

**Відповіді**

**III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики**

**2024-2025 н.р**

**Теоретичний тур**

**9 клас.**

**Завдання 1.**

**Відповідь.** найбільша потужність виділяється на резисторі 3

**Ров'язання.** Опір двох віток (з  $R_2$ ,  $R_3$  і  $R_4$ ,  $R_5$ ) дорівнює:

$$R = \frac{(R_2 + R_3)(R_4 + R_5)}{R_2 + R_3 + R_4 + R_5} = \frac{45}{14} \text{ кОм.}$$

Загальний опір  $R_{\text{заг}} = R + R_1 = \frac{59}{14} \text{ кОм.}$

Через резистори  $R_2$  і  $R_3$  тече один і той же струм. Згідно із законом Джоуля-Ленца:  $P = I^2 R$ . Якщо сила струму, що йде через два резистори, однакова, то на резисторі з більшим опором виділяється більша потужність, отже  $P_3 > P_2$ . Аналогічно отримаємо, що  $P_5 > P_4$ . Тому потрібно порівняти потужності, що виділяються на резисторах 1, 3 і 5.

Сила струму, що проходить через паралельні вітки 2, 3 і 4, 5 обернено пропорційна до їх опорів:  $\frac{I_{23}}{I_{45}} = \frac{R_4 + R_5}{R_2 + R_3} = 1,8$ . Отже  $I_{23} = 1,8 I_{45}$ . Загальний струм, а

отже і струм через резистор  $R_1$  дорівнює сумі струмів через вітки 2, 3 і 4, 5.

$$I_1 = I_{45} + 1,8 I_{45} = 2,8 I_{45}.$$

Ми виразили струм, що йде через резистори 1, 3 і 5 через  $I_{45}$ , тобто струм, що йде через резистор 5.

$$\text{Тоді потужність } P_5 = I_{45}^2 R_5 = 5 I_{45}^2 \quad P_3 = (1,8 I_{45})^2 R_3 = 9,72 I_{45}^2 \quad P_1 = (2,8 I_{45})^2 R_1 = 7,84 I_{45}^2.$$

Отже найбільша потужність виділяється на резисторі 3.

**Завдання 2**

**Відповідь.**  $-16,2^\circ \text{C}$

**Ров'язання.** Нехай  $m_{0л}$  – початкова маса крижинки, а  $m_{1л}$  – маса крижинки після її охолодження і повторного занурення в рідину. Охолоджена крижинка в посудині з водою нагрівається від температури  $t_1$  до  $0^\circ \text{C}$  за рахунок теплоти, що виділяється при замерзанні води масою  $\Delta m$  і намерзанні цього льоду на крижинку. Тоді  $m_{1л} = m_{0л} + \Delta m$ . Рівняння теплового балансу має вигляд:

$$m_{0л} c_{л} (t_0 - t_1) = \lambda \Delta m \quad (1)$$

Умова плавання крижинки в першому випадку  $m_{0,л} + m_1 = \rho_{\text{в}} \frac{m_{0,л}}{\rho_{\text{л}}} \quad (2)$

і в другому випадку  $m_{1,л} + m_2 = \rho_{\text{в}} \frac{m_{1,л}}{\rho_{\text{л}}} \quad (3)$ , де  $\rho_{\text{в}}$  і  $\rho_{\text{л}}$  – густини води і льоду відповідно.

З (2) отримуємо  $m_{0,л} \left( \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{л}}} - 1 \right) = m_1$  або  $m_{0,л} = \frac{m_1}{\left( \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{л}}} - 1 \right)} \quad (4).$

Аналогічно з (3)  $m_{1,л} = \frac{m_2}{\left( \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{л}}} - 1 \right)} \quad (5).$

Віднімемо від рівняння (5) рівняння (4):  $m_{1,л} - m_{0,л} = \frac{m_2 - m_1}{\left( \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{л}}} - 1 \right)}$  або  $\Delta m = \frac{m_2 - m_1}{\left( \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{л}}} - 1 \right)}$

(6). Підставимо (4) і (6) в (1):  $\frac{m_1}{\left( \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{л}}} - 1 \right)} c_{\text{л}} (t_0 - t_1) = \lambda \frac{m_2 - m_1}{\left( \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{л}}} - 1 \right)}.$

Ураховуючи, що  $t_0 = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$ , одержимо:  $t_1 = -\frac{\lambda(m_2 - m_1)}{m_1 c_{\text{л}}} \approx -16,2^\circ\text{C}.$

### Завдання 3

**Відповідь.** 0,28 А.

**Ров'язання.** Вертикальне магнітне поле означає, що магнітні лінії поля мають вертикальний напрям. По стержню проходить струм перпендикулярно до рейок, то сила Ампера буде діяти вздовж рейок. Уздовж рейок буде також діяти сила тертя. Стержень почне рухатись, якщо сила Ампера стане рівною силі тертя:  $F_{\text{А}} = F_{\text{тер}}$ . Оскільки  $F_{\text{А}} = BIl$ , а  $F_{\text{тер}} = \mu mg$ , то  $BIl = \mu mg$ .

Звідси  $I = \frac{\mu mg}{Bl} \quad (1).$  В свою чергу  $m = \rho V = \rho Sl = \rho \frac{\pi d^2}{4} l.$

Підставивши в (1), отримаємо  $I = \frac{\mu \cdot \rho \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot l \cdot g}{B \cdot l} = \frac{\mu \cdot \rho \cdot \pi \cdot d^2 \cdot g}{4B}.$

Після підстановки числових значень, отримаємо:

$$I = \frac{0,02 \cdot 8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{4 \cdot 0,5 \text{ Тл}} \approx 0,28 \text{ А}.$$

#### Завдання 4

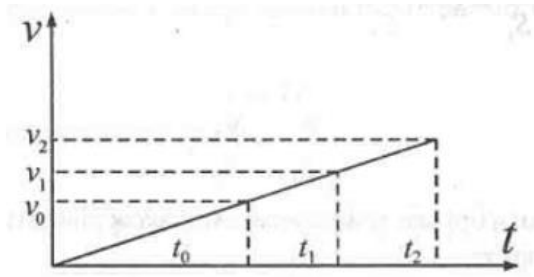
Відповідь. 90 с.

Ров'язання. (42).

Визначімо довжину передостаннього вагона:

$$l = v_0 t_1 + \frac{at_1^2}{2}, \quad (1)$$

де  $v_0$  – швидкість передостаннього вагона на момент початку проходження повз спостерігача.



$$v_0 = at_0, \quad (2)$$

де  $t_0$  – час руху потяга без двох останніх вагонів.

Довжина останнього вагона:

$$l = (v_0 + at_1)t_2 + \frac{at_2^2}{2}. \quad (3)$$

Порівняймо (1) та (3):

$$v_0 t_1 + \frac{at_1^2}{2} = (v_0 + at_1)t_2 + \frac{at_2^2}{2}, \text{ звідси } t_0 = \frac{v_0}{a} = \frac{2t_1 t_2 + t_2^2 - t_1^2}{2(t_1 - t_2)},$$

$$\text{отже } t = t_0 + t_1 + t_2 = \frac{t_2^2 + 2t_1 t_2 - t_1^2}{2(t_1 - t_2)} + t_1 + t_2 = 90 \text{ с.}$$