



45-92-10-90
(63.4)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант g

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по физике

Соколова Николая Павловича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

14:40

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

Сокол

Числовик

 $\text{N}^{\circ} 1.$

Дано:

$$v_{qp} = 10 \text{ км./ч.}$$

 $v - ?$

Решение:

$$v_{qp} = \frac{1}{g} s$$

$$\frac{1}{g} s = \frac{a t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2s}{ga}}$$

$$v_{qp} = \frac{\frac{1}{g} \cdot s}{\sqrt{\frac{2s}{ga}}} = \frac{\sqrt{sa}}{\sqrt{2 \cdot g}} = \sqrt{\sqrt{\frac{sa}{78}}}$$

$$v = a \cdot t_0$$

$$s = \frac{a t_0^2}{2} \Rightarrow t_0 = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

$$v = a \cdot \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{2sa} = \sqrt{\frac{sa}{78} \cdot 36} = 6 \sqrt{\frac{sa}{78}} = 6 v_{qp}$$

$$v = 6 \cdot 10 \text{ км./ч.} = 60 \text{ км./ч.}$$

Ответ: $v = 60 \text{ км./ч.}$ $\text{N}^{\circ} 3$

Дано:

$$I_1 = 12 \text{ мА}$$

$$U_1 = 9,6 \text{ В}$$

$$I_2 = 10 \text{ мА}$$

$$U_2 = 12 \text{ В}$$

 $R - ?$

Перевод:

$$I_1 = 0,012 \text{ А}$$

$$I_2 = 0,01 \text{ А}$$

Решение:

 U_{AB} -напряжение источника

$$U_{AB} = U_2 = U_1 + U_{R2} \quad U_{A1}$$

 U_{A1} -напряжение на диоде при нулевом токе

$$U_{A1} = U_2 - U_1 = 12 \text{ В} - 9,6 \text{ В} = 2,4 \text{ В}$$

$$R_A = \frac{U_{A1}}{I_{A1}} = \frac{U_{A1}}{I_1} = \frac{2,4 \text{ В}}{0,012 \text{ А}} = \frac{2400}{12} \text{ Ом} = 200 \text{ Ом}$$

$$I_2 = I_{R2} = 0,01 \text{ А}$$

 I_{R2} -сила тока на резисторе на схеме б)

$$U_{R2} = U_{A2} + U_{R2} = U_2 = U_{AB} = 12 \text{ В}$$

Числовикиз условия

$$I_{A_2} \cdot R_A + R \cdot I_{R_2} = U_2$$

$$I_2 \cdot R_A + R \cdot I_2 = U_2$$

$$R = \frac{U_2 - I_2 \cdot R_A}{I_2} = \frac{U_2}{I_2} - R_A$$

$$R = \frac{12 \cdot 10^3}{0,001 \cdot 10^3} - 200 \Omega = 10000 \Omega = 10 \text{ к}\Omega$$

Отврн.: $R = 10 \text{ к}\Omega$

2.дано:

$$S = 3,5 \text{ см}^2$$

$$p_0 = 2 \text{ кПа}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

 $m - ?$ Переводы:

$$S = 0,00035 \text{ м}^2$$

$$p_0 = 2000 \text{ Па}$$

Решение:

$$V_1 + V_2 = V_0 \quad \text{— общий объем}$$

$$V_1 = \frac{1}{2} V_0 + \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} V_0 = \frac{7}{8} V_0$$

$$V_2 = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} V_0 = \frac{1}{8} V_0$$

$$F_1 + mg = F_2$$

$$p_1 \cdot S + mg = p_2 \cdot S$$

$$p_1 \cdot V_1 = p_0 \cdot \frac{1}{2} V_0$$

$$p_1 \cdot \frac{7}{8} V_0 = p_0 \cdot \frac{1}{2} V_0$$

$$\frac{7}{4} p_1 = p_0$$

$$\frac{p_2}{4} = p_0$$

$$p_2 = \frac{4}{7} p_0$$

$p_2 = 4p_0$, но $p_2 \leq 2p_0$, т.к. $2p_0$ — давление насыщенного пара \Rightarrow

\Rightarrow часть пара смыта водой $\Rightarrow p_2 = 2p_0$

$$\frac{4}{7} p_0 \cdot S + mg = 2p_0 \cdot S$$

Числовик№2 продолжение

$$mg = 2\rho_0 \cdot S - \frac{4}{7} \rho_0 \cdot S = \frac{10}{7} \rho_0 \cdot S$$

$$m = \frac{\frac{10}{7} \rho_0 \cdot S}{g} = \frac{10 \rho_0 \cdot S}{7g}$$

$$m = \frac{72 \cdot 2000 \pi a \cdot 0,00035 \text{ м}^2}{4 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = \frac{2 \cdot 0,35^{0,05}}{7} \text{ кг} = 0,1 \text{ кг}$$

Ответ: $m = 0,1 \text{ кг}$ №4.

