

РОЗВ'ЯЗКИ ЗАДАЧ ДРУГОГО ТУРУ ОЛІМПІАДИ ДЛЯ АБІТУРІЄНТІВ КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО

Завдання №13

Зміна ваги балона зумовлена зміною сили Архімеда при зміні температури.

МАСА ГАЗУ В ЗАКРИТОМУ БАЛОНІ НЕ ЗМІНЮЄТЬСЯ (це повинні знати ті, хто намагався визначати зміну ваги, обчислюючи $\Delta m = m_1 - m_2$).

Дійсно, оскільки вага – це сила, з якою тіло діє на горизонтальну нерухому відносно тіла опору, чи вертикальний підвіс, то покази терезів дорівнюють

$$P = mg - F_A.$$

Сила Архімеда $F_A = \rho gV$, тому

$$\Delta P = P_2 - P_1 = (\rho_2 - \rho_1)gV.$$

З рівняння Клапейрона-Менделєєва

$$pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{pM}{RT},$$

отже

$$\Delta P = \frac{pM}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) gV,$$

звідки

$$V = \frac{\Delta P R T_1 T_2}{p M g (T_1 - T_2)} = \frac{0,85 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3 \cdot 280 \cdot 290}{10^5 \cdot 29 \cdot 10^{-3} \cdot 10} = 1,975 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 = 19,75 \text{ л.}$$

Завдання №14

Сила, що діє на екран, зумовлена зміною імпульсу електронів, які падають на екран за певний час:

$$F = N \frac{\Delta p}{\Delta t} = N \frac{mv}{\Delta t},$$

де N – кількість електронів, що падають на екран за час Δt , m – маса електрона, v – швидкість перед ударом об екран.

Швидкість електрона визначимо з умови, що він набуває кінетичну енергію за рахунок роботи сил електричного поля:

$$\frac{mv^2}{2} = eU \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m}},$$

де e , m – заряд і маса електрона, U – прискорююча напруга.

Кількість електронів, які потрапляють на екран за час Δt визначається як

$$N = nSv\Delta t,$$

де n – концентрація електронів у пучку, S – площа пучка.

Урахувавши, що $I = jS = envS$, маємо $nvS = \frac{I}{e}$, тоді $N = \frac{I}{e} \Delta t$. Остаточню

маємо

$$F = \frac{I}{e} \Delta t \frac{m}{\Delta t} \sqrt{\frac{2eU}{m}} = I \sqrt{\frac{2m}{e}} U = 6 \cdot 10^{-8} \text{ Н} = 60 \text{ нН}.$$