

Технически Университет – София

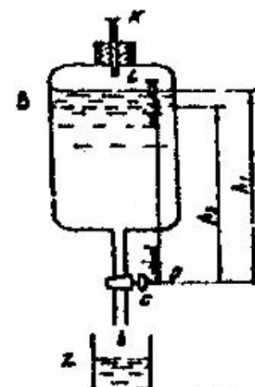
Департамент по Приложна Физика

Студент факултет фак. № група

Тема: Определяне на средния свободен пробег и ефективния диаметър на въздушни молекули

1. Схема на опита

През капилярната тръбичка К, ламинарно преминава въздух вследствие разликата в налягането в двата края, създавано при изтичането на течност от съда В. Разликата в налягането се измерва чрез хидростатичното налягане. Обемът въздух преминал през капилярната тръбичка се определя от обема течност изтекъл в мензурата Z.



2. Теория

Според МКТ за коефициента на вътрешно триене за газ се получава

$$(1) \quad \eta = \frac{1}{2} \rho \bar{\lambda} \bar{v}, \quad \rho - \text{плътност на газа.}$$

От (1) за средния свободен пробег се получава

$$(2) \quad \bar{\lambda} = \frac{2\eta}{\rho \bar{v}}$$

Коефициентът на вътрешно триене η , може да се изрази от закона на Хаген-Поазой, даващ зависимостта на обема флуид V , ламинарно преминал за време t , през (капилярна) тръбичка с дължина l и радиус r , при разлика в наляганята Δp .

$$(3) \quad V = \frac{\pi r^4 \Delta p t}{8\eta l}$$

От закона на Максвел средната аритметична скорост на постъпателно движение на молекулите е

$$(4) \quad \bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$$

R - универсална газова константа; T - абсолютна температура и μ - киломолярна маса.

От уравнението за състоянието на идеален газ $pV = \frac{m}{\mu} RT$ за плътността на газа ρ се получава

$$(5) \quad \rho = \frac{m}{V} = \frac{\mu p}{RT}, \quad p - \text{налягането на газа.}$$

Ефективния диаметър D_{ef} на газовите молекули може да се пресметне от връзката му със средния свободен пробег $\bar{\lambda}$

$$(6) \quad \bar{\lambda} = \frac{1}{\pi D_{ef}^2 n \sqrt{2}}, \quad n - \text{концентрацията на газовите молекули.}$$

Концентрацията на газовите молекули може да се определи от уравнението за състоянието на идеален газ $p = nkT$, $n = p/kT$.

$$(7) \quad D_{ef} = \sqrt{\frac{kT}{\pi \bar{\lambda} p \sqrt{2}}}$$

3. Задачи за изпълнение

Да се определят:

1. динамичния вискозитет на въздуха
2. средния свободен пробег на въздушните молекули
3. ефективния диаметър на въздушните молекули

4. Опитни данни:

$$V = (\quad \pm \quad) \cdot 10^{-6} m^3, \quad t = (\quad \pm \quad) s, \quad \rho = (998 \pm 1) kg, \quad g = (9,81 \pm 0,01) m/s^2$$

$$h_1 = (\quad \pm \quad) \cdot 10^{-3} m, \quad h_2 = (\quad \pm \quad) \cdot 10^{-3} m, \quad \bar{h} = (\quad \pm \quad) \cdot 10^{-3} m$$

$$r = (\quad \pm \quad) \cdot 10^{-7} m, \quad l = (\quad \pm \quad) \cdot 10^{-3} m, \quad p = (\quad \pm \quad) hPa,$$

$$\mu = (28,96 \pm 0,01) kg/kmol, \quad R = (8,31 \pm 0,01) \cdot 10^3 J/kmol.K, \quad T = (\quad \pm 1) K$$

$$k = (1,38 \pm 0,01) \cdot 10^{-23} J/K$$

5. Изчисления и графично представяне:

$$\eta = \frac{\pi r^4 \rho g \bar{h} t}{8 V l} = \quad = \quad Pa.s$$

$$\Delta \eta = \eta \left(4 \frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta \bar{h}}{\bar{h}} \right) = \quad = \quad Pa.s$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\eta}{p} \sqrt{\frac{\pi R T}{2 \mu}} = \quad = \quad m$$

$$\Delta \bar{\lambda} = \bar{\lambda} \frac{\Delta \eta}{\eta} = \quad = \quad m$$

$$D_{ef} = \sqrt{\frac{k T}{\pi \bar{\lambda} p \sqrt{2}}} = \quad = \quad m$$

$$\Delta D_{ef} = \frac{1}{2} D_{ef} \frac{\Delta \bar{\lambda}}{\bar{\lambda}} = \quad = \quad m$$

6. Резултати:

$$\eta = (\quad \pm \quad) \cdot 10^{-7} Pa.s$$

$$\bar{\lambda} = (\quad \pm \quad) \cdot 10^{-7} m$$

$$D_{ef} = (\quad \pm \quad) \cdot 10^{-7} m$$

Дата20 г.

Оценка

Подпис на студента

Подпис на асистента