αποτελείται από ένα ηλεκτρόδιο Pt (λευκόχρυσου) μέσα σε γυάλινο σωλήνα ο οποίος περιέχει αέριο H_2 με πίεση σε θερμοκρασία $^{\circ}C$. Το ηλεκτρόδιο είναι βυθισμένο σε διάλυμα , π.χ. συγκέντρωσης 1M. Το αδρανές ηλεκτρόδιο Pt χρειάζεται για να στην επιφάνειά του το αέριο H_2 και έτσι να αποκαθίσταται στο διάλυμα η ισορροπία: Το ηλεκτρόδιο του υδρογόνου αποτελεί ηλεκτρόδιο....., θεωρούμε αυθαίρετα ότι έχει δυναμικό και ως προς αυτό μετρώνται τα δυναμικά των ηλεκτροδίων των άλλων μετάλλων.

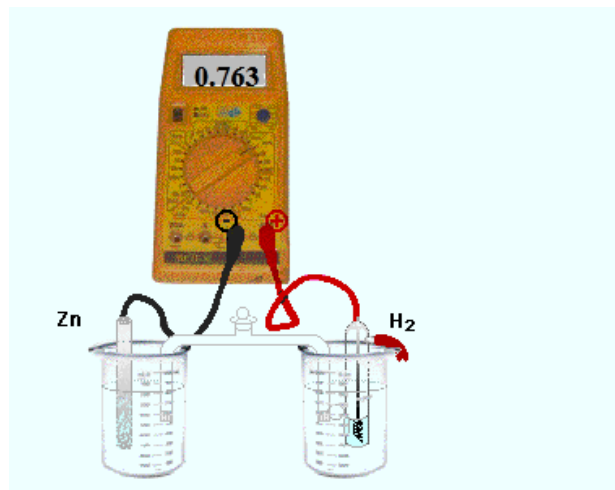
Δραστηριότητα 5

Μέτρηση δυναμικού ηλεκτροδίου

<https://web.mst.edu/~gbert/Electro/Electrochem.html>

Παρακολουθήστε τα πειράματα προσομοίωσης που εκτελεί ο/η εκπαιδευτικός σας.

Πείραμα 1. Μετράται η διαφορά δυναμικού μεταξύ του ηλεκτροδίου Zn και προτύπου ηλεκτροδίου H_2 .



Να γράψετε την ημιαντίδραση που εκδηλώνεται στο ηλεκτρόδιο του Zn και τη μετρούμενη διαφορά δυναμικού.

.....

Πείραμα 2. Μετράται η διαφορά δυναμικού μεταξύ του ηλεκτροδίου Cu και προτύπου ηλεκτροδίου H₂.

Να γράψετε την ημιαντίδραση που εκδηλώνεται στο ηλεκτρόδιο του Cu και τη μετρούμενη διαφορά δυναμικού.

.....

Δραστηριότητα 6 (15 λεπτά)

i. Υπόθεση.

Στην προηγούμενη μέτρηση βρέθηκε ότι η διαφορά δυναμικού μεταξύ του ηλεκτροδίου Zn και του ηλεκτροδίου H₂ ήταν +0,763 V. Πιστεύετε ότι η διαφορά δυναμικού θα ήταν ίδια, θα αυξανόταν ή θα μειωνόταν:

- αν μειωνόταν η συγκέντρωση ιόντων Zn²⁺ στο ηλεκτρόδιο Zn;
- αν μειωνόταν η συγκέντρωση ιόντων Cu²⁺ στο ηλεκτρόδιο Cu;

Να γράψετε την άποψή σας.

.....

.....

.....

.....

ii. Έλεγχος υποθέσεων. Ο/Η εκπαιδευτικός, μέσα από την προσομοίωση μειώνει διαρκώς τη συγκέντρωση των ιόντων Zn²⁺ στο ηλεκτρόδιο Zn και μετρά κάθε φορά τη διαφορά δυναμικού ως προς το ηλεκτρόδιο H₂. Αντίστοιχες μετρήσεις γίνονται για το ηλεκτρόδιο του Cu. Παράλληλα, καταγράφονται οι μετρούμενες τιμές διαφοράς δυναμικού στους αντίστοιχους πίνακες που ακολουθούν.

C _{Zn²⁺} M	Τάση V

C _{Cu²⁺} M	Τάση V

iii. Συμπέρασμα

Ποιο είναι το συμπέρασμά σας ως προς τη σχέση συγκέντρωσης διαλύματος και μετρούμενης τάσης;

.....

.....

.....

.....

Επειδή τα αποτελέσματα των μετρήσεων εξαρτώνται από τις συνθήκες συγκέντρωσης, πίεσης και θερμοκρασίας, για τη δημιουργία πινάκων δυναμικών γαλβανικών στοιχείων ορίζονται ως πρότυπες συνθήκες οι εξής: $C = 1 \text{ M}$, $P = 1 \text{ atm}$ και $\theta = 25^\circ \text{ C}$. Τα μετρούμενα, υπό αυτές τις συνθήκες, δυναμικά στοιχείων ονομάζονται **Πρότυπα Δυναμικά** και συμβολίζονται ως E^0 .

ΧΗΜΕΙΑ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ: ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΕΙΑ**3^η Διδακτική Ώρα****ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3****Δραστηριότητα 7**

Μελετήστε το κείμενο που ακολουθεί.

Η μετρούμενη διαφορά δυναμικού ανάμεσα στο ηλεκτρόδιο του ημιστοιχείου και στο ηλεκτρόδιο του υδρογόνου ονομάζεται **δυναμικό του στοιχείου**. Αν το ηλεκτρόδιο του στοιχείου παρέχει ηλεκτρόνια στο ηλεκτρόδιο του υδρογόνου, όπως στην περίπτωση του ηλεκτροδίου Zn/Zn^{2+} , τότε το δυναμικό είναι υψηλότερο από το δυναμικό του υδρογόνου, το οποίο θεωρούμε ως μηδέν, και συνεπώς το δυναμικό του ηλεκτροδίου έχει **θετικό** πρόσημο. Αν το ηλεκτρόδιο του στοιχείου δέχεται ηλεκτρόνια από το ηλεκτρόδιο του υδρογόνου, όπως στην περίπτωση του ηλεκτροδίου Cu/Cu^{2+} τότε το δυναμικό είναι χαμηλότερο από το δυναμικό του υδρογόνου το οποίο θεωρούμε ως μηδέν, και συνεπώς το δυναμικό του ηλεκτροδίου έχει **αρνητικό** πρόσημο.

Δραστηριότητα 8**Η γραφή των ημιαντιδράσεων και το πρόσημο των δυναμικών**

Μελετήστε το κείμενο που ακολουθεί:

Για να υπάρχει δυνατότητα σύγκρισης των δυναμικών, θα πρέπει οι ημιαντιδράσεις στις οποίες αναφέρονται να είναι γραμμένες με τον ίδιο τρόπο, π.χ.

ανηγμένη μορφή + e \rightarrow οξειδωμένη μορφή, π.χ. $Na \rightarrow Na^+ + e$ E_1 (I)

ή

οξειδωμένη \rightarrow ανηγμένη μορφή + e, π.χ. $Na^+ + e \rightarrow Na$ E_2 (II)

Το δυναμικό της αντίδρασης (I) ονομάζεται δυναμικό οξείδωσης και το δυναμικό της αντίδρασης (II) ονομάζεται δυναμικό αναγωγής. Όπως είναι εύλογο, ισχύει $E_1 = -E_2$.

Για να μη δημιουργείται σύγχυση, θα αναφερόμαστε στα δυναμικά αναγωγής.

Ακολούθως, σκεφτείτε και απαντήστε στα ακόλουθα ερωτήματα:

Με βάση τη σειρά δραστηριότητας των μετάλλων και του υδρογόνου

Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H₂, Cu, Hg, Ag, Au

α. Ποια από τα παραπάνω μέταλλα εκτιμάτε ότι θα έχουν θετικό ως προς το υδρογόνο δυναμικό αναγωγής (θα παίρνουν ηλεκτρόνια από το υδρογόνο) και ποια αρνητικό (θα δίνουν ηλεκτρόνια στο υδρογόνο);

.....

.....
.....
β. Να κατατάξετε κατ' αύξουσα αλγεβρική σειρά τα **δυναμικά αναγωγής** των στοιχείων Li, Ag
Zn.

Δραστηριότητα 9

Παρακολουθήστε τον πίνακα των δυναμικών που προβάλλει ο/η εκπαιδευτικός και ελέγξτε την υπόθεσή σας. Το δυναμικό κάθε στοιχείου προέκυψε ύστερα από μέτρηση ως προς το ημιστοιχείο του υδρογόνου.

.....
.....
.....
.....

Εναλλακτικά: Με τη βοήθεια του λογισμικού που ο/η εκπαιδευτικός προβάλλει (<https://web.mst.edu/~gbert/Electro/Electrochem.html>) ελέγξτε την υπόθεσή σας.

Ερώτημα: Η αποδιδόμενη τάση από ένα γαλβανικό στοιχείο θα είναι σταθερή για άπειρο χρόνο;

α. Να γράψετε την άποψή σας.

.....

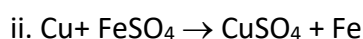
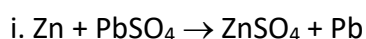
β. Να προτείνετε διαδικασία ελέγχου της άποψης που έχετε διατυπώσει. Μπορείτε να αξιοποιήσετε το παραπάνω λογισμικό ή τον πίνακα μετρήσεων της προηγούμενης διαδικασίας.

.....

Δραστηριότητα 11

Πρόβλεψη αυθόρμητης εκδήλωσης αντιδράσεων

α. Με βάση τη σειρά δραστηριότητας των μετάλλων και του υδρογόνου που παρατίθεται και τις προηγούμενες γνώσεις σας, να προβλέψετε ποια/ποιες από τις ακόλουθες αντιδράσεις μπορούν να πραγματοποιούνται αυθόρμητα.

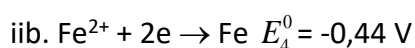
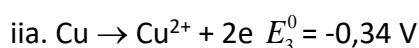
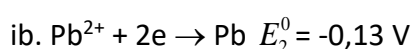
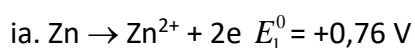


Δίνεται η σειρά: Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H₂, Cu, Hg, Ag, Au.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

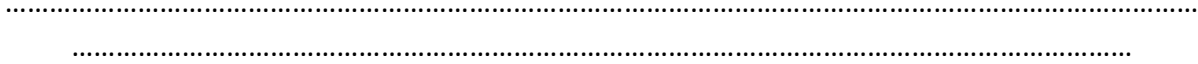
.....

β. Καθεμία από τις παραπάνω αντιδράσεις μπορεί να αναλυθεί σε δύο ημιαντιδράσεις ως εξής:



γ. Για κάθε αντίδραση υπολογίστε το δυναμικό της, ως άθροισμα των δύο δυναμικών των επιμέρους ημιαντιδράσεων. Στη συνέχεια, αφού συγκρίνετε το συμπέρασμα της προηγούμενης ερώτησης με το δυναμικό κάθε αντίδρασης που υπολογίσατε, να απαντήσετε στο εξής ερώτημα: Μία αντίδραση οξειδοαναγωγής ευνοείται (μπορεί να πραγματοποιηθεί αυθόρμητα), όταν το δυναμικό της είναι θετικό ή όταν είναι αρνητικό;

.....



