

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.  
 $V^2 = 2gH$ , следовательно  $H_i$  будет в  $n^{2i}$  раз меньше, чем  $H_0$   
 $H_i = H_0/n^{2i}$ ,  $S_i = 2H_i$ ,  $S_0 = H_0$ ,  $S = H_0 + 2(H_0/n^2)(1 + 1/n^2 + 1/n^4 + \dots)$   
 Т.е. геометрическая прогрессия с знаменателем  $a = 1/n^2$ ;  $1/(1-a) = n^2/(n^2 - 1)$   
 $S = H_0 + 2(H_0/n^2) n^2/(n^2 - 1) = H_0 + 2H_0/(n^2 - 1)$   
 $n^2 = (2H_0/(S - H_0)) + 1 = (2 \cdot 16/(20-16)) + 1 = 9$ ,  $n = 3$  **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.  
 $p = RT(1/\mu_1 + 1/\mu_2)/V = 3m_1RT/2\mu_1V$ ;  $V = 3m_1RT/2p\mu_1$   
 $V = 3 \cdot 32 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 1000 / 2 \cdot 32 \cdot 10^{-3} \cdot 1,25 \cdot 10^6 = 9,97 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 10 \text{ л}$  **ОТВЕТ: 10 л**

**ЗАДАЧА 3.**

$F_k + mg + F_H = 0$   $F_k - F_H \sin \alpha = 0$   $F_H \cos \alpha - mg = 0$   
 $F_k = mg \operatorname{tg} \alpha = qE = q\sigma / 2 \varepsilon_0$   $\operatorname{tg} \alpha = q\sigma / 2mg \varepsilon_0$   
 $\operatorname{tg} \alpha = 1,74 \cdot 10^{-12} / 2 \cdot 0,01 \cdot 9,81 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} = 1$   $\alpha = 45^\circ$  **ОТВЕТ:  $\alpha = 45^\circ$**

**ЗАДАЧА 4.**

$U = U_0 \cos \omega t$   $I = -I_0 \sin \omega t$   $q = q_0 \cos \omega t = (I_0/\omega) \cos \omega t$   
 1) если  $W_s/W_m = 0$ ,  $W_s = 0$   $I_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}} = 0,04 \text{ А}$   
 2) если  $W_s/W_m = 1/2 = CU^2/LI^2$   $U/I = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{L}{C}} = -\frac{U_0}{I_0} \operatorname{ctg} \omega t$   
 $\omega = 1/\sqrt{LC} = 500 \text{ с}^{-1}$   $\operatorname{ctg} \omega t = -\frac{1}{\sqrt{2}}$   $\omega t = 126^\circ$   
 $I = -0,04 \sin 126^\circ = -3,24 \cdot 10^{-2} \text{ А} = -32,4 \text{ мА}$   
 $U = 4 \cos 126^\circ = -2,35 \text{ В}$   
 $q = (0,04/500) \cos 126^\circ = 4,7 \cdot 10^{-5} \text{ Кл} = 47 \text{ мкКл}$  **ОТВЕТ: - 32,4 мА; - 2,35 В; 47 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:  
 $b = \frac{f-d}{2} = \frac{\frac{Rd}{2d-R} - d}{2} = \frac{Rd-d^2}{2d-R}$   $Rd - d^2 - 2db + Rb = 0$   
 $R = \frac{d^2 + 2db}{d+b}$   $R = (0,5^2 + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,4) / (0,5 + 0,4) = 0,72 \text{ м}$  **ОТВЕТ: 0,72 м**

**ЗАДАЧА 6.**

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

## ВАРИАНТ 2.

ЗАДАЧА 1.

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

$V^2 = 2gH$ , следовательно  $H_i$  будет в  $n^{2i}$  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  $a = 1/n^2$ ;  $1/(1-a) = n^2 / (n^2 - 1)$

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

$n^2 = (2 H_0 / (S - H_0)) + 1 = (2 \cdot 12 / (20 - 12)) + 1 = 4$ ,  $n = 2$  **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.

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

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

ЗАДАЧА 3.

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

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

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

ЗАДАЧА 4.

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

1) если  $W_3 / W_M = 0$ ,  $W_3 = 0$   $I_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}} = 0,06 \text{ А}$

2) если  $W_3 / W_M = 1/2 = CU^2 / LI^2$   $U/I = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{L}{C}} = -\frac{U_0}{I_0} \operatorname{ctg} \omega t$

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

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

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

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

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

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

ЗАДАЧА 6.

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