Дано:

$$H = 1,5 \text{ м}$$

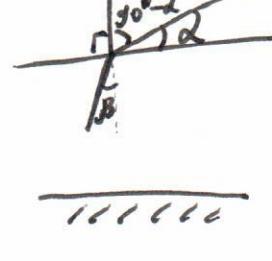
$$l = 0,7 \text{ м}$$

$$\angle = 30^\circ$$

$$n = 1,33$$

$$h - ?$$

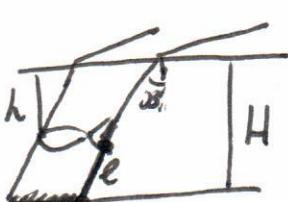
Решение:



$$\frac{\sin(90^\circ - \alpha)}{\sin \beta} = n$$

$$\frac{\sin 60^\circ}{\sin \beta} = n$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2 \cdot \sin \beta} = n$$



$$\cos \beta = \frac{H-h}{l}$$

$$h = H - \cos \beta \cdot l = H - \sqrt{1 - \sin^2 \beta} \cdot l$$

$$h = 1,5 - \sqrt{1 - \frac{3}{4 \cdot 1,33^2}} \cdot 0,7 = 1,5 - \sqrt{1 - \frac{3}{4,0456}} \cdot 0,7 =$$

$$= 1,5 - \sqrt{\frac{4,0456 - 3}{4,0456}} \cdot 0,7 = 1,5 - \frac{\sqrt{4,0456}}{\sqrt{4,0456 + 3}} \cdot 0,7 = 1,5 - \frac{\sqrt{4,0456}}{2 \cdot 1,33} \cdot 0,7 =$$

$$(1): \sqrt{4,0456} \approx 2$$

Числовик
№ 4 продолжение

$$= 1,5 - \frac{1}{1,33} \cdot 0,4 \stackrel{(2)}{\approx} 1,5 - \frac{1}{\frac{4}{3}} \cdot 0,4 = 1,5 - 0,45 \cdot 0,4 = 1,5 - 0,525 =$$

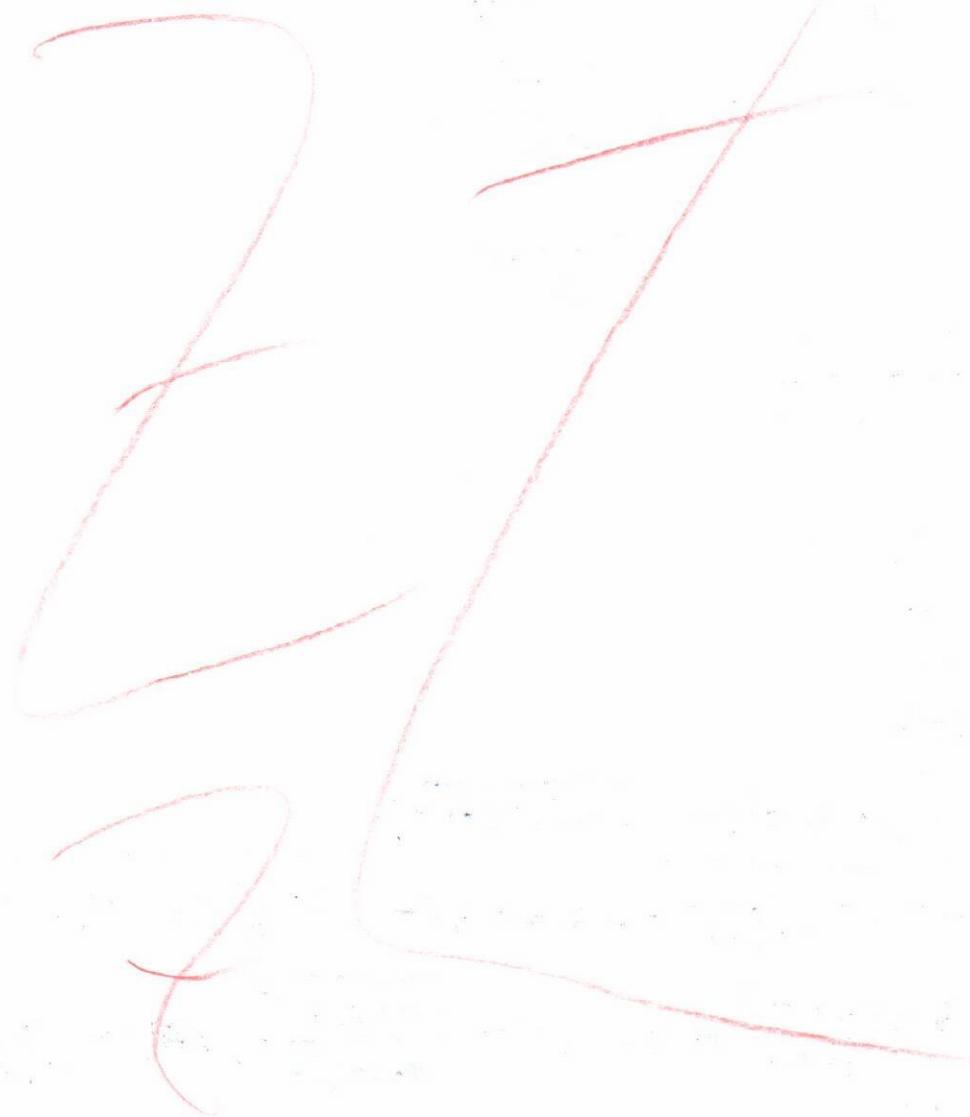
$$(2): \cancel{1,33} \approx \frac{4}{3}$$

