

Урок 63. Розв'язування задач.

Приклад розв'язку завдань для тематичного контролю

Рівень А (початковий)

1. Яке з нижче наведених співвідношень виражає рівняння Клапейрона?

а) $p_1 V_1 = p_2 V_2$; б) $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$; в) $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$; г) $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$.

2. Якщо щосекунди з поверхні рідини вилітає в середньому стільки ж молекул, скільки повертається назад у рідину, то пару над рідиною називають...

а) ...насиченою; б) ...ненасиченою; в) ...перегрітою; г) ...росою.

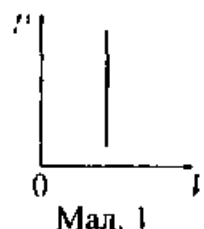
3. Фізичну величину, яка дорівнює кількості молів частинок речовини, називають...

а) ...кількістю речовини; б) ...молярною масою;
в) ...абсолютною температурою; г) ...числом Авогадро.

Рівень В (середній)

1. Якому процесу відповідає графік, схематично зображений на малюнку 1?

а) ізобарне нагрівання; б) ізобарне охолодження;
в) ізохорне нагрівання; г) ізохорне охолодження.



Мал. 1

2. Графік залежності тиску водяної пари у закритій посудині від температури схематично зображено на малюнку 2. На ділянці з інтервалом температур $T_1 - T_2$ пара...

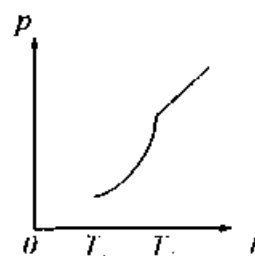
а) ...ненасичена; б) ...насичена; в) ...повністю сконденсована.

3. Під дією якої сили, напрямленої вздовж осі стержня площею перерізу $12 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ у ньому виникає напруга $2 \cdot 10^8 \text{ Па}$?

Рівень С (достатній)

1. За 10 хвилин з відкритої посудини повністю випарувалося 90 г води. Скільки в середньому молекул вилітало з поверхні за 1 с?

2. Температура повітря 30°C , а відносна вологість 64 %. Визначити точку роси і масу водяної пари в кімнаті об'ємом 60 м^3 за даних умов.



Мал. 2

Рівень D (високий)

1. Коли у воду опустили на досить малу глибину скляну трубку, то в неї зайшла вода масою $11,5 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$. Визначити внутрішній радіус трубки.

2. В балоні знаходиться газ при температурі 27°C . Знайти початковий тиск газу, якщо після того як $3/5$ маси газу випустили, температура понизилась до -33°C , а тиск зменшився на 10 МПа .

Розв'язки

Рівень А (початковий)

1. z 2. a 3. a

Рівень В (середній)

1. 6 2. 6
3.

Розв'язання

$F = ?$	Механічна напруга визначається співвідношенням $\sigma = \frac{F}{S}$.
$S = 12 \cdot 10^6 \text{ м}^2$ $\sigma = 2 \cdot 10^8 \text{ Па}$	Звідси $F = \sigma \cdot S = 12 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot 2 \cdot 10^8 \text{ Па} = 2400 \text{ Н}$.

Рівень С (достатній)

- 1.

Розв'язання

Записуємо в умову задачі молярну масу води (H_2O) і число Авогадро.

Знайдемо кількість молекул, яка міститься в 90 г води.

$n = ?$ $t = 10 \text{ хв} = 600 \text{ с}$ $m = 90 \text{ г} = 0,09 \text{ кг}$ $t_1 = 1 \text{ с}$ $M = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$	число Авогадро. Знайдемо кількість молекул, яка міститься в 90 г $N = \nu \cdot N_A$, де $\nu = \frac{m}{M}$. Тоді $N = \frac{m}{M} \cdot N_A = \frac{0,09 \text{ кг} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}}{18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}} \approx 3 \cdot 10^{24}$
--	---

Тоді за 1 с вилітало $n = \frac{N}{t} = 5 \cdot 10^{21}$ молекул.

- 2.

Розв'язання

З короткого фізичного довідника записуємо в умову задачі густину насиченої пари при $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Відносна вологість

повітря визначається співвідношенням $\varphi = \frac{p_a}{p_0} \cdot 100\%$.

$t_p = ?$ $t = 30^\circ\text{C}$ $\varphi = 64\%$ $V = 60 \text{ м}^3$ $\rho_0 = 30,3 \text{ г/м}^3$	густину насиченої пари при 30°C. Відносна вологість повітря визначається співвідношенням $\varphi = \frac{\rho_a}{\rho_0} \cdot 100\%$. Звідси $\rho_a = \frac{\varphi \cdot \rho_0}{100\%} = \frac{64\% \cdot 30,3 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}}{100\%} \approx 19,4 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$. Точка роси –
--	--

це температура, за якої пара стає насиченою, тобто абсолютна вологість дорівнює густині пасиченої пари за даної температури $\rho_a = \rho_n$. З таблиці залежності густини насиченої пари від температури, бачимо, що знайдений густині відповідає температура 22 °С. Отже це і є точка роси. Маса водяної пари

$$m = \rho_a V = 19,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 60 \text{ м}^3 = 1,164 \text{ кг}.$$

Рівень D (високий)

1.

 $r = ?$

$$m = 11,5 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$$

$$\sigma = 73 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$$

Розв'язання

З короткого фізичного довідника записуємо в умову задачі поверхневий натяг води.

Висота піднімання води в капілярі визначається

співвідношенням $h = \frac{2\sigma}{\rho g r}$. Об'єм цієї води

$$V = S \cdot h = \pi r^2 \cdot h \quad \text{Маса цієї води}$$

$$m = \rho V = \rho \pi r^2 \cdot \frac{2\sigma}{\rho g r} = \frac{2\sigma \pi r}{g} \quad \text{Звідси } r = \frac{mg}{2\sigma \pi} \quad \text{Після}$$

$$\text{підстановки } r = \frac{11,5 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2 \cdot 73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot 3,14} \approx 0,25 \text{ мм}.$$

2.

 $p_1 = ?$

$$t_1 = 27^\circ \text{C}$$

$$m_2 = 2/5 m_1$$

$$t_2 = -23^\circ \text{C}$$

$$p_2 = p_1 = 10 \text{ МПа}$$

Розв'язання

Запишемо температуру газу за шкалою Кельвіна:

$T_1 = 300 \text{ К}$, $T_2 = 250 \text{ К}$. Оскільки газ міститься в балоні, то процес можна вважати ізохорним: $V = \text{const}$. Запишемо рівняння Менделєєва-Клапейрона для двох станів:

$$p_1 V = \frac{m_1}{M} R T_1; \quad p_2 V = \frac{2/5 m_1}{M} R T_2 \quad \text{Поділимо перше}$$

$$\text{рівняння на друге. } \frac{p_1}{p_2} = \frac{5}{2} \frac{T_1}{T_2} \quad \text{Або } \frac{p_1}{p_1 - 10} = \frac{5}{2} \frac{T_1}{T_2}.$$

$$\text{Звідси } 2 p_1 T_2 = 5 p_1 T_1 - 50 T_1; \quad p_1 = \frac{50 T_1}{5 T_1 - 2 T_2}.$$

Після підстановки отримаємо:

$$p_1 = \frac{50 \cdot 300 \text{ К}}{5 \cdot 300 \text{ К} - 2 \cdot 250 \text{ К}} = 15 \text{ МПа}.$$