

2017

Физическая олимпиада школьников «Паруса надежды» (9-10 класс)
ВАРИАНТ 1.

ЗАДАЧА 1.

После i -ого удара скорость будет в n^i раз меньше, чем перед первым ударом.

$$V^2 = 2gH, \text{ следовательно } H_i \text{ будет в } n^{2i} \text{ раз меньше, чем } H_0$$

$$H_i = H_0 / n^{2i}, S_i = 2 H_i, S_0 = H_0, S = H_0 + 2 (H_0 / n^2) (1 + 1/n^2 + 1/n^4 + \dots)$$

Т.е. геометрическая прогрессия с знаменателем $a = 1/n^2$; $1/(1-a) = n^2/(n^2 - 1)$

$$S = H_0 + 2 (H_0 / n^2) n^2 / (n^2 - 1) = H_0 + 2 H_0 / (n^2 - 1)$$

$$n^2 = (2 H_0 / (S - H_0)) + 1 = (2 \cdot 16 / (20 - 16)) + 1 = 9, \quad n = 3 \quad \text{ОТВЕТ: в 3 раза}$$

ЗАДАЧА 2.

При диссоциации $m_2 = m_1(1-x)$ $x = 1/2$ $\mu_1 = 2 \mu_2$ $p = p_1 + p_2$, т.к. в сосуде молекулярный и атомарный кислород.

$$p = RT(1/\mu_1 + 1/\mu_2) / V = 3 m_1 RT / 2 \mu_1 V; \quad V = 3 m_1 RT / 2 p \mu_1$$

$$V = 3 \cdot 32 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 1000 / 2 \cdot 32 \cdot 10^{-3} \cdot 1,25 \cdot 10^6 = 9,97 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 10 \text{ л} \quad \text{ОТВЕТ: 10 л}$$

ЗАДАЧА 3.

$$F_k + mg + F_H = 0 \quad F_k - F_H \sin \alpha = 0 \quad F_H \cos \alpha - mg = 0$$

$$F_k = mg \operatorname{tg} \alpha = qE = q\sigma / 2 \varepsilon_0 \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{q\sigma}{2mg \varepsilon_0}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 1,74 \cdot 10^{-12} / 2 \cdot 0,01 \cdot 9,81 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} = 1 \quad \alpha = 45^\circ \quad \text{ОТВЕТ: } \alpha = 45^\circ$$

ЗАДАЧА 4.

$$U = U_0 \cos \omega t \quad I = -I_0 \sin \omega t \quad q = q_0 \cos \omega t = (I_0 / \omega) \cos \omega t$$

$$1) \text{ если } W_s / W_m = 0, W_s = 0 \quad I_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}} = 0,04 \text{ А}$$

$$2) \text{ если } W_s / W_m = 1/2 = CU^2 / LI^2 \quad U/I = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{L}{C}} = - \frac{U_0}{I_0} \operatorname{ctg} \omega t$$

$$\omega = 1/\sqrt{LC} = 500 \text{ с}^{-1} \quad \operatorname{ctg} \omega t = - \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \omega t = 126^\circ$$

$$I = -0,04 \sin 126^\circ = -3,24 \cdot 10^{-2} \text{ А} = -32,4 \text{ мА}$$

$$U = 4 \cos 126^\circ = -2,35 \text{ В}$$

$$q = (0,04/500) \cos 126^\circ = 4,7 \cdot 10^{-5} \text{ Кл} = 47 \text{ мкКл} \quad \text{ОТВЕТ: } -32,4 \text{ мА}; -2,35 \text{ В}; 47 \text{ мкКл}$$

ЗАДАЧА 5.

$$\text{Без плоского зеркала для вогнутого: } \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}; \quad F = R/2; \quad f = \frac{Rd}{2d - R}$$

Чтобы лучи вернулись к источнику, надо поставить плоское зеркало посередине между источником света и его изображением:

$$b = \frac{f-d}{2} = \frac{\frac{Rd}{2d-R} - d}{2} = \frac{Rd - d^2}{2d - R} \quad Rd - d^2 - 2db + Rb = 0$$

$$R = \frac{d^2 + 2db}{d+b} \quad R = (0,5^2 + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,4) / (0,5 + 0,4) = 0,72 \text{ м} \quad \text{ОТВЕТ: } 0,72 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 6.

$$E = mc^2 = hc/\lambda \quad m = h/c\lambda = 6,63 \cdot 10^{-34} / 3 \cdot 10^8 \cdot 6,3 \cdot 10^{-7} = 3,5 \cdot 10^{-36} \text{ кг} \quad \text{ОТВЕТ: } 3,5 \cdot 10^{-36} \text{ кг}$$

2017

Физическая олимпиада школьников «Паруса надежды» (9-10 класс)

ВАРИАНТ 2.