ΧΗΜΕΙΑ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ: ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΕΙΑ**5^η Διδακτική Ώρα****ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 5****Δραστηριότητα 13****Μπαταρία ιόντων λιθίου**

Εισαγωγικό κείμενο

Οι **μπαταρίες** είναι συσκευές που αξιοποιούν χημικές αντιδράσεις για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Γενικά αξιοποιούν μία οξειδοαναγωγική αντίδραση, οδηγώντας τα ηλεκτρόνια να κινούνται από το αρνητικό στο θετικό ηλεκτρόδιο, μέσω εξωτερικού κυκλώματος. Υπάρχουν διάφοροι τύποι μπαταριών με διάφορες εξειδικευμένες χρήσεις. Μερικές γνωστές μπαταρίες είναι η μπαταρία μολύβδου που χρησιμοποιείται στα αυτοκίνητα, το ξηρό στοιχείο, η μπαταρία νικελίου καδμίου, η μπαταρία ιόντων λιθίου που είναι επαναφορτιζόμενη, οι κυψέλες καυσίμων κ.ά.

A. Μπαταρία ή συσσωρευτής ιόντων λιθίου (αγγλ., *lithium-ion battery*, *Li-ion battery* ή *LIB*).

Είναι ένας τύπος επαναφορτιζόμενης μπαταρίας στην οποία τα ιόντα λιθίου κινούνται από το αρνητικό ηλεκτρόδιο προς το θετικό ηλεκτρόδιο κατά τη διάρκεια της εκφόρτισης και αντίστροφα κατά τη φόρτιση. Οι επαναφορτιζόμενες μπαταρίες ιόντων λιθίου έχουν πολλαπλά πλεονεκτήματα και μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση σε σχέση με τις κοινές μπαταρίες μολύβδου. Το μικρό βάρος, η υψηλότερη τάση των στοιχείων (από 2.90 volt έως 4.20 volt), η μεγάλη ενεργειακή πυκνότητα, η χαμηλή αυτοεκφόρτιση, η γρήγορη επαναφόρτιση, η αντοχή σε κυκλικές εφαρμογές και η δυνατότητα πολύμηνης αποθήκευσης τις καθιστούν κατάλληλες για χρήση τόσο σε κυκλικές εφαρμογές όσο και σε εφαρμογές εκκίνησης. Λόγω των παραπάνω χαρακτηριστικών τους, βρίσκουν εφαρμογή σε smartphone, φορητούς υπολογιστές, αυτοκίνητα, μοτοσυκλέτες, σκάφη, συστήματα συναγερμών, εφεδρικά συστήματα ασφαλείας, τηλεπικοινωνίες κ.α.

(<https://www.amperorio.gr/index.php/el/tehnika-themata-syssvreutwn/item/351-mpataries-ionton-lithiou-typoi-kai-xriseis.html>).

Στα μειονεκτήματα καταγράφονται το υψηλό κόστος, που είναι περίπου 40% υψηλότερο από αντίστοιχη μπαταρία Ni-Cd, και το γεγονός ότι έχουν την τάση να υπερθερμαίνονται με κίνδυνο να γίνει έκρηξη.

Παρακολουθήστε την προσομοίωση της λειτουργίας (<https://www.youtube.com/watch?v=jpgfseqwqUec>) μιας επαναφορτιζόμενης μπαταρίας ιόντων λιθίου, καθώς και το ακόλουθο σχετικό βίντεο που προβάλλει ο/η εκπαιδευτικός <https://www.youtube.com/watch?v=zUlBHMDCosI>.

Ακολουθήστε απαντήστε στις ερωτήσεις της Δραστηριότητας 14.

Δραστηριότητα 14

Να συμπληρώσετε τα κενά στο κείμενο που ακολουθεί.

Μια μπαταρία ιόντων λιθίου (Li^+) αποτελείται από τα εξής μέρη:

α. Άνοδο β. κάθοδο γ. ηλεκτρολύτη.

Η άνοδος αποτελείται από λεπτά πάνω στον οποίο είναι προσκολλημένο Ανάμεσα στα λεπτά είναι εγκλωβισμένο το Ο λειτουργεί ουσιαστικά ως χώρος αποθήκευσης του

Η κάθοδος συνήθως αποτελείται από CoO_2 πάνω στον οποίο είναι προσκολλημένο

Ο ηλεκτρολύτης βρίσκεται ανάμεσα στην και στην Στο μέσον του ηλεκτρολύτη υπάρχει μια που επιτρέπει τη διέλευση του αλλά δεν επιτρέπει την των υλικών ανόδου και καθόδου.

Φόρτιση / εκφόρτιση

Η συνολική αντίδραση φόρτισης/εκφόρτισης μπορεί να αποδοθεί μέσα από την ακόλουθη χημική εξίσωση:

Αναλυτικά, στην άνοδο εκδηλώνεται η ημιαντίδραση:

εκφόρτιση \rightleftharpoons φόρτιση

και στην κάθοδο η ημιαντίδραση:

εκφόρτιση \rightleftharpoons φόρτιση

β. Συζητήστε μεταξύ σας και γράψτε τι πρέπει να προσέχουμε όταν χρησιμοποιούμε συσκευές που λειτουργούν με μπαταρίες ιόντων λιθίου.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ΧΗΜΕΙΑ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ: ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΕΙΑ

6^η Διδακτική Ώρα

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 6

Δραστηριότητα 14

Κυψέλη καυσίμου

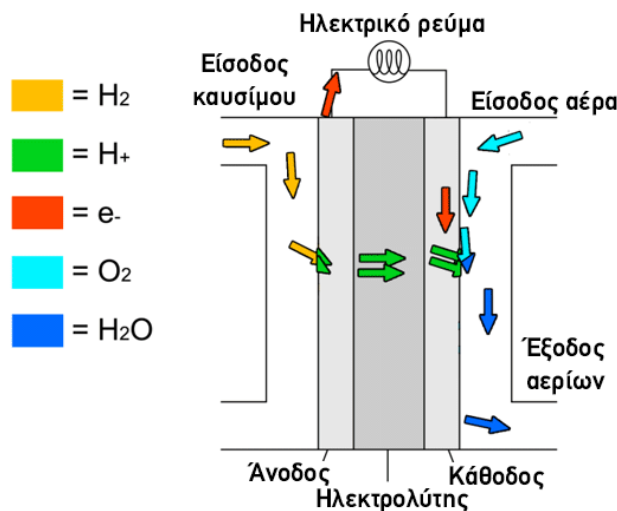
α. Εισαγωγικό κείμενο

Μελετήστε το κείμενο που ακολουθεί.

Μία κυψέλη καυσίμου είναι ένα είδος μπαταρίας, που λειτουργεί με συνεχή τροφοδοσία καυσίμου, όπως π.χ. υδρογόνου ή υδρογονάνθρακα ή μεθανόλης. Η κυψέλη καυσίμου αποτελείται από έναν μηχανισμό για μετατροπή του υδρογόνου και οξυγόνου σε νερό, παράγοντας ταυτόχρονα με τη διαδικασία αυτή ηλεκτρική ενέργεια με τη μορφή συνεχούς ρεύματος. Η πρώτη κυψέλη καυσίμου κατασκευάστηκε από τον sir William Grove, το 1839. Ωστόσο η συστηματική έρευνα πάνω σε αυτές άρχισε μόλις τη δεκαετία του 1960, όταν η NASA χρησιμοποίησε κυψέλες καυσίμου στα διαστημικά σκάφη των προγραμμάτων Τζέμινι και Απόλλων ως φθηνότερη λύση από την ηλιακή ενέργεια (πηγή: βικιπαιδεία).

β. Παρακολουθήστε την προσομοίωση που παρουσιάζει ο/η εκπαιδευτικός.

<https://www.youtube.com/watch?v=08ZH7vwzzEg>



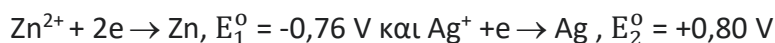
Πηγή: <https://tosynergeio.gr/images/stories/1116/Fuel-cell-stacj-H2-gr.gif>

α. Στη συνέχεια συμπληρώστε τα κενά στο ακόλουθο κείμενο, επιλέγοντας όπου απαιτείται την κατάλληλη λέξη:

Στην περίπτωση του στοιχείου καυσίμου υδρογόνου, το καύσιμο είναι το το οποίο εισέρχεται στην (άνοδο/κάθοδο). Εκεί μέσω ενός καταλύτη από πορώδη το (οξειδώνεται/ανάγεται) προς ιόντα τα οποία μέσω μιας ειδικής μεμβράνης ανταλλαγής διαπηδούν προς την Στην εισέρχεται αέριο, το οποίο με τη βοήθεια του καταλύτη οδηγεί στην αντίδραση σχηματισμού Ουσιαστικά στην άνοδο έχουμε την ημιαντίδραση

.....

 ii) Να υπολογίσετε την τάση που αποδίδει το συγκεκριμένο γαλβανικό στοιχείο. Δίδονται τα δυναμικά αναγωγής:



.....

 2. Στο παραπάνω γαλβανικό στοιχείο στο ηλεκτρόδιο Zn προσθέτουμε νερό. Τι θα συμβεί στην αναπτυσσόμενη τάση; Θα μεταβληθεί ή θα παραμείνει ίδια. Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

.....

 3. Να περιγράψετε τον ρόλο της γέφυρας σε ένα γαλβανικό στοιχείο.

.....

 4. Το στοιχείο Daniel αποτελείται από ένα ηλεκτρόδιο Zn και ένα ηλεκτρόδιο Cu. Σε ποιο ηλεκτρόδιο θα παρατηρείται αύξηση της μάζας του μετάλλου και σε ποιο μείωση; Στο διάλυμα τίνος ηλεκτροδίου παρατηρείται αύξηση και σε ποιο μείωση της συγκέντρωσης ιόντων του μετάλλου του ηλεκτροδίου; Δίδονται τα δυναμικά αναγωγής:



3.10. Πρωτοταγείς, δευτεροταγείς, τριτοταγείς αλκοόλες Οξείδωση αλκοολών σε μικροκλίμακα

Ταυτοποιήσεις αλκοολών και καρβονυλικών ενώσεων με τη χρήση φασμάτων IR

3.10.1. Ταυτότητα Διδακτικού Σεναρίου

Το διδακτικό σενάριο είναι δομημένο έτσι ώστε στην ολότητά του (3 διδακτικές ώρες) να μπορεί να εφαρμοστεί στη Γ΄ Λυκείου. Μέρος του (οι πρώτες 2 διδακτικές ώρες) μπορεί να διδαχτεί αυτόνομα στη Β΄ Λυκείου.

Βαθμίδα - Τάξη: Γ΄ Λυκείου

Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές και συμβατότητα με ΠΣ

Θεματικό Πεδίο: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.