$= 0,975 \text{ м} \approx 97 \text{ см}$ (округляем в
меньшую сторону, т.к. $1,33 < \frac{4}{3}$ и
 $\sqrt{4,0756} > 2$.)

$$h = 97 \text{ см}$$

Ответ: $h = 97 \text{ см}$

(24)



Черновик
№ 4.



$$\frac{\sin(90^\circ - \alpha)}{\sin B} = n = 1.33 = \frac{\sin 60^\circ}{\sin B} = \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot \sin B} \Rightarrow \sin B = \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot 1.33}$$



$$\cos \beta \cdot l = H - h$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} \geq \sqrt{1 - \frac{3}{4 \cdot 7,33^2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 7,33^2 - 3}{4 \cdot 7,33^2}} = \frac{3}{2 \cdot 7,33} > \frac{1}{7,33} =$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\ell}{H-h}$$

$$H - h = \frac{l}{\operatorname{tg} B} = \frac{l \cdot \cos B}{\sin B} = \frac{l \cdot \sqrt{4 \cdot 7,33^2 - 3}}{\sqrt{3}} \cdot 0,7 = \frac{0,7 \sqrt{4 \cdot 7,33^2 - 3}}{\sqrt{3}} =$$

$$\begin{array}{r}
 3.233 \\
 \times 3.4689 \\
 \hline
 3.0756 \\
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 = \frac{0.7 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.756}{\sqrt{3}} \approx 0.756 \cdot \frac{0.7}{\sqrt{3}} = \frac{0.7}{\sqrt{3}} \approx \frac{0.7}{1.73} \approx 0.81
 \end{array}$$

2	<u>7400</u>
<u>323</u>	<u>7384</u>
<u>323</u>	<u>2600</u>
<u>519</u>	<u>2557</u>
1211	
173	
<u>1211</u>	

~~29925~~ H-~~881~~=h ~~0,525~~

$$7,5 - 9,81 = 0,69 \text{ m} = 69 \text{ cm} = h$$

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{r}
 100 \\
 - 0 \\
 \hline
 100
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 1733 \\
 - 751 \\
 \hline
 1064
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 22 \\
 + 233 \\
 \hline
 233
 \end{array}
 \\[10pt]
 \begin{array}{r}
 937 \\
 - 640 \\
 \hline
 665
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 22 \\
 - 233 \\
 \hline
 17
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 17 \\
 + 1 \\
 \hline
 18
 \end{array}
 \\[10pt]
 \begin{array}{r}
 250 \\
 - 133 \\
 \hline
 117
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 931 \\
 + 1 \\
 \hline
 932
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 5 \\
 + 5 \\
 \hline
 10
 \end{array}
 \end{array}$$

Чертёжник

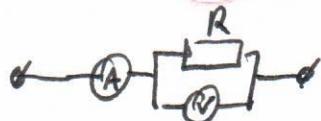
 $\sqrt{3}$.

$$U_1 = U_2$$

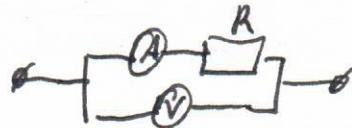
$$U_{A1} + U_{R1} = U_{A1} + U_{V1} = U_1 = U_{A2} + U_{R2} = U_{V2}$$

~~Рис~~

a)



