

ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Μελέτη ενός φαινομένου

```
graph TD; A[Μελέτη ενός φαινομένου] --> B[Μακροσκοπική]; A --> C[Μικροσκοπική];
```

Μακροσκοπική

(Εξετάζουμε το φαινόμενο «από μακριά» χωρίς να ενδιαφερόμαστε για τη δομή ή τη σύσταση του αντικειμένου)

Μακροσκοπικά μεγέθη είναι:

- ▶ Πίεση (p)
- ▶ Θερμοκρασία (T)
- ▶ Όγκος (V)
- ▶ Μάζα (σε mol) (n)

Μικροσκοπική

(Εξετάζουμε το φαινόμενο σε μοριακό επίπεδο)

Μικροσκοπικά μεγέθη είναι:

- ▶ Μέση ταχύτητα μορίων
- ▶ Μέση ελεύθερη διαδρομή μορίων
- ▶ Μέση ενέργεια μορίων

***Οι δύο μελέτες αλληλοσυμπληρώνονται και πρέπει να συμφωνούν μεταξύ τους τα αποτελέσματα και οι προβλέψεις τους**

Τι είναι η κινητική θεωρία των αερίων;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Είναι ένας κλάδος της Φυσικής που μπόρεσε να συνδυάσει τη μακροσκοπική με την μικροσκοπική μελέτη των αερίων.

Αυτή θεώρησε ότι τα αέρια αποτελούνται από ένα **πολύ μεγάλο πλήθος** απειροελάχιστων σφαιριδίων (μορίων) που κινούνται **τυχαία** μέσα στο χώρο.

Για τα μόρια αυτά η κινητική θεωρία θεωρεί ότι:

1. Τα μόρια του αερίου συμπεριφέρονται σαν μικροσκοπικές ελαστικές σφαίρες.
2. Στα μόρια δεν ασκούνται δυνάμεις παρά μόνο τη στιγμή της κρούσης με άλλα μόρια ή με τα τοιχώματα του δοχείου.
3. Οι κρούσεις των μορίων με τα τοιχώματα είναι ελαστικές.

Ποιες είναι οι μικροσκοπικές μεταβλητές των αερίων;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Μικροσκοπικές μεταβλητές των αερίων είναι:

α) Η μάζα του κάθε μορίου (m)

β) Ο αριθμός των μορίων (N)

γ) Η μέση κινητική ενέργεια του κάθε μορίου ($\overline{\varepsilon_K}$)

δ) Η μέση τιμή των τετραγώνων των ταχυτήτων των μορίων: ($\overline{v^2}$)

$$\text{όπου: } \overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_N^2}{N}$$

(με $v_1, v_2, v_3, \dots, v_N$: οι ταχύτητες των μορίων του αερίου)

Ένα παράδειγμα για το $\overline{v^2}$:

Έστω ότι έχουμε 4 μόρια με ταχύτητες 2 m/s, 4 m/s, 5 m/s, και 6 m/s. Πόση είναι η μέση τιμή των τετραγώνων των ταχυτήτων;

$$\overline{v^2} = \frac{2^2 + 4^2 + 5^2 + 6^2}{4} = \frac{4 + 16 + 25 + 36}{4} = 20,25 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

Πώς συνδέεται η πίεση (p) του αερίου με τις μικροσκοπικές παραμέτρους;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Από την εφαρμογή των νόμων της μηχανικής και της κινητικής θεωρίας έχουμε:

$$p = \frac{1}{3} \frac{Nm\overline{v^2}}{V}$$

όπου:

N : ο αριθμός των μορίων του αερίου

m : η μάζα κάθε μορίου

V : ο όγκος του αερίου

$\overline{v^2}$: η μέση τιμή των τετραγώνων των ταχυτήτων των μορίων του αερίου

Άλλη σχέση για την πίεση

Από τη προηγούμενη σχέση: $p = \frac{1}{3} \frac{Nm\overline{v^2}}{V}$

$Nm = m_{ολ}$ (η ολική μάζα του αερίου)

και $m_{ολ}/V = \rho$ (την πυκνότητα του αερίου)

παίρνουμε μια πιο κομψή σχέση για την πίεση:

$$p = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2}$$

Μια άλλη μορφή της καταστατικής εξίσωσης

Ξέρουμε ότι:

$$pV = nRT$$

θέτω: $n = \frac{N}{N_A}$ (όπου N_A ο αριθμός Avogadro)

οπότε: $pV = \frac{N}{N_A} RT = N \frac{R}{N_A} T$

Όμως:

$$R/N_A = k = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J/μόριο} \cdot \text{K} \text{ (σταθερά Boltzmann)}$$

Οπότε: $pV = NkT$

Πώς συνδέεται η θερμοκρασία του αερίου με τις μικροσκοπικές παραμέτρους;

Από την αρχική σχέση:
$$p = \frac{1}{3} \frac{Nm\overline{v^2}}{V}$$

έχουμε:
$$p = \frac{2}{3} \frac{N}{V} \left(\frac{1}{2} m\overline{v^2} \right) \Leftrightarrow pV = \frac{2}{3} N \left(\frac{1}{2} m\overline{v^2} \right)$$

Όμως είπαμε προηγουμένως:
$$pV = NkT$$

Οπότε:
$$NkT = \frac{2}{3} N \left(\frac{1}{2} m\overline{v^2} \right) \Leftrightarrow$$

$$T = \frac{2}{3} \frac{1}{k} \left(\frac{1}{2} m\overline{v^2} \right) \quad \text{ή} \quad \boxed{T = \frac{2}{3} \frac{1}{k} \overline{\varepsilon_K}}$$

Όπου $\overline{\varepsilon_K}$: η μέση κινητική ενέργεια των μορίων

Μέση κινητική ενέργεια μορίων και θερμοκρασία

Από την προηγούμενη σχέση: $T = \frac{2}{3} \frac{1}{k} \overline{\varepsilon_K}$

αν λύσουμε ως προς την ε_K :

$$\overline{\varepsilon_K} = \frac{3}{2} kT$$

Άρα η μέση κινητική ενέργεια των μορίων εξαρτάται αποκλειστικά από τη θερμοκρασία του αερίου.

Ενεργός ταχύτητα μορίων και θερμοκρασία

Η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου είναι:

$$\overline{\varepsilon_K} = \frac{3}{2} kT \quad \text{ή} \quad \overline{\varepsilon_K} = \frac{1}{2} m \overline{v^2}$$

Οπότε: $\frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} kT$

$$v_{\varepsilon v} = \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} \Rightarrow v_{\varepsilon v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

Όπου $v_{\varepsilon v}$: η ενεργός ταχύτητα των μορίων

Η ενεργός ταχύτητα είναι αυτή η ταχύτητα που θα είχαν όλα τα μόρια του αερίου αν ήταν δυνατόν να έχουν όλα την ίδια ταχύτητα