Κεφάλαιο: 8^ο Οργανική Χημεία

Ενότητες: 8.8. Διακρίσεις και ταυτοποιήσεις οργανικών ενώσεων

Βαθμίδα - Τάξη: Β΄ Λυκείου

Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές και συμβατότητα με ΠΣ

Θεματικό Πεδίο: Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις

Κεφάλαιο: 5^ο Αλκοόλες-Φαινόλες και Καρβοξυλικά Οξέα

Ενότητες: 5.1.4. Χημικές ιδιότητες – Η οξείδωση των αλκοολών

Συσχέτιση με άλλες ενότητες

Το σενάριο μπορεί να συσχετιστεί ανά τάξη με τις παρακάτω ενότητες:

5.4. Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις: **Α΄ Λυκείου**

5.1. Αλκοόλες - Φαινόλες: **Β΄ Λυκείου**

5.1.1. Δομή, προέλευση και χρήσεις αλκοολών: **Β΄ Λυκείου**

2.3. Η Υπέρυθρη Φασματοσκοπία (IR): Γ΄ Λυκείου: **Γ΄ Λυκείου.**

2.4. Χρησιμοποιώντας την Υπέρυθρη Φασματοσκοπία: **Γ΄ Λυκείου**

Χρονική διάρκεια: 3 διδακτικές ώρες (Γ΄ Λυκείου) ή 2 διδακτικές ώρες (Β΄ Λυκείου)

3.10.2. Σκεπτικό σεναρίου (και πιθανές αντιλήψεις μαθητών/-τριών για το προς μελέτη θέμα) – Επιστημονικό/Γνωστικό περιεχόμενο

Το σενάριο αναφέρεται στη διδασκαλία του κεφαλαίου των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών και πιο συγκεκριμένα στην κατηγοριοποίησή τους σε πρωτοταγείς, δευτεροταγείς, τριτοταγείς, καθώς και στην οξείδωσή τους.

Οι εναλλακτικές ιδέες που συναντώνται συχνότερα κατά τη διδασκαλία του κεφαλαίου είναι:

1. Οι πρωτοταγείς αλκοόλες είναι αυτές που έχουν μία ομάδα υδροξυλίου, ανεξάρτητα από τον άνθρακα που είναι συνδεδεμένη.
2. Οι δευτεροταγείς αλκοόλες είναι αυτές που έχουν δύο ομάδες υδροξυλίου.
3. Οι τριτοταγείς αλκοόλες είναι αυτές που έχουν τρεις ομάδες υδροξυλίου.

3.10.3. Προαπαιτούμενες γνώσεις και επιθυμητές δεξιότητες

Για την εφαρμογή του παρόντος σεναρίου οι μαθητές/-τριες θα πρέπει να διαθέτουν τις παρακάτω γνώσεις και δεξιότητες:

- Να αναγνωρίζουν τη χαρακτηριστική ομάδα των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών.
- Να αναγνωρίζουν τη χαρακτηριστική ομάδα των κορεσμένων μονοσθενών αλδεϋδών και κετονών και να τις διακρίνουν από τον συντακτικό τους τύπο.
- Να αναγνωρίζουν τη χαρακτηριστική ομάδα των κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων.
- Να έχουν εξοικειωθεί με τους κανόνες ασφαλείας στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών.
- Να περιγράφουν ένα φάσμα IR ως μια γραφική παράσταση της σχέσης (% διαπερατότητα) = f (κυματάριθμού)

3.10.4. Σκοπός σεναρίου – Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

A. Γνωστικοί στόχοι

Οι μαθητές/-τριες μετά τη διδασκαλία θα είναι σε θέση να:

1. ταξινομούν τις αλκοόλες σε πρωτοταγείς, δευτεροταγείς, τριτοταγείς.
2. προβλέπουν τα προϊόντα οξείδωσης των αλκοολών.
3. διαπιστώνουν ότι οι τριτοταγείς αλκοόλες δεν οξειδώνονται.
4. επαληθεύουν πειραματικά την οξείδωση των αλκοολών μέσα από τον αποχρωματισμό όξινου διαλύματος $KMnO_4$.
5. ταυτοποιούν με τη βοήθεια φασμάτων IR και αναλυτικών πινάκων συχνοτήτων δόνησης δεσμών, την ύπαρξη των χαρακτηριστικών ομάδων: υδροξυλομάδα, καρβονυλομάδα.

B. Δεξιότητες

Μετά το τέλος του μαθήματος οι μαθητές/-τριες να έχουν αναπτύξει:

1. δεξιότητες χειρισμού διαδραστικών εφαρμογών – προσομοιώσεων.
2. δεξιότητες συνεργασίας στην ομάδα.
3. δεξιότητες λήψης και αποστολής εργασιών μέσω διαδικτύου.
4. κοινωνικές ικανότητες - ικανότητες επικοινωνίας (διατύπωση επιχειρημάτων, αποδοχή της διαφορετικής άποψης, αλληλοβοήθεια κ.λπ.).
5. δεξιότητες σχετικές με τον επιστημονικό τρόπο εργασίας στις Φυσικές Επιστήμες: ταξινόμηση με βάση επιστημονικά κριτήρια, διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων, σχεδιασμός και υλοποίηση κατάλληλων ενεργειών για τη διερεύνησή τους, καταγραφή και ερμηνεία δεδομένων, διατύπωση συμπερασμάτων, παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Γ. Στάσεις

Μετά το τέλος της διδασκαλίας οι μαθητές/-τριες να έχουν αποκτήσει:

1. θετική στάση απέναντι στον επιστημονικό τρόπο σκέψης και εργασίας.
2. σεβασμό για την προσωπικότητα και τη διαφορετικότητα του άλλου.

3.10.5. Οργάνωση της διδασκαλίας και απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

1^η διδακτική ώρα

Η διδασκαλία λαμβάνει χώρα στο Σχολικό Εργαστήριο Πληροφορικής και Εφαρμογών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών ή στο Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών ή στην αίθουσα διδασκαλίας με διαδραστικό πίνακα ή υπολογιστή που διαθέτει σύνδεση στο διαδίκτυο και σύστημα προβολής

εικόνας. Οι μαθητές/-τριες, χωρισμένοι/-ες σε ομάδες των 2-3 ατόμων κάνουν χρήση πολυμεσικής διαδραστικής εφαρμογής με κατάλληλο φύλλο εργασίας και φύλλο αξιολόγησης. Η πολυμεσική εφαρμογή με τίτλο:—«Πρωτοταγείς, δευτεροταγείς και τριτοταγείς αλκοόλες», φαίνεται στον παρακάτω σύνδεσμο: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/10789>

2^η διδακτική ώρα

Η δεύτερη διδακτική ώρα λαμβάνει χώρα στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών όπου επισημαίνονται στους/στις μαθητές/-τριες τα μέτρα ασφαλείας. Οι μαθητές/-τριες είναι χωρισμένοι/-ες σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων και εκτελούν το πείραμα με την καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού. Στη δραστηριότητα Δ οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν βίντεο, ώστε να επαληθεύσουν τις απαντήσεις τους.

Δραστηριότητα Δ: Χρήση ψηφιακού υλικού

<https://www.youtube.com/watch?v=TFA9ePJWdvY>

με τίτλο: ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΑΛΚΟΟΛΩΝ, Διάρκειας: 2' 57''

3^η διδακτική ώρα

Η τρίτη διδακτική ώρα μπορεί να πραγματοποιηθεί με ομαδοσυνεργατική διδασκαλία στο εργαστήριο πληροφορικής ή μέσα στη σχολική αίθουσα με έναν βιντεοπροβολέα ή διαδραστικό πίνακα. Στη δραστηριότητα Α οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν βίντεο με σκοπό να ανακαλέσουν προηγούμενες γνώσεις σε σχέση με τη μελέτη των φασμάτων IR.

Δραστηριότητα Α: Χρήση ψηφιακού υλικού

https://www.youtube.com/watch?v=moXfN27Ldgs&ab_channel=MrMurray-GreenChemistryTutori

με τίτλο: Infrared Spectra of alcohols in A level Chemistry, Διάρκειας: 4' 47''

3.10.6. Διδακτική προσέγγιση

Στη διδασκαλία αυτή γίνεται χρήση διαδραστικών πολυμεσικών εφαρμογών. Η συνεισφορά των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία, εφόσον έχουν προστιθέμενη αξία, ενισχύει σημαντικά την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας και μάθησης.

Στο συγκεκριμένο σενάριο οι διαδραστικές πολυμεσικές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται είναι ιδιαίτερα φιλικές προς τον χρήστη και δίνουν τη δυνατότητα στους/στις μαθητές/-τριες, ακολουθώντας οδηγίες, να οδηγηθούν οι ίδιοι/-ες σε συμπεράσματα και να οικοδομήσουν τη γνώση. Προσφέρει άμεση ανάδραση και λειτουργεί ως διερευνητικό εργαλείο που ενεργοποιεί τους/τις μαθητές/-τριες σε διερευνητική και συνεργατική μάθηση. Η χρήση των διαδραστικών πολυμεσικών εφαρμογών που αφορούν την οξείδωση των αλκοολών συνεισφέρει σημαντικά στην αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας, ιδίως όταν δεν είναι εφικτή η υλοποίηση του αντίστοιχου εργαστηρίου.

Η διδασκαλία στηρίζεται στην καθοδηγούμενη διερευνητική μέθοδο. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει πέντε βήματα, καθένα από τα οποία μπορεί να χωρίζεται σε επιμέρους φάσεις. Τα βήματα αυτά, που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία ως «5E» είναι τα εξής: Engagement: Εμπλοκή με το πρόβλημα, Exploration: Εξερεύνηση, Explanation: Εξήγηση, Elaboration: Επεξεργασία (εκτενής), Evaluation: Εκτίμηση-Αξιολόγηση.

3.10.7. Αναλυτική περιγραφή διδακτικής πορείας

Διδακτικές ενέργειες εκπαιδευτικού	Μαθησιακές ενέργειες μαθητή/-τριας	Χρόνος (λεπτά)
1^η διδακτική ώρα		
<p>1η φάση Ανάκληση γνώσεων Ο/Η εκπαιδευτικός με τη βοήθεια του φύλλου εργασίας παροτρύνει τους/τις μαθητές/-τριες να αναφέρουν παραδείγματα αλκοολών καθώς και πληροφορίες για αυτές.</p>	<p>1η φάση Εκτέλεση δραστηριότητας Α Οι μαθητές/-τριες αναφέρουν παραδείγματα αλκοολών από την καθημερινή τους ζωή, καθώς και πληροφορίες για αυτές, όπως για το πού χρησιμοποιούνται ή για το πώς ταξινομούνται.</p>	5 λεπτά
<p>2η φάση Πρόβλεψη - Ερμηνεία επιστημονικής γνώσης-Επαλήθευση Ο/Η εκπαιδευτικός βοηθάει τους/τις μαθητές/-τριες να εκτελέσουν τις δραστηριότητες της πολυμεσικής εφαρμογής.</p>	<p>2η φάση Εκτέλεση δραστηριότητας Β Οι μαθητές/-τριες εκτελούν τις δραστηριότητες της πολυμεσικής εφαρμογής και εξαγουν συμπέρασμα.</p>	25 λεπτά
<p>3η φάση Αξιολόγηση Ο/Η εκπαιδευτικός ελέγχει αν οι μαθητές/-τριες έχουν μεταβεί στη σωστή σκηνή της εφαρμογής και τους ζητάει να πραγματοποιήσουν την άσκηση της αξιολόγησης.</p>	<p>3η φάση Εκτέλεση δραστηριότητας Γ Οι μαθητές/-τριες ελέγχουν τις γνώσεις τους και τα συμπεράσματά τους.</p>	10 λεπτά
2^η διδακτική ώρα		
<p>1η Φάση Διερεύνησης Εμπλοκή με το πρόβλημα Αρχικά γίνεται η ψυχολογική και γνωσιολογική προετοιμασία των μαθητών/-τριών, στους οποίους ο/η εκπαιδευτικός περιγράφει παράδειγμα</p>	<p>1η Φάση Εκτέλεση της Δραστηριότητας Α Οι μαθητές/-τριες ενημερώνονται για το θέμα που πρόκειται να διερευνήσουν: Οι αλκοόλες</p>	5 λεπτά

από την οξείδωση αλκοολών από την καθημερινή τους ζωή. Στη συνέχεια γνωστοποιεί το θέμα που οι μαθητές/-τριες καλούνται να διερευνήσουν.

