

Відповіді до завдань II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики 2014 р.

7 клас

1. Потрібно залишити 1750. 2. А). Із кулі виліпити куб або паралелепіпед. Об'єм не залежить від форми тіла. Б). Ребро лінійки притиснути до пластиліну, а потім лінійкою виміряти ширину сліду. В). $V = abh$, ширину лінійки оцінити за відбитком на пластиліні лінійкою, товщину також, а довжину по її шкалі. 3.

$$V = \frac{(\pi d^2 - 4b^2)h}{4} = 281,25 \text{ мм}^3 = 0,00000028125 \text{ м}^3. \quad 4. \ell = \pi d_0 N = 0,942 \text{ м}; \quad V = \frac{\pi d^2 \ell}{4}.$$

$$V = 184,86 \text{ мм}^3 = 0,00000018486 \text{ м}^3. \quad 5. 2 \text{ труби по } 7 \text{ м і } 3 \text{ труби по } 3 \text{ м}.$$

8 клас

1. Нехай α_1 і α_2 – процентні співвідношення речовин у суміші. Очевидно, що $1 = \alpha_1 + \alpha_2$;

$$V = \frac{\alpha_1 m}{\rho_1} + \frac{\alpha_2 m}{\rho_2}. \quad \text{Тоді } \alpha_1 = \frac{\rho_1(m - V\rho_2)}{m(\rho_1 - \rho_2)}; \quad \alpha_2 = \frac{\rho_2(V\rho_1 - m)}{m(\rho_1 - \rho_2)}.$$

2. Промінь повернеться на кут 2α . 3. $\bar{v} = \frac{3v_1v_2v_3}{v_2v_3 + v_1v_3 + v_1v_2} \approx 41 \frac{\text{км}}{\text{год}}.$ 4. $n = \frac{v}{\pi d} = 100 \frac{1}{\text{с}}.$ 5. Згідно формули тонкої лінзи

$$f_1 = \frac{d_1 F_1}{d_1 - F_1}. \quad \text{Є очевидним, що } d_2 = \ell - f_1. \quad \text{Тому } f_2 = \frac{d_2 F_2}{d_2 - F_2} = 60 \text{ см}.$$

9 клас

1. $U_2 = \frac{U}{\frac{r_1(2r_2 + R)}{r_2(2r_1 + R)} + 1} \approx 27 \text{ В}; \quad U_1 = U - U_2 = 33 \text{ В}.$ 2. $Q = \frac{c\rho S \ell \Delta \ell}{\ell_0 \alpha} \approx 3,98 \text{ кДж}.$

3. $Q = mgh - \frac{mv^2}{2} \approx 94,5 \text{ Дж}.$ 4. $\frac{V_3}{V} = \frac{0,25\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 - \rho_1} = 0,19.$ 5. Під кутом 66° або 24° .

10 клас

1. Введемо нову нумерацію вагонів. Позначимо вагон $k = 5$, біля якого стояв спостерігач, коли потяг рушив з місця, номером 1, тоді вагон з номером $m = 20$ матиме номер 16, а вагон $n = 29$ – номер 25. ℓ – довжина одного вагона; початкова швидкість рівна нулю.

$$16\ell = \frac{at_2^2}{2}. \quad \text{Звідси } t_2 = \sqrt{\frac{32\ell}{a}}. \quad 15\ell = \frac{at_1^2}{2}. \quad \text{Звідси } t_1 = \sqrt{\frac{30\ell}{a}}. \quad \text{Час руху вагона}$$

$$\Delta t_1 = \sqrt{\frac{\ell}{a}}(\sqrt{32} - \sqrt{30}). \quad \text{Аналогічно } 24\ell = \frac{at_3^2}{2}. \quad \text{Звідси } t_3 = \sqrt{\frac{48\ell}{a}}. \quad 25\ell = \frac{at_4^2}{2}; \quad t_4 = \sqrt{\frac{50\ell}{a}}. \quad \text{Час}$$

$$\text{руху вагона } \Delta t_2 = \sqrt{\frac{\ell}{a}}(\sqrt{50} - \sqrt{48}). \quad \text{Поділивши час руху вагонів, отримаємо}$$

$$\Delta t_2 = \frac{\Delta t_1(\sqrt{50} - \sqrt{48})}{\sqrt{32} - \sqrt{30}} \approx 8 \text{ с}. \quad 2. \quad n = \frac{\eta U^2 d^2 t}{400 c \rho_1 V(t_2 - t_1) \rho_2 D} = 202.$$

$$3. \quad \Delta m = \frac{\lambda m_3 - (m_1 c_1 + \rho V c_2)(t_2 - \theta) + c_2 m_3(\theta - t_1)}{\lambda} \approx 22,7 \text{ г}.$$

