

## Урок № 3-4

**Тема уроку:** Рівняння стану ідеального газу

**Мета уроку:**

навчальна – усвідомлення учнями залежності між параметрами, які визначають стан газу;

розвивальна – розвивати уяву, творчі здібності учнів, вдосконалювати вміння застосовувати набуті знання на практиці;

виховна – виховувати почуття відповідальності, взаємодопомоги, вміння виступати перед аудиторією.

### Матеріал до уроку

Стан певної маси газу визначається трьома макроскопічними параметрами — тиском  $p$ , об'ємом  $V$  і температурою  $T$ . Однак багато процесів у газах, що відбуваються в природі або здійснюються в техніці, припустимо розглядати (приблизно) як процеси, у яких змінюються лише два з них.

**Рівняння, що пов'язує всі три параметри – тиск, об'єм і температуру газу для даної маси, називається рівнянням стану.**

Експериментально встановлено, що рівняння стану ідеального газу має такий вигляд:

$$\frac{pV}{T} = \text{const}$$

Якщо індексом 1 позначити параметри, що належать до першого стану, а індексом 2 – до другого, то для даної маси газу маємо:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

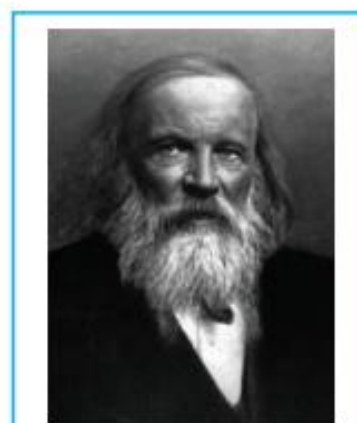
Рівняння стану ідеального газу у такому вигляді було записане в 1834 р. французьким фізиком Б. П. Клапейроном і отримало назву рівняння Клапейрона (об'єднаного газового закону).

Його фізичний зміст такий: *під час переходу газу незмінної маси з одного стану в інший добуток його тиску на об'єм, поділений на термодинамічну температуру, є величиною сталою.*

Рівняння стану дає можливість визначити: один із макроскопічних параметрів ( $p$ ,  $V$ ,  $T$ ), знаючи два інші; зміну макроскопічних параметрів ідеального під час



Французький фізик  
Бенуа Клапейрон  
(1799—1864)



Дмитро Менделєєв  
(1834—1907)

перебігу фізичних процесів у системі; зміну стану системи під час виконання нею роботи або отримання теплоти від навколишніх тіл.

Лише за тиску в сотні атмосфер та за температур зрідження газу (внаслідок значної сили взаємодії молекул) відхилення від результатів обчислень за рівнянням стану ідеального газу стають істотними.

Ми вже знаємо, що число молекул  $N$  пов'язане з масою речовини  $m$  та його молярною масою  $M$  співвідношенням  $N = \frac{m}{M} N_A$ .

Добуток  $kN_A$  позначається  $R$  і називається **універсальною газовою сталою**:

$R = kN_A$  - універсальна газова стала

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

Використовуючи цю сталу, дістаємо **рівняння Менделєєва-Клапейрона**:

$$pV = \frac{m}{M} RT.$$

1. Яка кількість речовини міститься в газі, якщо при температурі 240 К і під тиском 200 кПа його об'єм дорівнює 40 л?

$T = 240 \text{ К}$ $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ $V = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$  $\nu = ?$	<p style="text-align: right;">Розв'язання.</p> $\frac{pV}{T} = \frac{m}{M} R \quad \nu = \frac{m}{M}$ $\frac{pV}{T} = \nu R \quad \nu = \frac{pV}{TR}$ $[\nu] = \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3}{\text{К} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}} = \frac{\text{Н/м}^2 \cdot \text{м}^3 \cdot \text{моль}}{\text{Н} \cdot \text{м}} = \text{моль}$ $\{\nu\} = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{240 \cdot 8,31} = 4 \quad \nu = 4 \text{ моль}$
--	--

2. Який тиск стиснутого повітря, що міститься в балоні місткістю 20 л при температурі 12°C, якщо маса цього повітря 2 кг?

$T = 285 \text{ К}$ $m = 2 \text{ кг}$ $V = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ $M = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ $p = ?$	<p style="text-align: right;">Розв'язання.</p> $\frac{pV}{T} = \frac{m}{M} R$ $p = \frac{mRT}{MV}$ $[p] = \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot \text{К}}{\frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot \text{м}^3} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}^3} = \text{Па}$ $\{p\} = \frac{2 \cdot 8,31 \cdot 285}{29 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 8,17 \cdot 10^6 \quad p = 8,17 \text{ МПа}$
---	---

## Узагальнення та систематизація знань

1. У посудині містилася деяка маса ідеального газу. Об'єм газу зменшили у 2 рази, а тиск — збільшили у 2 рази. Виберіть правильне твердження.

- а) температура газу не змінилася.
- б) температура газу зменшилася в 4 рази.
- в) температура газу збільшилася в 4 рази.
- г) температура газу зменшилася у 2 рази.

3. Виразіть у градусах Цельсія значення температури 673 К.

- а) 946°C
- б) 673°C
- в) 400°C
- г) неможливо визначити

5. Вкажіть основну одиницю вимірювання температури в СІ

- а) градус Цельсія
- б) кельвін
- в) фаренгейт

7. Виберіть умову, за якої виконується рівність  $\frac{PV}{T} = const$ :

- а) за нормального атмосферного тиску;
- б) за сталої концентрації молекул;
- в) за сталої маси газу;
- г) за сталої швидкості руху молекул.

2. Який параметр  $x$  ідеального газу можна визначити за формулою  $x = \frac{3p}{nm_0}$ ? Виберіть правильну відповідь.

- а) температуру
- б) середню квадратичну швидкість молекул
- в) об'єм

4. У формулі  $\overline{E_k} = \frac{3}{2}kT$  дорівнює

- а)  $6,06 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
- б)  $8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$
- в)  $1,38 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$
- г) немає правильної відповіді

6. Вкажіть величину, одиницею якої є  $\text{м}^{-3}$ :

- а) концентрація;
- б) об'єм;
- в) маса;
- г) кількість речовини.

8. Вкажіть на рівняння стану ідеального газу

- а)  $PV = \frac{2}{3}N\overline{E_k}$
- б)  $\overline{E_k} = \frac{3}{2}kT$
- в)  $p = \frac{1}{3}\rho\overline{E_k}$
- г) серед формул немає вірної

### Підведення підсумків уроку.

Отже, на сьогоднішньому уроці ми з вами розглянули тему, яку? «Рівняння стану ідеального газу».

## **Оголошення домашнього завдання.**

Запишіть домашнє завдання: опрацювати параграф §26 с.164-165, впр.1,2,6,7.

### **Зворотній зв'язок**

- **Viber** 0662728430
- **E-mail** [partitskiy.dmitro@kmrf.kiev.ua](mailto:partitskiy.dmitro@kmrf.kiev.ua)

**!!! у повідомленні з д/з не забуваєм вказувати прізвище, групу і дату уроку**