2η Φάση Διερεύνησης

Εξερεύνηση

Ο/Η εκπαιδευτικός καθοδηγεί τους/τις μαθητές/-τριες να διερευνήσουν το προς εξέταση πρόβλημα και τους παρέχει την ελάχιστη βοήθεια που χρειάζονται, ώστε να μπορούν να συνεχίσουν στην εκτέλεση της δραστηριότητας. Με βάση αυτή τη δραστηριότητα γίνεται προσπάθεια μείωσης εμφάνισης των εναλλακτικών ιδεών.

αιθανόλη, 1-προπανόλη και 2-προπανόλη οξειδώνονται; Για να το διερευνήσουν, προχωρούν στην επόμενη δραστηριότητα.

2η Φάση

Εκτέλεση της Δραστηριότητας Β

Η εξερεύνηση του προς λύση θέματος ξεκινάει με μία υπόθεση από μέρους των μαθητών/-τριών μέσω μίας ερώτησης πολλαπλής επιλογής που πραγματοποιείται σε ατομικό επίπεδο. Ακολουθεί ομαδική εργασία κατά την οποία οι μαθητές/-τριες συζητούν με την ομάδα τους και προτείνουν τρόπο ελέγχου των υποθέσεών τους. Τέλος, καλούνται να εκτελέσουν αυτό που πρότειναν με σκοπό να καταλήξουν σε ένα συμπέρασμα και να καταγράψουν την παρατήρησή τους.

20 λεπτά

3η Φάση Διερεύνησης

Εξήγηση

Με τη δραστηριότητα αυτή ο/η εκπαιδευτικός βοηθάει τους/τις μαθητές/-τριες να εξηγήσουν τα παρατηρούμενα αποτελέσματα και, εάν χρειαστεί, τους οδηγεί σε γνωστική σύγκρουση με σκοπό την επιβεβαίωση ή τη διόρθωση της αρχικής τους υπόθεσης.

3η Φάση

Εκτέλεση δραστηριότητας Γ

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/-τριες δίνουν εξήγηση για το φαινόμενο που παρατήρησαν. Στη συνέχεια επιβεβαιώνουν την απάντησή τους μέσω της εφαρμογής.

10 λεπτό

4η Φάση Διερεύνησης

Εκτενέστερη επεξεργασία

Ο/Η εκπαιδευτικός παρουσιάζει στους/στις μαθητές/-τριες βίντεο με σκοπό να επαληθεύσουν τα αποτελέσματα του πειράματος που υλοποίησαν, καθώς και να διαπιστώσουν σε τι μετατρέπονται οι αλκοόλες που οξειδώνονται.

4η Φάση

Εκτέλεση δραστηριότητας Δ

Οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν βίντεο με σκοπό να επαληθεύσουν τα αποτελέσματα του πειράματος που υλοποίησαν, καθώς και να διαπιστώσουν σε τι μετατρέπονται οι αλκοόλες που οξειδώνονται.

5 λεπτά

3^η διδακτική ώρα

1η Φάση

Εκτέλεση της Δραστηριότητας Α

1η Φάση Διερεύνησης**Φάση προσανατολισμού - Εμπλοκή με το πρόβλημα.**

Αρχικά γίνεται η γνωσιολογική προετοιμασία των μαθητών/-τριών και ο/η εκπαιδευτικός ανακαλεί προηγούμενες γνώσεις των μαθητών/-τριών σε σχέση με τη μελέτη των φασμάτων IR. Στη συνέχεια γνωστοποιεί το θέμα που οι μαθητές/-τριες καλούνται να διερευνήσουν και ζητά από τους/τις μαθητές/-τριες να εκτελέσουν τη Δραστηριότητα Α.

2η Φάση Διερεύνησης**Πρόβλεψη-Ερμηνεία επιστημονικής γνώσης**

Ο/Η εκπαιδευτικός ευτικός καθοδηγεί τους/τις μαθητές/-τριες να διερευνήσουν τα προς εξέταση πρόβλημα και τους παρέχει την ελάχιστη βοήθεια που χρειάζονται, ώστε να μπορούν να συνεχίσουν την εκτέλεση της δραστηριότητας.

3η Φάση Διερεύνησης**Επαλήθευση**

Ο/Η εκπαιδευτικός ζητά από τους/τις μαθητές/-τριες να επαληθεύσουν τις απαντήσεις τους σχετικά με την ταυτοποίηση των αλκοολών ή των καρβονυλικών ενώσεων με βάση τα IR φάσματά τους, με τη βοήθεια κατάλληλου πίνακα, όπου αναγράφονται οι κυριότερες συχνότητες έκτασης δεσμών και κάμψεων γωνιών.

4η Φάση Διερεύνησης

Οι μαθητές/-τριες παρακολουθούν βίντεο με σκοπό να ανακαλέσουν προηγούμενες γνώσεις σε σχέση με τη μελέτη των φασμάτων IR και ενημερώνονται για το θέμα που πρόκειται να διερευνήσουν. **10 λεπτά**

2η Φάση**Εκτέλεση της Δραστηριότητας Β**

Η εξερεύνηση του θέματος γίνεται ατομικά και ξεκινάει με τη μελέτη του κειμένου που συνοδεύει τα διαγράμματα φάσματος του κάθε προβλήματος. Ακολουθεί ομαδική εργασία, κατά την οποία οι μαθητές/-τριες συζητούν με την ομάδα τους και προτείνουν τρόπους ελέγχου των υποθέσεών τους. Τέλος καλούνται να καταλήξουν σε ένα συμπέρασμα και να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους. **15 λεπτά**

3η Φάση**Εκτέλεση δραστηριότητας Γ**

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές/-τριες με τη βοήθεια κατάλληλου πίνακα επαληθεύουν τις προβλέψεις τους σχετικά με την ταυτοποίηση των αλκοολών ή των καρβονυλικών ενώσεων (Δραστηριότητα Β), με βάση τα IR φάσματά τους (Διαγράμματα 1,2,3,4). **10 λεπτά**

4η Φάση**Εκτέλεση δραστηριότητας Δ**

Πιθανές απορίες των μαθητών/-τριών. Ανακεφαλαίωση της

Ανατροφοδότηση

Ο/Η εκπαιδευτικός συζητά με τις ομάδες, στην ολομέλεια, τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν στην αποτίμηση των χαρακτηριστικών κορυφών των προς εξέτασης φασμάτων IR. Λύνει πιθανές απορίες των μαθητών/-τριών και ανακεφαλαιώνει την ενότητα, δίνοντας οδηγίες για την ασύγχρονη συμπλήρωση του φύλλου αξιολόγησης ατομικά ή σε ομάδες των δύο ατόμων.

Οδηγίες για την ασύγχρονη συμπλήρωση του φύλλου αξιολόγησης ατομικά ή σε ομάδες των δύο ατόμων. **5 λεπτά**

5η Φάση Διερεύνησης**Ασύγχρονη εξ αποστάσεως δραστηριότητα****Εκτίμηση – Αξιολόγηση - Μεταγνώση**

Οι μαθητές/-τριες ατομικά ή σε ομάδες των δύο ατόμων συμπληρώνουν το φύλλο αξιολόγησης που είναι αναρτημένο στην ηλεκτρονική τάξη, π.χ. στην e-class, στο Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Στη περίπτωση που το διδακτικό σενάριο εφαρμοστεί στη Β' τάξη (πρώτες 2 διδακτικές ώρες), η ερώτηση 3 του φύλλου αξιολόγησης, που αναφέρεται στα φάσματα IR, παραλείπεται.

Ο/Η εκπαιδευτικός, αφού αξιολογήσει το φύλλο εργασίας, το επιστρέφει έχοντας γράψει για κάθε μαθητή/-τρια σαφή σχόλια ανατροφοδότησης.

5η Φάση**Εκτέλεση δραστηριότητας Ε**

Οι μαθητές/-τριες απαντούν στις ερωτήσεις του φύλλου αξιολόγησης, ώστε να διαπιστωθεί αν η διδασκαλία ήταν αποτελεσματική για αυτούς. Στη συνέχεια τα φύλλα αξιολόγησης επιστρέφονται συμπληρωμένα από τους/τις μαθητές/-τριες για αξιολόγηση, μέσω της πλατφόρμας, π.χ. της e-class.

Ασύγχρονη δραστηριότητα α
15 λεπτά

3.10.8. Πιθανές επεκτάσεις – Προσαρμογές σεναρίου

Για να επιταχυνθεί ο χρόνος υλοποίησης του σεναρίου, θα μπορεί η 1^η διδακτική ώρα να πραγματοποιηθεί ασύγχρονα, εξ αποστάσεως πριν από την υλοποίηση του διά ζώσης πειράματος.

Στη Β' Λυκείου το διδακτικό σενάριο ολοκληρώνεται στο τέλος της 2ης ώρας.

Στη Γ' Λυκείου το διδακτικό σενάριο ολοκληρώνεται στο τέλος της 3ης ώρας. Αν ο/η εκπαιδευτικός το κρίνει χρήσιμο, μπορεί να γίνει αυτόνομα μόνο η 3^η διδακτική ώρα, η οποία αξιοποιεί τα φάσματα IR.

3.10.9. Βιβλιογραφία

1. Atkins, P., De Paula, J., James, K., (2020). Atkins Φυσικοχημεία, (Κεφάλαια 11 και 12), Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο.

2. BouJaoude, S. and Barakat, H. (2000) *School Science Review*, 81, 91–98.
3. BSCS Science Learning. 2019. “BSCS 5E Instructional Model.” Retrieved from <https://bscs.org/bscs-5e-instructional-model/>
4. Bybee, R. W. 2009. *The BSCS 5E Instructional Model and 21st Century Skills*. Colorado Springs, CO: BSCS.
5. Chitman-Booker, L., and Kopp, K. 2013. *The 5Es of Inquiry-Based Science*. Teacher Created Materials.
6. Courts, B., & Tucker, J. (2012). Using Technology To Create A Dynamic Classroom Experience. *Journal of College Teaching & Learning (TLC)*, 9(2), 121-128. <https://doi.org/10.19030/tlc.v9i2.6907>
7. Flick, L., & Lederman, N. (2006). *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Kluwer Academic Publishers
8. Harriss Fr., Ferguson J. (1996) *Chemistry*. Longman.
9. Huddle, P. A. and Pillay, A. E. (1996). *Journal of Research in science teaching*, 33, 65-77.
10. Mayer, R. (2003). The promise of multimedia learning: Using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13, 125-140.
11. Nobaew, B. (2020) *The Comparative Study of Multimedia Technological Applications Enhancing Active Self-learning in Online Course*, ECTI-CIT, vol. 14, no. 1, pp. 20-29.
12. Λιοδάκης Σ., Γάκης Δ., Θεοδωρόπουλος Δ., Χημεία για τη Β΄ Λυκείου, ΙΤΥΕ Διόφαντος
13. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2011), Βασικό επιμορφωτικό Υλικό, Τόμος Α: Γενικό μέρος, *Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών*, Αθήνα.