4. $\rho_1 = \frac{\rho_2 \rho_3 P_1}{(P_1 + P_2 - P_3) \rho_2 - \rho_3 P_2} = 0,2 \frac{\text{с}}{\text{см}^3}$. 5. Із формул збільшення слідує, що $\frac{h_1}{h} = \frac{f_1}{d_1}$;
 $\frac{h_2}{h} = \frac{f_2}{d_2}$. Оскільки $d + f = \text{const}$, то $d_1 = f_2$; $d_2 = f_1$. Тоді $\frac{h}{h_2} = \frac{f_1}{d_1}$ і $h = \sqrt{h_1 h_2}$.

11 клас

1. Позначимо через В і С точки, в яких спочатку були заряди q_1 і q_2 . Нехай відстань між цими точками дорівнює L . Перемістимо тимчасово заряд q_1 у нескінченність. При цьому, згідно з означенням потенціалу, треба виконати роботу $A_1 = -q_1(\varphi_{0B} + \varphi_{2B})$, де $\varphi_{0B} = \frac{k_0 q_0}{\ell_1}$ і $\varphi_{2B} = \frac{k_0 q_2}{L}$ - потенціали в точці В, утворювані зарядами q_0 і q_2 . Перемістимо тепер заряд q_2 у точку В. Для цього треба виконати роботу $A_2 = q_2(\varphi_{0B} - \varphi_{0C})$, де $\varphi_{0C} = \frac{k_0 q_0}{\ell_2}$ - потенціал у точці В, утворюваний зарядом q_0 . Нарешті, повернувши з нескінченності заряд q_1 у точку С, ми виконаємо роботу $A_3 = q_1(\varphi_{0C} + \varphi_{2C})$, де $\varphi_{2C} = \varphi_{2B} = \frac{k_0 q_2}{L}$ - потенціал у точці С, утворюваний зарядом q_2 , коли він міститься в точці В. Повна робота, здійснена по переміщенню зарядів q_1 і q_2 дорівнює $A = A_1 + A_2 + A_3 = \frac{k_0 q_0 (q_2 - q_1)(\ell_2 - \ell_1)}{\ell_1 \ell_2} \approx 3 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$.

2.

Точка О – середина вірьовки. $F_H - F_T = -R$. Звідси

$$F_H = \frac{m(g-a)}{2}.$$

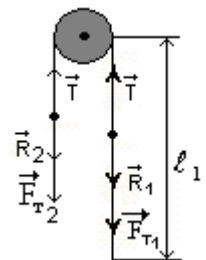
Рушійна сила, що діє на вірьовку:

$$\begin{cases} T - m_1 g = -m_1 a \\ T - m_2 g = m_2 a \end{cases}.$$

Враховуючи, що $m_1 = \frac{m \ell_1}{\ell}$, а

$$m_2 = \frac{m \ell_2}{\ell} = \frac{m(\ell - \ell_1)}{\ell} \text{ отримаємо } a = \frac{g(2\ell_1 - \ell)}{\ell}.$$

Тоді $F_H = \frac{m(g-a)}{2} = \frac{mg(\ell - \ell_1)}{\ell} = 20 \text{ Н}$.



3. $q = \frac{m}{k}$; $\nu = \frac{V}{V_M}$, де $V_M = 22,4 \text{ л}$ - об'єм одного моля газу за нормальних умов. Тоді

$m = \nu M = \frac{VM}{V_M}$. Оскільки $k = \frac{M}{Fn}$, а $F = eN_A$ то $q = \frac{VeN_A n}{V_M} = 96 \text{ кКл}$, де $n = 2$ оскільки на

катоді виділяється молекулярний водень.

4. $Q = Q_1 + Q_2$; $\Delta U_{12} = \frac{3mR\Delta T}{2M} = \frac{3}{2} \left(\frac{mRT_2}{M} - \frac{mRT_1}{M} \right) = \frac{3}{2} (4p_0 3V_0 - p_0 V_0) = 16,5 p_0 V_0$

$A_{12} = 5p_0 V_0$; $Q_1 = 21,5 p_0 V_0$; $Q_2 = \Delta U_{23} = -13,5 p_0 V_0$; $Q = 8p_0 V_0 = 1,6 \text{ кДж}$.

5. $A = Rh = (F_A - F_T)h = (\rho \frac{4}{3} \pi R^3 - m)gh$; $A = W_p = mgH$. Звідси $H = \frac{h(4\rho \pi R^3/3 - m)}{m}$.