

Відповіді

II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики 2024-2025 н.р.

11 клас

Задача 1.

Відповідь. 4 г/моль.

Розв'язання.

Нехай балон витримує граничний тиск p_0 . Тоді для кисню в балоні маємо в момент розриву:

$$p_0 V = \frac{m}{\mu_{O_2}} R T_1,$$

де V – об'єм балону,

m – маса кисню у балоні в першому випадку,

$T_1 = t_1 + 273 = 1000$ (K) – абсолютна температура кисню в момент розриву.

$T_2 = t_2 + 273 = 400$ (K) – абсолютна температура кисню в момент другого розриву.

У другому випадку в момент розриву закон Дальтона для суміші кисню та невідомого газу дає

$$p_0 V = \left(\frac{m}{2\mu_{O_2}} + \frac{m}{4\mu_x} \right) R T_2,$$

де μ_x – молярна маса невідомого газу.

Поділивши друге рівняння на перше та розв'язуючи отримане рівняння, знайдемо:

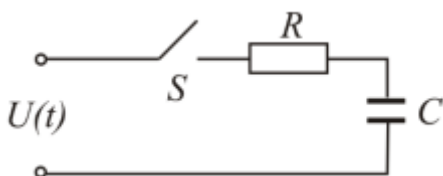
$$\mu_x = \frac{\mu_{O_2} T_2}{2(2T_1 - T_2)}$$

Підставимо значення: $\mu_x = \frac{32 \cdot 400}{2 \cdot (2 \cdot 1000 - 400)} = 4$ (г/моль)

Задача 2.

Відповідь. 8 мА.

Розв'язання.



За законом Ома: $IR = U(t) - Q / C$ де I , Q – струм, що протікає через резистор та заряд на конденсаторі, відповідно. Якщо струм постійний, починаючи з моменту замикання

ключа, то $Q = I(t - T)$. Підставивши друге рівняння у перше, отримаємо:
 $IR = at - I(t - T) / C$. Останнє співвідношення має виконуватись для всіх моментів часу $t > T$. Це можливо, якщо: $IR = IT / C$ і $at - IT / C = 0$.
Звідки отримаємо: $T = RC = 2$ с, $I = aC = 8$ мА.

Задача 3.

Відповідь. 3000 кг/м³.

Розв'язання.

Об'єм сплаву, із якого виготовлений човник, дорівнює: $V_{\text{спл}} = (h_3 - h_1) \cdot S_a$, де S_a площа дна акваріума.

Об'єм витісненої води дорівнює $V_{\text{вв}} = (h_2 - h_1) \cdot S_a$.

Сила тяжіння для плаваючого човника повинна врівноважуватись силою

Архімеда: $m \cdot g = \rho_{\text{в}} \cdot V_{\text{вв}} \cdot g \Rightarrow m = \rho_{\text{в}} \cdot V_{\text{вв}}$, де $\rho_{\text{в}}$ густина води 1000 кг/м³

З іншого боку, маса сплаву (човника) дорівнює: $m = \rho_{\text{спл}} \cdot V_{\text{спл}}$,

тоді: $\rho_{\text{в}} \cdot (h_2 - h_1) \cdot S_a = \rho_{\text{спл}} \cdot (h_3 - h_1) \cdot S_a$.

Скоротивши обидві частини рівняння на S_a , знайдемо густину сплаву:

$\rho_{\text{спл}} = \rho_{\text{в}} \cdot (h_2 - h_1) / (h_3 - h_1) = 1000 \cdot 0,03 / 0,01 = 3000$ (кг/м³).

Задача 4.

Відповідь. 240,1 м.

Розв'язання.

1. Знайдемо час падіння тіла t . Шлях, пройдений тілом за останню секунду, виражається як різниця загального шляху h_t за t секунд та шляху h_{t-1} за $t - 1$ секунд: $l = h_t - h_{t-1}$.

Загальний шлях за t секунд: $h_t = \frac{1}{2} g t^2$

Загальний шлях за $t - 1$ секунд: $h_{t-1} = \frac{1}{2} g (t - 1)^2$

Підставимо ці вирази у рівняння для l : $l = \frac{1}{2} g t^2 - \frac{1}{2} g (t - 1)^2$

Розкриємо дужки та спростимо: $l = \frac{1}{2} g (2t - 1)$

Підставимо відомі значення $l = 63,7$ м, $g = 9,8$ м/с²:

$$63,7 = \frac{1}{2} 9,8 (2t - 1)$$

Отримаємо: $t = 7$ с.

2. Знайдемо загальну висоту падіння h_t .

Загальна висота падіння виражається формулою: $h_t = \frac{1}{2} g t^2$

$$h_t = \frac{1}{2} 9,8 \cdot 7^2 = 240,1 \text{ м.}$$

Задача 5.

Відповідь. Прискорення вільного падіння на планеті становить $3,22 \text{ м/с}^2$, на глибині 200 м період коливань маятника трохи збільшиться і складе приблизно 3,57 сек.

Розв'язання.

Для обчислення прискорення вільного падіння на поверхні планети скористаємося формулою для періоду математичного маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g_{\text{планета}}}}$$

з цієї формули можна виразити $g_{\text{планета}}$: $g_{\text{планета}} = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$

підставляючи значення $L = 1 \text{ м}$, $T = 3,5 \text{ с}$: $g_{\text{планета}} = \frac{4\pi^2 \cdot 1}{(3,5)^2} \approx 3,22 \text{ (м/с}^2\text{)}$.

Тепер розрахуємо новий період на глибині $h = 200 \text{ м}$.

Спочатку визначимо значення прискорення на глибині h : $g(h) = g_{\text{планета}}(1 - \frac{h}{R})$

Підставляємо значення $g_{\text{планета}} = 3,22 \text{ м/с}^2$, $h=200 \text{ м}$ і $R=5000 \text{ м}$:

$$g(h) = 3,22 \cdot (1 - \frac{200}{5000}) = 3,22 \cdot (1 - 0,04) = 3,22 \cdot 0,96 = 3,09 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

Новий період коливань на глибині:

$$T_h = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g(h)}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{3,09}} \approx 3,57 \text{ (с)}.$$

Отже, на глибині 200 м період коливань маятника трохи збільшиться і складе приблизно 3,57 секунд.