3.10.10. Φύλλο Εργασίας

1^η διδακτική ώρα

ΠΡΩΤΟΤΑΓΕΙΣ – ΔΕΥΤΕΡΟΤΑΓΕΙΣ – ΤΡΙΤΟΤΑΓΕΙΣ ΑΛΚΟΟΛΕΣ

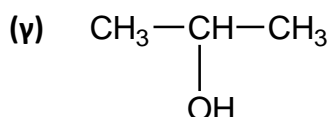
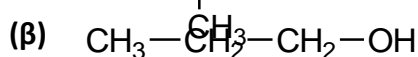
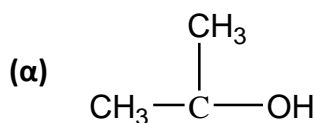
Οι κορεσμένες μονοσθενές αλκοόλες διακρίνονται σε πρωτοταγείς, δευτεροταγείς και τριτοταγείς, ανάλογα με το είδος του άνθρακα στον οποίο είναι συνδεδεμένη η χαρακτηριστική ομάδα –OH.



Δραστηριότητα Α (Ατομική εργασία)

➤ Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις παρακάτω αλκοόλες ως πρωτοταγή, δευτεροταγή ή τριτοταγή.

(α) (β) (γ)



Δραστηριότητα Β (Ομαδική εργασία)

➤ Μεταβείτε στη διαδραστική πολυμεσική εφαρμογή με τίτλο «ΠΡΩΤΟΤΑΓΕΙΣ, ΔΕΥΤΕΡΟΤΑΓΕΙΣ, ΤΡΙΤΟΤΑΓΕΙΣ ΑΛΚΟΟΛΕΣ» ώστε να περιστρέψετε και να παρατηρήσετε τις τρισδιάστατες δομές αλκοολών.

<http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/10789>

Συμπέρασμα: Συμπληρώστε τις παρακάτω προτάσεις:

- Στην **πρωτοταγή αλκοόλη**, ο άνθρακας που είναι ενωμένος με το υδροξύλιο συνδέεται με
- Στη **δευτεροταγή αλκοόλη**, ο άνθρακας που είναι ενωμένος με το υδροξύλιο συνδέεται με
- Στην **τριτοταγή αλκοόλη**, ο άνθρακας που είναι ενωμένος με το υδροξύλιο συνδέεται με

➤ Ήταν η **πρόβλεψή** σας σωστή; Εάν όχι, παρατηρήστε πιο προσεκτικά τις τρισδιάστατες απεικονίσεις της εφαρμογής.

Δραστηριότητα Γ

➤ **Αξιολογήστε** τις γνώσεις που αποκτήσατε συμπληρώνοντας την άσκηση της παραπάνω εφαρμογής κάνοντας κλικ στο κουμπί «Ερωτήσεις».

2^η διδακτική ώρα**ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΑΛΚΟΟΛΩΝ****Δραστηριότητα Α - Εμπλοκή με το πρόβλημα**

Ίσως γνωρίζετε ότι το οινόπνευμα που περιέχεται στο κρασί μετατρέπεται σε ξίδι με την επίδραση ενζύμων με μια διαδικασία που ονομάζεται *οξική ζύμωση*. Αυτό που συμβαίνει είναι μία αντίδραση οξείδωσης της αιθανόλης. Στο εργαστήριο μπορούν να οξειδωθούν οι αλκοόλες με ειδικά

οξειδωτικά αντιδραστήρια.

Το ερώτημα που θα πρέπει να εξετάσετε είναι το εξής:

Ποιες από τις αλκοόλες αιθανόλη, 1-προπανόλη και 2-προπανόλη οξειδώνονται;

Δραστηριότητα Β - Εξερεύνηση**1) Ατομική εργασία**

Να προβλέψετε τη σωστή απάντηση:

Από τις κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες που έχετε στη διάθεσή σας οξειδώνονται:

- α) μόνο η αιθανόλη
- β) μόνο η 1-προπανόλη
- γ) μόνο η 2-προπανόλη
- δ) όλες

2) Ομαδική εργασία

Διαθέτετε τα παρακάτω όργανα και αντιδραστήρια:

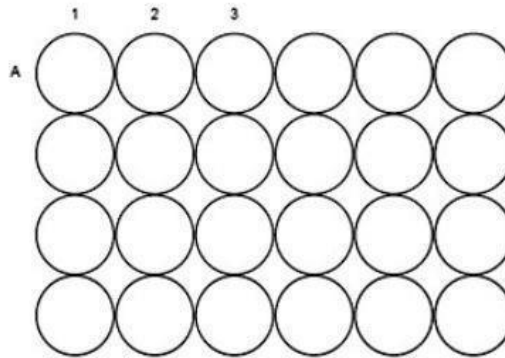
κυψελωτό δοχείο μικροκλίμακας με κοιλότητες,
δοκιμαστικό σωλήνα, σταγονόμετρο, αιθανόλη,
2-προπανόλη, μέθυλο-2-προπανόλη, π. H_2SO_4 ,
 KMnO_4 0,005M

1. Σε έναν δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετήστε 2 mL διαλύματος KMnO_4 0,005M και 1 mL H_2SO_4 2M.

ΠΡΟΣΟΧΗ

Το H_2SO_4 2M είναι ισχυρά διαβρωτικό και θα προστεθεί από τον/την καθηγητή/-τρια.

2. Προσθέστε 2 σταγόνες του οξινισμένου διαλύματος KMnO_4 σε καθεμία από τις κοιλότητες A1, A2, A3 του κυψελωτού δοχείου μικροκλίμακας (βλ. σχήμα παρακάτω).



3. Μπορείτε να περιγράψετε πώς θα συνεχίσετε το πείραμα για να διαπιστώσετε αν οι αλκοόλες που διαθέτετε οξειδώνονται;

4. Μετά από συζήτηση με τον/την καθηγητή/-τρια δοκιμάστε αυτό που προτείνατε ή αλλάξτε σχεδιασμό με βάση τις παρατηρήσεις που σας έγιναν.

Συμπέρασμα

Από τις κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες, οξειδώνονται οι

.....

Δραστηριότητα Γ - Εξήγηση:

1. Πώς οδηγηθήκατε στο παραπάνω συμπέρασμα;

.....

.....

.....

2. Επαληθεύθηκε η αρχική σας πρόβλεψη;

Δραστηριότητα Δ - Εκτενέστερη επεξεργασία

- Μεταβείτε στον παρακάτω σύνδεσμο για να επαληθεύσετε τα αποτελέσματα του πειράματος που υλοποιήσατε καθώς και να διαπιστώσετε σε τι μετατρέπονται οι αλκοόλες που οξειδώνονται.

<https://www.youtube.com/watch?v=TFA9ePJWdvY>

3^η διδακτική ώρα**ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΑΛΚΟΟΛΩΝ-ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ IR****Δραστηριότητα Α - Φάση προσανατολισμού - Εμπλοκή με το πρόβλημα**

Δείτε το παρακάτω βίντεο έχοντας μπροστά σας τον πίνακα 1, όπου αναγράφονται οι κυριότερες συχνότητες δονήσεων χαρακτηριστικών δεσμών.

https://www.youtube.com/watch?v=moXfN27Ldqs&ab_channel=MrMurray-GreenChemistryTutorials

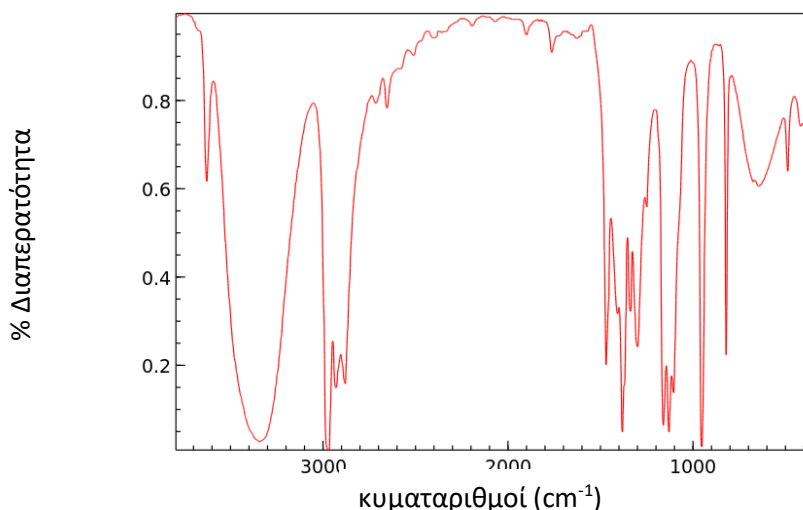
Πίνακας 1: Κυριότερες συχνότητες έκτασης δεσμών και κάμψεων γωνιών.

Κυματάρια (cm ⁻¹)	Κατηγορία οργανικής ένωσης	Είδος δόνησης
3700 - 3600	αλκοόλες και φαινόλες	έκταση O-H, άνευ ανάπτυξης δεσμών υδρογόνου
3600 - 3200	αλκοόλες και φαινόλες	έκταση O-H, λόγω ανάπτυξης δεσμών υδρογόνου
3000 - 2500	αλκοόλες και φαινόλες	έκταση O-H του -COOH, λόγω ανάπτυξης δεσμών υδρογόνου
2900 - 2700	αλδεΐδες	έκταση C-H
≈ 2250	νιτρίλια	έκταση C≡N
1750 - 1740	εστέρες	έκταση C=O
1740 - 1720	αλδεΐδες	έκταση C=O
1725 - 1705	κετόνες	έκταση C=O
1485 - 1340	αλκάνια	κάμψεις γωνιών C-H
1140 - 1090	2° και 3° αλκοόλες	έκταση C-O
1060 - 1025	1° αλκοόλες	έκταση C-O

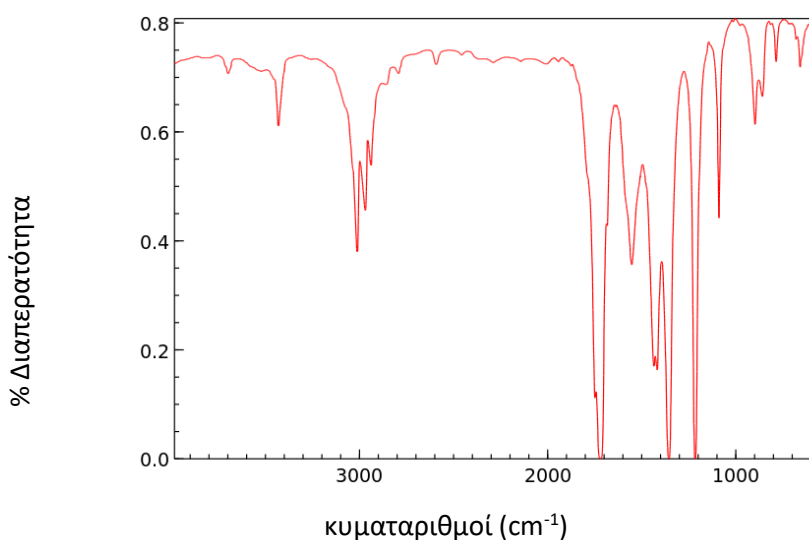
Δραστηριότητα Β - Πρόβλεψη-Ερμηνεία επιστημονικής γνώσης

Ομαδική εργασία

1) Να μελετήσετε τα παρακάτω φάσματα IR (Διαγράμματα 1 και 2) δύο οργανικών ενώσεων Α και Β που ανήκουν σε διαφορετικές κατηγορίες οργανικών ενώσεων. Το ένα φασματικό διάγραμμα αποδίδεται στην αλκοόλη (Α) και το άλλο στην κετόνη (Β).