ЗАДАЧА 1.

После i -ого удара скорость будет в n^i раз меньше, чем перед первым ударом.

$$V^2 = 2gH \quad , \quad \text{следовательно } H_i \text{ будет в } n^{2i} \text{ раз меньше, чем } H_0$$

$$H_i = H_0 / n^{2i}, \quad S_i = 2 H_i, \quad S_0 = H_0, \quad S = H_0 + 2 (H_0 / n^2) (1 + 1/n^2 + 1/n^4 + \dots)$$

Т.е. геометрическая прогрессия с знаменателем $a = 1/n^2$; $1/(1-a) = n^2 / (n^2 - 1)$

$$S = H_0 + 2 (H_0 / n^2) n^2 / (n^2 - 1) = H_0 + 2 H_0 / (n^2 - 1)$$

$$n^2 = (2 H_0 / (S - H_0)) + 1 = (2 \cdot 12 / (20 - 12)) + 1 = 4, \quad n = 2 \quad \text{ОТВЕТ: в 2 раза}$$

ЗАДАЧА 2.

При диссоциации $m_2 = m_1(1-x)$ $x = 1/2$ $\mu_1 = 2 \mu_2$ $p = p_1 + p_2$, т.к. в сосуде молекулярный и атомарный кислород.

$$p = RT(1/\mu_1 + 1/\mu_2) / V = 3 m_1 RT / 2 \mu_1 V; \quad V = 3 m_1 RT / 2 p \mu_1$$

$$V = 3 \cdot 64 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 2000 / 2 \cdot 32 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 10^6 = 33,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 33,2 \text{ л} \quad \text{ОТВЕТ: } 33,2 \text{ л}$$

ЗАДАЧА 3.

$$F_k + mg + F_H = 0 \quad F_k - F_H \sin \alpha = 0 \quad F_H \cos \alpha - mg = 0$$

$$F_k = mg \operatorname{tg} \alpha = qE = q\sigma / 2 \varepsilon_0 \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{q\sigma}{2mg \varepsilon_0}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 3,48 \cdot 10^{-12} / 2 \cdot 0,02 \cdot 9,81 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} = 1 \quad \alpha = 45^\circ \quad \text{ОТВЕТ: } \alpha = 45^\circ$$

ЗАДАЧА 4.

$$U = U_0 \cos \omega t \quad I = -I_0 \sin \omega t \quad q = q_0 \cos \omega t = (I_0 / \omega) \cos \omega t$$

$$1) \text{ если } W_s / W_m = 0, W_s = 0 \quad I_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}} = 0,06 \text{ А}$$

$$2) \text{ если } W_s / W_m = 1/2 = CU^2 / LF^2 \quad U/I = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{L}{C}} = - \frac{U_0}{I_0} \operatorname{ctg} \omega t$$

$$\omega = 1/\sqrt{LC} = 1000 \text{ с}^{-1} \quad \operatorname{ctg} \omega t = - \frac{1}{\sqrt{3}} \quad \omega t = 126^\circ$$

$$I = -0,06 \sin 126^\circ = -48,5 \text{ мА}$$

$$U = 6 \cos 126^\circ = -3,53 \text{ В}$$

$$q = (0,06/1000) \cos 126^\circ = 3,53 \cdot 10^{-5} \text{ Кл} = 35,3 \text{ мкКл} \quad \text{ОТВЕТ: } -48,5 \text{ мА; } -3,53 \text{ В; } 35,3 \text{ мкКл}$$

ЗАДАЧА 5.

Без плоского зеркала для вогнутого: $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$; $F = R/2$; $f = \frac{Rd}{2d - R}$

Чтобы лучи вернулись к источнику, надо поставить плоское зеркало посередине между источником света и его изображением:

$$b = \frac{f - d}{2} = \frac{\frac{Rd}{2d - R} - d}{2} = \frac{Rd - d^2}{2d - R} \quad Rd - d^2 - 2db + Rb = 0$$

$$R = \frac{d^2 + 2db}{d + b} \quad R = (0,3^2 + 2 \cdot 0,3 \cdot 0,2) / (0,3 + 0,2) = 0,42 \text{ м} \quad \text{ОТВЕТ: } 0,42 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 6.

$$E = mc^2 = hc/\lambda \quad m = h/c\lambda = 6,63 \cdot 10^{-34} / 3 \cdot 10^8 \cdot 5,8 \cdot 10^{-7} = 3,8 \cdot 10^{-36} \text{ кг} \quad \text{ОТВЕТ: } 3,8 \cdot 10^{-36} \text{ кг}$$