б)



$$I_1 = I_R + I_V = 12 \mu A = 0,012 A$$

$$U_R = U_V = 9,6 B$$

$$R \cdot I_R = R_V \cdot I_V = 9,6 B$$

$$I_R = 12 \mu A - I_V \quad I_V = \frac{9,6}{R_V}$$

~~$R \cdot (12 - I_V) = R_V \cdot I_V$~~

~~$I_R = 0,012 A - I_V$~~

~~$R \cdot (0,012 - I_V) = R_V \cdot I_V$~~

~~$R \cdot (0,012 - \frac{9,6}{R_V}) = R_V \cdot \frac{9,6}{R_V}$~~

~~$R \cdot \frac{0,012 R_V - 9,6}{R_V} = 9,6$~~

~~$9,6 R_V = R \cdot R_V \cdot 0,012 - 9,6 R$~~

$$U_2 = U_1 + U_A \Rightarrow U_A = U_2 - U_1 = 12 B - 9,6 B = 2,4 B$$

$$R_A = \frac{U_A}{I_A} = \frac{U_A}{I_1} = \frac{2,4 B}{0,012 A} = \frac{2400}{12} \Omega m = 200 \Omega m$$

$$I_2 = I_R = 10 \mu A = 0,01 A$$

$$U_V = U_A + U_R = U_2 = 12 B$$

$$R_V \cdot I_{A2} = R_A \cdot I_2 + R \cdot I_2 = \\ - I_2 (R_A + R) = 12 B$$

$$R_V \cdot I_V = \frac{12}{R_V}$$

$$200 \cdot 0,01 + R \cdot 0,01 = 12$$

$$0,01 R = 10$$

$$R = 1000 \Omega m = 1 k \Omega m$$

25

Черновик

$$\sqrt{2}$$

$$V_{gr} = \frac{\frac{1}{2}S}{t_1} = \frac{\frac{1}{2}S}{\cancel{t_1}} = \cancel{\frac{1}{2}S}$$

~~$$S = \frac{\alpha t_1^2}{2} \quad \frac{1}{2}S = \frac{\alpha t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2S}{\alpha g}}$$~~

~~$$V_{gr} = \frac{\alpha t_1^2}{18t_1} = \frac{\alpha t_1}{18}$$~~

$$V_{gr} = \frac{S}{g \sqrt{\frac{2S}{\alpha g}}} = \frac{\sqrt{S\alpha}}{\cancel{g\sqrt{2S}} \sqrt{18}} = \sqrt{\frac{S\alpha}{18}}$$

$$V = a \cdot t_0$$

$$S = \frac{\alpha t_0^2}{2} \Rightarrow t_0 = \sqrt{\frac{2S}{\alpha}}$$

$$V = \sqrt{\frac{2S}{\alpha}} \cdot \alpha = \sqrt{2S\alpha} = \sqrt{\frac{S\alpha}{18} \cdot 36} = \sqrt{36} \cdot V_{gr} = 6V_{gr}$$

$$V = 6 \cdot 20 \text{ м} \cdot 1 \text{ г} = 60 \text{ см} \cdot \text{г}.$$

$$\sqrt{2}$$



$$V_1 = 0,5 V_0 + \frac{3}{4} V_0 \frac{1}{2} = \frac{7}{8} V_0$$

$$V_2 = \frac{1}{4} V_0 \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8} V_0$$

~~$$mg = p_1 \cdot S$$~~

$$mg + p_1 \cdot S = p_2 \cdot S$$

$$V_2 = \frac{1}{8} V_0 \quad V_1 = \frac{7}{8} V_0 \quad V_1 \cdot p_1 = \frac{1}{2} V_0 \cdot p_0$$

$$\frac{1}{8} V_0 \cdot p_1 = \frac{1}{2} V_0 \cdot p_0$$

$$p_2 = \frac{4}{7} p_0 - \text{нельзя} \quad \text{так как } p_{\text{ максимум}} = 2p_0$$

$$\frac{4}{7} p_1 = p_0$$

~~$$2p_0 = p_2$$~~

$$V_2 \cdot p_2 = \frac{1}{2} V_0 \cdot p_0$$

$$p_2 = \frac{4}{7} p_0$$

$$2p_0 \cdot S = mg + \frac{4}{7} p_0 \cdot S \quad p_2 = 4p_0$$

$$3,5 \text{ г} \cdot \text{см}^2 = 0,00035 \text{ г} \cdot \text{см}^2$$

$$m = \frac{S(2p_0 - \frac{4}{7} p_0)}{g} = \frac{S \cdot \frac{10}{7} p_0}{g} = \frac{10 S p_0}{7 g} = \frac{10 \cdot 0,00035 \text{ г} \cdot \text{см}^2 \cdot 2000 \text{ Н/с}}{7 \cdot 9,81} = \frac{2 \cdot 9,81}{7} = 9,1 \text{ г.}$$