Διάγραμμα 1



Διάγραμμα 2

Οι αλκοόλες αναγνωρίζονται εύκολα από μία ευρεία και ισχυρή απορρόφηση στα $3700\text{-}3600\text{ cm}^{-1}$. Επίσης, παρουσιάζουν απορροφήσεις που αποδίδονται στους δεσμούς υδρογόνου, στην περιοχή $3600\text{-}3200\text{ cm}^{-1}$. Η χαρακτηριστική απορρόφηση της καρβonyλικής ομάδας εμφανίζεται στην περιοχή $1580\text{-}1900\text{ cm}^{-1}$. Για τις περισσότερες αλδεΐδες, κετόνες και καρβονικά οξέα η απορρόφηση βρίσκεται κοντά στα 1700 cm^{-1} .

Με βάση τις παραπάνω πληροφορίες, αν γνωρίζετε ότι η καρβonyλική ένωση (Β) είναι η ακετόνη (προπανόνη) και ότι το προϊόν οξείδωσης της (Α) είναι η (Β), να προσδιορίσετε:

- τον συντακτικό τύπο της ένωσης (Α)
- σε ποια ένωση αντιστοιχεί το κάθε φάσμα IR των διαγραμμάτων 1 και 2.

2) Να μελετήσετε με βάση τις πληροφορίες του πίνακα 1 τα παρακάτω φάσματα IR (Διαγράμματα 3 και 4) που αντιστοιχούν σε δύο ισομερείς κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες Γ και Δ.

Δίνεται η επιπλέον πληροφορία ότι οι αλκοόλες παρουσιάζουν και ισχυρές ταινίες απορρόφησης που αποδίδονται στις δονήσεις έκτασης δεσμού C—O, ανάλογα με την υποκατάσταση:

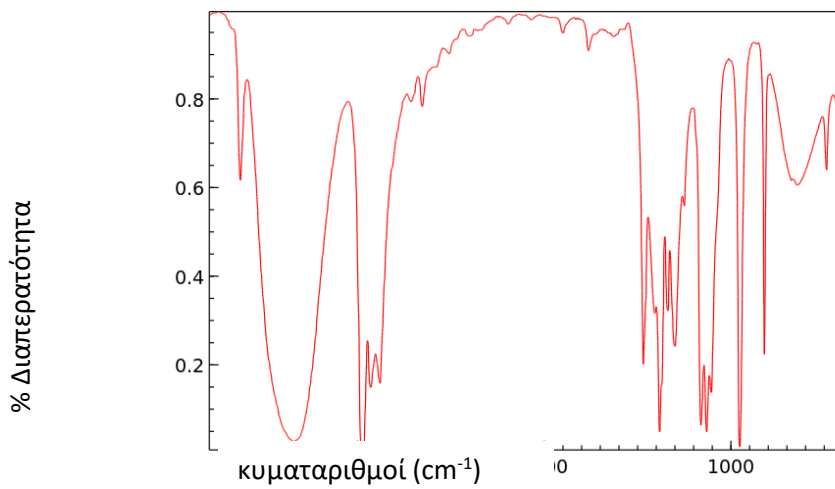
(α) πρωτοταγείς αλκοόλες: $1060-1025\text{ cm}^{-1}$.

(β) δευτεροταγείς αλκοόλες: $1140-1090\text{ cm}^{-1}$.

Αν γνωρίζετε ότι με την οξείδωση της αλκοόλης Γ προκύπτει προπανικό οξύ, να προσδιορίσετε:

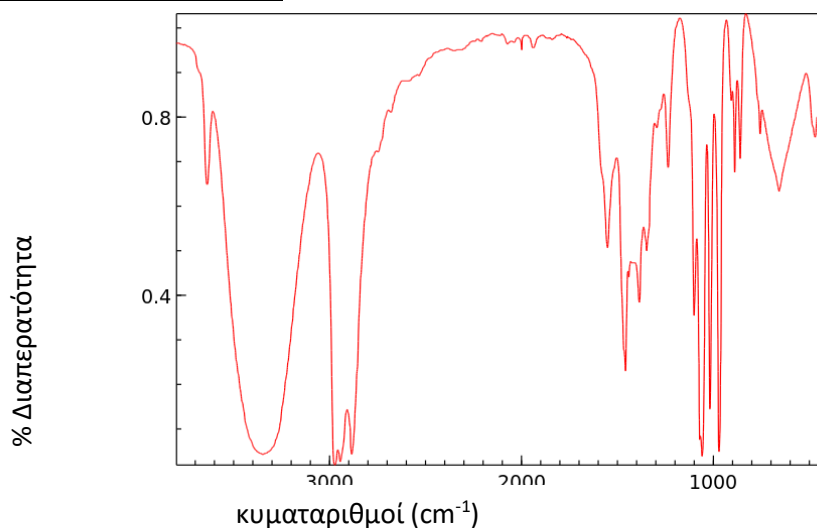
α. τον συντακτικό τύπο της αλκοόλης Δ.

β. σε ποια ένωση αντιστοιχεί το κάθε φάσμα IR των διαγραμμάτων 3 και 4.



Διάγραμμα 3

Δραστηριότητα Γ – Επαλήθευση



Διάγραμμα 4

Ομαδική εργασία

Με τη βοήθεια του πίνακα 1 όπου αναγράφονται οι κυριότερες συχνότητες έκτασης δεσμών και κάμψεων γωνιών να επαληθεύσετε τις απαντήσεις σας στην παραπάνω δραστηριότητα Β, που αφορά την ταυτοποίηση των αλκοολών ή των καρβονυλικών ενώσεων (Διαγράμματα 1,2,3,4) με βάση τα IR φάσματά τους.

Δραστηριότητα Δ - Ανατροφοδότηση**Ομαδική εργασία**

Ήταν οι προβλέψεις σας σωστές; Ποιες δυσκολίες αντιμετωπίσατε στην αποτίμηση των χαρακτηριστικών κορυφών των προς εξέταση φασμάτων;

- Μετά από συζήτηση με τον/την καθηγητή/-ριά και τις άλλες ομάδες στην ολομέλεια της τάξης, διορθώστε τις λανθασμένες προβλέψεις σας.

3.10.11. Φύλλο αξιολόγησης

**Πρωτοταγείς, Δευτεροταγείς, Τριτοταγείς αλκοόλες
Οξειδωση αλκοολών σε μικροκλίμακα**

Ταυτοποιήσεις αλκοολών και καρβονυλικών ενώσεων με τη χρήση φασμάτων IR
(Ενδεικτικός χρόνος συμπλήρωσης του φύλλου περίπου 15 λεπτά)

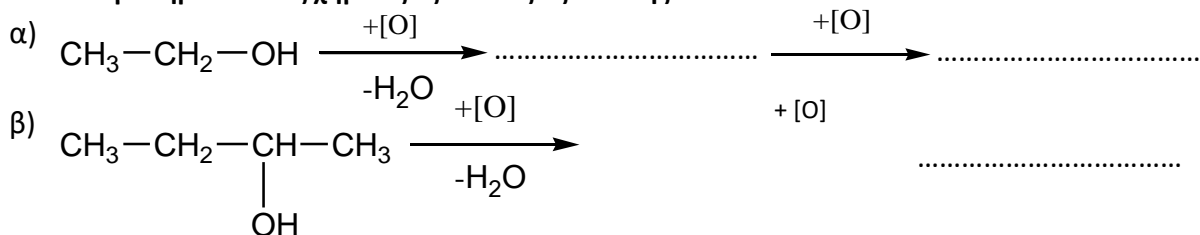
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

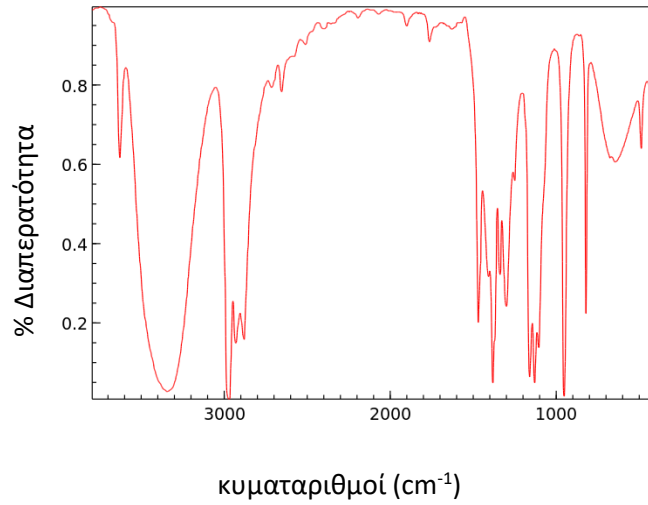
ΤΑΞΗ/ΤΜΗΜΑ:

1. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ):

- α) Ημεθυλο-2-προπανόλη οξειδώνεται προς βουτανικό οξύ.
β) Η 2-προπανόλη οξειδώνεται προς ακετόνη.
γ) Η 1-προπανόλη οξειδώνεται προς ακετόνη.
δ) Η αιθανόλη οξειδώνεται προς οξικό οξύ (αιθανικό οξύ).

2. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις οξείδωσης:

3. Μια ένωση (E) μπορεί να είναι είτε η ακετόνη (προπανόνη) είτε η 2-προπανόλη και έχει το ακόλουθο φάσμα IR (Διαγράμμα 5). Αξιοποιώντας τον πίνακα 1, να ταυτοποιήσετε την ένωση E και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



.....

.....

.....

