

# Часть 1

Олимпиада: **Физика, 9 класс (1 часть)**

Шифр: **21204340**

ID профиля: **825886**

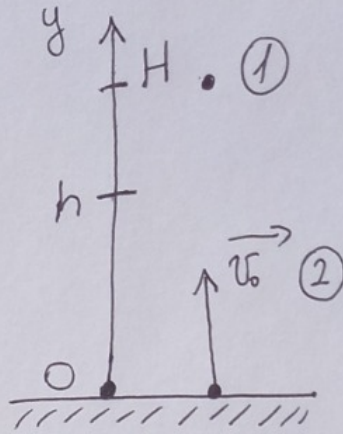
Вариант 1

Тумовик.

1 задание.

Найти:

- 1)  $H$  - макс. высота
- 2)  $h$  - высота встречи
- 3)  $\frac{S_1}{S_2}$ .



Решение: Уравнения движения:

$$1. h = H - \frac{gt^2}{2}$$

$$2. h = 0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\Rightarrow H - gt^2 = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = v_0 t$$

Рассмотрим 1-й мяч: за время  $t$  он достигает с  $H$  до  $h$ , если его вектор скорости повернуть на  $180^\circ$  на высоте  $h$ , то за это время  $t$  достигнет с  $h$  до  $H$ , а это значит, что 2-й мяч без столкновения до  $H$  достигнет за  $2t$ :  $H = 0 + v(2t) - \frac{g(2t)^2}{2}$

$$\Rightarrow H = 2H - 2gt^2 \Rightarrow 1) H = 2gt^2$$

$$2) h = H - \frac{gt^2}{2} = \frac{3}{2}gt^2$$

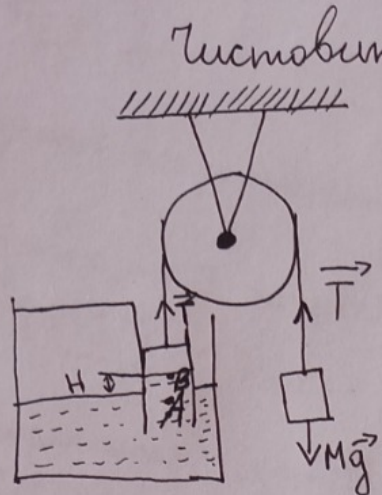
$$3) S_1 = H + (H - h); S_2 = h$$

$$\Rightarrow \frac{S_1}{S_2} = \frac{H + (H - h)}{h} = \frac{4gt^2 - \frac{3}{2}gt^2}{\frac{3}{2}gt^2} = \frac{\frac{5}{2}}{\frac{3}{2}} = \frac{5}{3}$$

Ответ: 1)  $2gt^2$ ; 2)  $\frac{3}{2}gt^2$ ; 3)  $\frac{5}{3}$

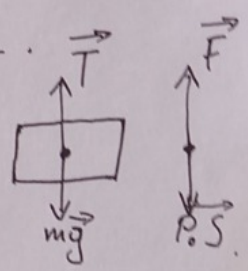
①

2 задание.



1) Сосуды сообщаются! т.к. на поверхности воды давление  $P_0$ , то в т.А давление тоже  $P_0$ , а значит в т.В - непосредственно над поршнем:  $P_B = P_0 - \rho g H = 100 \text{ кПа} - 1000 \text{ Па} = \underline{99 \text{ кПа}}$

2) Первый закон Ньютона:



$T = mg = T$ . Теперь рассмотрим покой поршня:

1-й з-н Ньютона:  $\vec{T} = m\vec{g} + \vec{F} + (P_0 \cdot S) = \vec{0}$

$\Rightarrow T + F = mg + P_0 \cdot S$ , где  $F$  - сила давления от т.В:  $F = (P_0 - \rho g H) \cdot S$

$\Rightarrow T + P_0 \cdot S - \rho g H S = mg + P_0 \cdot S$

$T = Mg \Rightarrow Mg = mg + \rho g H S$

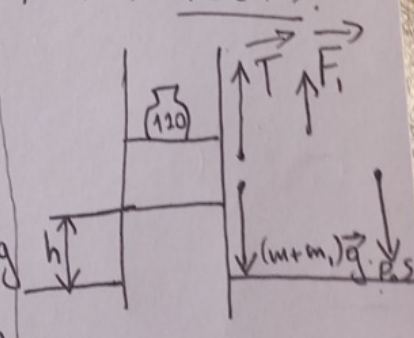
$M = m + \rho H S = 50 \text{ (г)} + 10^3 \cdot 0,1 \cdot 8 \cdot 10^{-4} \text{ (кг)} = 50 \text{ (г)} + 0,08 \text{ (кг)} = \underline{130 \text{ (г)}}$