Βιβλιογραφία και δικτυογραφία

4.1. Βιβλιογραφία για τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

- Anderson, D.R. (2002). Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Assessment and Reporting Authority (ACARA). (2020). *The Australian Curriculum* [Download | The Australian Curriculum](#) (προσπελάστηκε στις 7/3/2021).
- Bandura, A., Ross, D. & Ross, S. A. (1961). Transmmission of aggression through imitation of aggressive models. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 63, 575-582.
- Bennett, J., Dunlop, L., Knox, K. J., and Whitehouse, M. (2017), *The assessment of chemistry subject knowledge in secondary education: a critical evaluation of the literature: Final report to the Royal Society of Chemistry, April 2017*. York: Department of Education, University of York.
- Bigge, M. L. (1990). Θεωρίες μάθησης για εκπαιδευτικούς. Αθήνα: Εκδ. Πατάκης.
- Caple, R. B. (1978). The Sequential Stages of Group Development. *Small Group Behavior*, 9(4), 470-76.
- College Board (Ed.). (2019). *AP Chemistry Course and Exam Description*. College Board.
- Curriculum Planning and Development Division, Ministry of Education Singapore. (2020). *SCIENCE SYLLABUSES Lower Secondary Express Course- Normal (Academic) Course* <https://www.moe.gov.sg/-/media/files/secondary/syllabuses/science/2021-science-syllabus-lower-secondary.pdf?la=en&hash=5A2FDABB63C929FF42F96A0EC63BDCA8710B8AF1> (προσπελάστηκε στις 7/3/2021).
- Driver, R. (1994), "Planning and Teaching a Chemistry Topic from Constructivist Perspective", Proceedings of "The Content of Science: A Constructivist Approach to its Teaching and Learning", in Fensham, Gunstone and White (Eds.).
- Driver, R., (1989), The Construction of Scientific Knowledge in School Classrooms, in Millar, R. (ed.), *Doing Science: Images of Science in Science Education*, Falmer Press, Lewes.
- Farah, N., Ayoubi, Z. (2020). Enhancing the Critical Thinking Skills of Grade 8 Chemistry Students Using an Inquiry and Reflection Teaching Method, *Journal of Education in Science, Environment and Health*, v6 n3 p207-219.
- Friesen, S., & Scott, D. (2013). Inquiry-Based Learning: A Review of the Research Literature. Paper for the Alberta Ministry of Education (Canada). Ανακτήθηκε από <https://galileo.org/focus-on-inquiry/lit-review.pdf>.
- Goeltz, C., Cuevas, A. (2021). Guided Inquiry Activity for Teaching Titration through Total Titratable Acidity in a General Chemistry Laboratory Course, *Journal of Chemical Education*, v98 n3 p882-887.
- Harlen, W. (2013). Inquiry-based learning in science and mathematics. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 7(2), 9-33.
- Herron J. D., Nurrenbern S. C. (1996) *Chemical Education Research: Improving Chemistry Learning*, *Journal of Chemical Education* Vol. 76, No. 10.
- IBO (Ed.). (2016). *Chemistry Guide*. International Baccalaureate Organization, Peterson House.
- Καλκάνης, Γ. Θ. και συν. (2013). *Η Φυσική με Πειράματα – Α΄ Γυμνασίου*. ΙΤΥΕ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ».
- Καλκάνης Γ.Θ., (2007) *Εκπαιδευτική Φυσική Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες*. Αθήνα: Αυτοέκδοση.
- Καργόπουλος Α. Γιαννακουδάκης Π., (2018) *Η επιρροή του κονστρουκτιβισμού στην αντίληψη των μαθητών για το φυσικό κόσμο, Χημικά Χρονικά, τόμος 80 τεύχος 5, σελ. 6-9.*
- Κασσωτάκης, Μ. & Φλουρής, Γ. (2003). *Μάθηση και διδασκαλία*. Αθήνα: Αυτοέκδοση. (1η έκδοση 1981)

- Koulaidis, V. and Ogborn, J. (1995), Science teachers' philosophical assumptions: how well do we understand them? *International Journal of Science Education*, 17 (3), 273-283.
- Mao, S-L., Chang, C-Y., & Barufaldi, P.J. (1988). Inquiry Teaching and Its Effects on Secondary-School Students' Learning of Earth Science Concepts. *Journal of Geoscience Education*, 46(4), pp. 363-367.
- Maslow, A.H. (1943). A theory of human motivation, *Psychological Review*, 50, 370-396.
- Ματσαγγούρας Η. (2011). Η Καινοτομία των Ερευνητικών Εργασιών στο Γενικό Λύκειο. ΥΠΔΒΜΘ.
- Ματσαγγούρας Η. (2008) Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και μάθηση, εκδ. Γρηγόρη, Αθήνα
- Ματσαγγούρας, Η. (2000a) Η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία: «Γιατί», «Πώς», «Πότε» και «για Ποιους». Παρουσίαση στο διήμερο Επιστημονικό Συμπόσιο: "Η εφαρμογή της ομαδοκεντρικής διδασκαλίας-Τάσεις και εφαρμογές. Θεσσαλονίκη, 8-9 Δεκεμβρίου 2000
- Ματσαγγούρας, Η. (2000b). Στρατηγικές διδασκαλίας. Η κριτική σκέψη στην πράξη (Εκδ. 5η). Gutenberg, Αθήνα.
- Matthews, M.R., (1993), Constructivism and Science Education: Some Epistemological problems, *Journal of Science Education and Technology* 2(1), 359-370
- Matthews, M.R., (1997a), Introductory Comments on Philosophy and Constructivism in Science Education, *Science & Education* 6, 5-14.
- Matthews, M.R., (1997b), Problems with Piagetian Constructivism, *Science & Education* 6, 105-119.
- Matthews, M.R., (2000), Appraising constructivism in science and mathematics education. In Phillips, D.C. (Eds.), *Constructivism in Education: Opinions and Second Opinions on Controversial Issues*, Chicago: National Society for the Study of Education, 161-192.
- Millar, R. & Driver, R., (1987), Beyond Processes, *Studies in Science Education* 14, 33-62.
- NSW Education Standards Authority (NESA). (2017). *NSW Syllabus for the Australian curriculum*. [NSW curriculum and syllabuses | NSW Education Standards](#) (προσπελάστηκε στις 7/3/2021).
- Ogborn, J. (1997), Constructivist Metaphors of Learning Science, *Science & Education*, 6, 121-133.
- Osborne J., (1996), Beyond Constructivism. *Science Education*, 80 (1), 53-82.
- Osborne, R. & Fryberg, P. (1985), *Learning in Science: The implications of children's Science*, Heinemann, London.
- Pathway (2012). Διερευνητικές ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ στη Διδασκαλία των Επιστημών. Οδηγός Καθηγητή. Ανακτήθηκε από: <http://www.pi-schools.gr/programs/pathway/index.php?ep=5>.
- Ραγιαδάκος, Χ. (2011). PATHWAY - Βασικά Χαρακτηριστικά της διερευνητικής μεθόδου στη Μάθηση και τη διδασκαλία. Π.Ι. Ανακτήθηκε από: <http://www.pi-schools.gr/programs/pathway/index.php?ep=5>
- Royal Society of Chemistry. (2020). The elements of a successful chemistry curriculum: Our vision for 11-19 chemistry education, [chemistry-curriculum-brochure.pdf \(rsc.org\)](#) (προσπελάστηκε στις 7/3/2021)
- Salinitri, G., Palazzolo, S, Nahaiciuc, R., Iacobelli, E., Yuanrong, L., & Zhou, G. (2018). Analysis of Canadian Inquiry-based Science Teaching Practices and its Implications for Reciprocal Learning. *Universal Journal of Educational Research*, 6(10), pp. 2280-2293.
- Scerri, E., (2003), Philosophical confusion in chemical education. *J Chem Educ* 80:468-474.
- Schola Europaea. (2019). *Chemistry Syllabus S4-S5*. Schola Europaea.
- Sen, S., Oskay, O. (2017). The Effects of 5E Inquiry Learning Activities on Achievement and Attitude toward Chemistry, *Journal of Education and Learning*, v6 n1 p1-9.
- Solomon J., (1994), The Rise and Fall of Constructivism. *Studies in Science Education* 23, 1-19.

- Yager, E.R. & AcKay, H. (2010). The Advantages of an Inquiry Approach for Science Instruction in Middle Grades. *School Science and Mathematics* 110(1), 5-12.
- Φλουρής, Γ. (1984). Η αρχιτεκτονική της διδασκαλίας και η διαδικασία της μάθησης. Αθήνα: Εκδ. Γρηγόρη.
- Χαλκιά, Κ. (2010). Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις, Α' τόμος. (Εκδ. 1η). Πατάκης, Αθήνα.
- Victor, E., Kellough, R. D. & Tai R. H. (2008). *Science K-8: An Integrated Approach* (11th Edition). Pearson.
- Vygotsky, L.S., (1978), *Mind in society: The development of higher psychological processes*, Cole, John-Steiner, Scribner & Souberman (eds.), Harvard University Press, Cambridge, MA.

Βιβλιογραφία για την αξιολόγηση του μαθητή

- Αποστολόπουλος, Κ., (2021). Κριτική... Εισήγηση με θέμα «Οι ικανότητες που αξιολογεί το διεθνές πρόγραμμα PISA σε Μαθηματικά και Φυσικές Επιστήμες». Εισήγηση στην ημερίδα «Καλλιέργεια & Αξιολόγηση Δεξιοτήτων στο Σύγχρονο Σχολείο» που διοργάνωσε η Ελληνικής Εταιρείας Εκπαιδευτικής Αξιολόγησης και το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, στις 13 Μαρτίου 2021, στην Αθήνα.
- Αποστολόπουλος, Κ., (2017). Κριτική του συστήματος αξιολόγησης του μαθητή. Προτάσεις για τη δόμηση ενός συστήματος ευθυγραμμισμένου με τους σύγχρονους σκοπούς της εκπαίδευσης. *Έρκυνα - Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών-Επιστημονικών Θεμάτων*, τ.13, σ. 203-219.
- Attewell, (1990). What is skills? *Work and Occupations*, 17(4), 422-448.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B. & Wiliam, D. (2003). *Assessment for learning: Putting it into practice*. England: Open University Press.
- Black, P. & Wiliam, D. (1998). Inside the Black Box: Raising Standards Through Classroom Assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2) pp. 139-148.
- Cedefop (2008). *Terminology of European education and training policy. A selection of 100 key terms*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2008.
- Cedefop (2014). *Terminology of european education and training policy. 2nd edition: A selection of 130 key terms*. Luxembourg: Publications office of the european union.
- Council of Europe, (2018α). Reference framework of competences for a democratic culture. Vol. 1. Context, concepts and model. Council of Europe Publishing, F-67075 Strasbourg Cedex
- Council of Europe (2018β). *Reference Framework of Competences for Democratic Culture Vol 2 (Descriptors of competences for democratic culture. France: Council of Europe Publishing*
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2016). *Σύσταση για το ευρωπαϊκό πλαίσιο επαγγελματικών προσόντων για τη διά βίου μάθηση και για την κατάρτιση της σύστασης*. Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/DOC/?uri=CELEX:52016DC0383&from=EN>
- Faultey, M. & Savage, J. (2008). *Assessment for learning and teaching in secondary schools*. Exeter: Learning Matters.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112.
- Κασιμάτη, Α. (2020) Η καλλιέργεια μεταγνώσης ως το ανώτερο επίπεδο γνωστικής συνθετότητας. *ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ*, 5, 58-76. (Ελληνική Εταιρεία Εκπαιδευτικής Αξιολόγησης).
- Κασσωτάκης, Μ. (2021). Προσπάθειες Εφαρμογής Καινοτομιών στην Ελληνική Εκπαίδευση κατά την Περίοδο 1980-2020: Κατάθεση Ιστορικών Στοιχείων, Βιωμάτων και Εμπειριών. Εκδόσεις Γρηγόρη.

- Κασσωτάκης, Μ. (2013). *Η αξιολόγηση της επίδοσης των μαθητών: Θεωρητικές προσεγγίσεις & πρακτικές εφαρμογές*. Αθήνα: Εκδ. Γρηγόρη.
- Κασσωτάκης, Μ. κ.ά. (1998). *Η αξιολόγηση των μαθητών στο Λύκειο. Γενικές οδηγίες και στοιχεία μεθοδολογίας*. Αθήνα: Κ.Ε.Ε.
- Νίκα Μ., Βεκρής, Ε., Γκλιάου-Χριστοδούλου, Ν., Δάντη, Α. Ιωάννου, Σ., Κότσιρα, Α., Οικονόμου, Α., Παπαδημητρίου, Ε., Παπασταυρινίδου, Γ., Σοφού, Ε., Στράντζαλος, Α., Τσάφος, Β., Τσιαγκάνη, Θ. (2017) *Οδηγός Εκπαιδευτικού για την Περιγραφική Αξιολόγηση στο Γυμνάσιο. Τεύχος Α΄: Περιγραφική Αξιολόγηση: Θεωρητικό Πλαίσιο και Μεθοδολογία*. Ι.Ε.Π.. ΥΠΑΙΘ, Αθήνα. Διαθέσιμο στο <http://iep.edu.gr/el/deltia-typou-genika/odigos-ekpaideftikoy-gia-tin-perigrafiki-aksiologisi-sto-gymnasio>
- OECD (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. PISA, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en>.
- OECD (2018). *PREPARING OUR YOUTH FOR AN INCLUSIVE AND SUSTAINABLE WORLD: The OECD PISA global competence framework*.
- OECD (2019), *Skills Matter: Additional Results from the Survey of Adult Skills, OECD Skills Studies, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/1f029d8f-en>*.
- Oosterhof, A. (2010). *Εκπαιδευτική αξιολόγηση*. Αθήνα: Εκδ. Ιων.
- Πετροπούλου, Ο., Κασσιμάτη, Α. & Ρετάλης, Σ. (2015). *Σύγχρονες Μορφές Εκπαιδευτικής Αξιολόγησης Με Αξιοποίηση Εκπαιδευτικών Τεχνολογιών*. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα: www.kallipos.gr.
- Πρόγραμμα Σπουδών Χημείας Κύπρου. (2019). *Αναθεωρημένοι Δείκτες Επιτυχίας – Επάρκειας Γυμνάσιο – Λύκειο* http://www.moec.gov.cy/analytika_programmata/programmata_spoudon.html (προσπελάστηκε στις 7/3/2021).
- Rodriguez, M.C. (2004). "The Role of Classroom Assessment in Student Performance on TIMSS." *Applied Measurement in Education*. 17(1), pp. 1-24.
- Rychen, D.S. & Salganik L.H. (eds.) (2003), *Key competencies for a successful life and a well-functioning society*. Key DeSeCo publications
- Sebba, J., Crick, R.D., Yu, G., Lawson, H., Harlen, W. & Durant, K. (2008). *Systematic review of research evidence of the impact on students in secondary schools of self and peer assessment: Technical Report*. London: SSRU. Διαθέσιμο στο (προσπέλαση 15/02/2021): <https://eppi.ioe.ac.uk/cms/Portals/0/PDF%20reviews%20and%20summaries/Self%20Assessment%20TRWEB.pdf?ver=2009-02-27-111414-863>
- UNESCO (1999). *Εκπαίδευση. Ο θησαυρός που κρύβει μέσα της*. Αθήνα: Gutenberg.

Βιβλιογραφία για τη φυσιογνωμία των ΠΣ της Χημείας και τον σχολικό χρόνο

- Αλαχιώτης, Σ. (2000). *Εισαγωγή στις Συμπληρωματικές Οδηγίες για τη διδασκαλία των μαθημάτων στο Δημοτικό σχολείο. Σχολικό έτος 2000-2001*. Αθήνα: Υπ.Ε.Π.Θ. - Π.Ι., Ο.Ε.Δ.Β.
- Αλαχιώτης, Σ., & Καρατζιά, Ε. κ.ά. (2003). *Συνοπτική παρουσίαση της οργάνωσης του σχολικού χρόνου στην υποχρεωτική εκπαίδευση σε χώρες της Ευρώπης, στην Αυστραλία, τον Καναδά, τις Η.Π.Α., την Ιαπωνία και την Ν. Ζηλανδία*. <http://www.pi-schools.gr/download/programs/erevnes>.
- Βιτσιλάκη-Σορωνιάτη, Χ. (2002). *Χρόνος και Μάθηση: μια θεμελιώδης σχέση για την εκπαιδευτική διαδικασία*. Επιστημονική Επετηρίδα του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανελλήνιο Συνέδριο Σχολική Γνώση και Διδασκαλία στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, Α΄ τόμος, Ιωάννινα.

- Hargreaves, A. et al. (1997). *Racing with the clock*. New York: Teacher College Press.
- Husti, A. (1992). Del tiempo escolar uniforme a la planificación movil del tiempo. *Revista de Educacion*, 298, 271-305.
- Κορωναίου, Α. (1998). Η αναγκαιότητα της αναδιάρθρωσης του σχολικού χρόνου στη σημερινή εποχή. *Virtual School, The sciences of Education Online*, 1 (2), Αύγουστος 1998. <http://www.auth.gr/virtualschool/1.2/TheoryResearch/CongressKoronaίου.html>.
- Σοφού, Ε. (2002). Αιχμάλωτοι του χρόνου: Η αναγκαιότητα της ευέλικτης χρήσης του χρόνου στη σύγχρονη εκπαίδευση. *Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων*, 6, 223-238.
- Σταμέλος, Γ. (επιμ.) (2002). *Το Ελληνικό Εκπαιδευτικό Σύστημα*. Αθήνα: Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας.
- Χριστόπουλος, Π. (2004). *Το Αναλυτικό Πρόγραμμα, το βιβλίο και το φροντιστήριο*. Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου Μαθηματικής Εταιρείας, Τρίκαλα 19-20-21 Νοεμβρίου 2004, Ελληνική Μαθηματική Εταιρεία, Αθήνα.
- Υπ.Ε.Π.Θ. - Π.Ι., (2003) Φ.Ε.Κ. τ. Α' 303/13-03-03 Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών, Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης.

Βιβλιογραφία για τη φυσιогνωμία των ΠΣ των Φ.Ε.

- American Association for the Advancement of Science (1989). *Project 2061: Science for all Americans*. AAAS, Washington, DC.
- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for Science Literacy*, Oxford Press, New York.
- American Association for the Advancement of Science (2003). *Blue prints for reform*. Ανακτήθηκε στις 27-11-20, από <https://www.aaas.org/programs/project-2061>.
- American Chemical Society (2000). *Chemistry in Context: applying chemistry to society*. Boston: McGraw-Hill
- Αποστολόπουλος, Κ. (2018). Κριτική του συστήματος αξιολόγησης του μαθητή. Προτάσεις για τη δόμηση ενός συστήματος ευθυγραμμισμένου με τους σύγχρονους σκοπούς της εκπαίδευσης. *Έρκυνα, Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών - Επιστημονικών Θεμάτων*, Τεύχος 13ο, 203-219.
- Assessment Reform Group (2002). *Testing, Motivation and Learning*. University of Cambridge. Ανακτήθηκε στις 27-11-20, από <https://assessmentreformgroup.files.wordpress.com/2012/01/tml.pdf>.
- Black, P. & Wiliam, D. (1998). Inside the Black Box: Raising Standards Through Classroom Assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2), pp. 139-148.
- Boilevin, J-M. (2005), Enseigner la physique par situation problème ou par problème ouvert, *ASTER*, 40, 13-37.
- Γεωργιάδου, Καφετζόπουλος, Προβής, Χησιάδης, & Σπυρέλλης (1996). *Νεότερες τάσεις στη διαμόρφωση Αναλυτικών Προγραμμάτων και Διδακτικών Βιβλίων Χημείας*. 17ο Πανελλήνιο Συνέδριο Χημείας με θέμα «: Χημεία στο κατώφλι του 21ου αιώνα», Πάτρα.
- Finnish National Board of Education 2003 (2004). *National Core Curriculum for Upper Secondary Schools*, ISBN 952-13-1972-0.
- Johnstone, A.H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705.
- Jenkins, E.W. (2000). 'Science for all': time for a paradigm shift? In: Millar R., Leach J., Osborne J. (eds.) *Improving science education: the contribution of research*. Open University Press, Buckingham.
- Ιωαννίδου – Κουτσελίνη, Μ. (2001). *Ανάπτυξη Προγραμμάτων-Θεωρία-Έρευνα- Πράξη*. Λευκωσία,

- αυτοέκδοση.
- Ιωαννίδου – Κουτσελίνη, Μ. (2013). *Αναλυτικά Προγράμματα και Διδασκαλία*. Αθήνα: Πεδίο.
- Κόκκοτας, Π. (1998), Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, 2η έκδοση, Αθήνα.
- Μαυρόπουλος, Μ. Σ. (1997), Διδάσκω Χημεία, Εκδόσεις Σαββάλας, Αθήνα.
- Millar, R. & Osborne, J. (Eds.) (1998). *Beyond 2000: science education for the future*. London. King's College, London.
- Millar, R., (1996), Towards a science curriculum for public understanding. *Sch Sci Rev*, Mar 1996, 77 (280), 7-18.
- National Research Council (1996), *National Science Education Standards*. National Academy Press, Washington DC.
- Ogborn, J. & Κουλαϊδής, Β. (1994). Αρχές κατασκευής αναλυτικών προγραμμάτων για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών: μια πρόταση για «ολοκλήρωση», στο Κουλαϊδής, Β. (επ.), *Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου*, Αθήνα: Gutenberg, 311-349.
- Programme de formation de l'école québécoise. (2020). *Chimie, Programme*. Ανακτήθηκε στις 27-11-20, από <http://www.education.gouv.qc.ca/enseignants/pfeq/secondaire/domaine-de-la-mathematique-de-la-science-et-de-la-technologie/chimie/>.
- Royal Society of Chemistry, (2000). *Cutting Edge Chemistry*, London: RSoC.
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R. & Hofsten, A. (2005), The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of “chemical literacy”. *Int. J. Sci. Educ.*, Vol. 27, No 3, 323-344.
- Σκορδούλης, Κ. & Σωτηράκου, Μ., (2005). *Περιβάλλον, Επιστήμη και Εκπαίδευση*, Αθήνα: Leader Books.
- Tsaparlis, G., (2008), The rivalry among the separate science subjects for dominance in secondary education: the case of Greece and beyond. In: Coll R., Taylor N. (Eds.) *Science education in context: an international examination of the influence of context on science curricula development and implementation*. Sense Publishers, Rotterdam.
- Τσελφές, Β. (2001). 2000+: Αλλαγή παραδείγματος στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Εργασία που παρουσιάστηκε στην ημερίδα της Ε.Δι.Φ.Ε., Πρακτικά σελ. 47-54, Εκδ. Γρηγόρης.
- Vamvakeros X., Pavlatou E. A. and Spyrellis N., (2010), Survey Exploring Views of Scientists on Current Trends in Chemistry Education, *Sci & Educ* 19: 119-145.
- van Driel, J., Bulte M. W. A. & Verloop, M. (2005) The conceptions of chemistry teachers about teaching and learning in the context of a curriculum innovation. *Int J Sci Educ* 27(3):303–322.
- Φλουρής, Γ. (2000). *Αναλυτικά Προγράμματα για μια Νέα Εποχή στην Εκπαίδευση*. (7η έκδοση). Αθήνα: Εκδ. Γρηγόρη.
- Χατζηγεωργίου, Γ. (2001). *Γνώθι το curriculum*. Αθήνα, Εκδ. Ατραπός.
- Young, M., (2008), Γιατί υπάρχουν τα σχολεία; στο Κουλαϊδής Β., Αποστόλου Α., Καμπουράκης Κ., (επιμ.), *Η Φύση των Επιστημών. Διδακτικές Προσεγγίσεις*, ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ ΓΕΙΤΟΝΑ, Εκδόσεις CHILD SERVICES.