3) Рассмотрим равновесие поршня:

Изменилась  $F$ , тогда  $F_1 = (P_0 - \rho g h) \cdot S$

$\Rightarrow$  По 1-му з-ну Ньютона:  $(P_0 - \rho g h) S + Mg = (m + m_1 - M) g$

$h = \frac{(m + m_1 - M)}{\rho S} = \frac{(50 + 120 - 130) \cdot 10^{-3}}{10^3 \cdot 8 \cdot 10^{-4}} = \frac{40}{8} \cdot 10^{-2} = 5 \text{ (см)}$



Ответ: 1)  $P = P_0 - \rho g H = 99 \text{ (кПа)}$

2)  $M = m + \rho H S = 130 \text{ (г)}$

3)  $h = \frac{m + m_1 - M}{\rho S} = 5 \text{ (см)}$

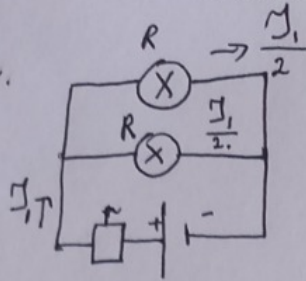
2

Чертовик.

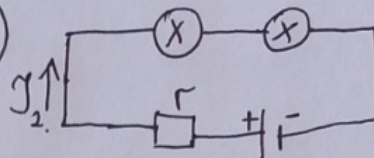
3

3 задание.

1)



2)



$r$  - внутреннее сопротивление источника, провода считаем идеальными!

т.к.  $R$  - одинаковые, то  $I_1$  делится пополам.

$$\Rightarrow P_1 = \left(\frac{I_1}{2}\right)^2 R = \frac{I_1^2 R}{4}; \quad P_2 = I_2^2 R$$

Напряжение на лампах: (з-нн Ома для цепи).

$$U_0 = I_1 r + \left(\frac{R \cdot R}{R+R}\right) \cdot I_1 = I_1 \left(r + \frac{R}{2}\right)$$

$$U_0 = r \cdot I_2 + 2R \cdot I_2 = I_2 (r + 2R)$$

$$\Rightarrow r = \frac{U_0}{I_1} - \frac{R}{2} = \frac{U_0}{I_2} - 2R \Rightarrow \text{Находим } R:$$

$$\frac{3}{2} R = U_0 \left(\frac{1}{I_2} - \frac{1}{I_1}\right) = U_0 \left(\frac{I_1 - I_2}{I_1 I_2}\right); \quad R = \frac{2U_0}{3} \left(\frac{I_1 - I_2}{I_1 I_2}\right)$$

$$\left\{ \begin{aligned} P_1 &= \frac{I_1^2}{4} \cdot \frac{2}{3} U_0 \left(\frac{I_1 - I_2}{I_1 I_2}\right) = \frac{U_0}{6} \cdot \frac{I_2}{I_1} (I_1 - I_2) \\ P_2 &= I_2^2 \cdot \frac{2}{3} U_0 \frac{I_1 - I_2}{I_1 I_2} = \frac{2U_0}{3} \frac{I_2}{I_1} (I_1 - I_2) \end{aligned} \right.$$

$$\Rightarrow P_1 = \frac{U_0}{6} \left(\frac{I_1 - I_2}{I_1 I_2}\right); \quad I_2 = \frac{I_1^2}{\frac{6P_1}{U_0} + I_1}$$

$$\Rightarrow P_2 = \frac{2U_0}{3} \cdot \frac{I_1}{\frac{6P_1}{U_0} + I_1} \cdot \left(\frac{I_1 - \frac{I_1^2}{\frac{6P_1}{U_0} + I_1}}{\frac{6P_1}{U_0} + I_1}\right) = \frac{2U_0}{3} \cdot \frac{I_1^2 \frac{6P_1}{U_0}}{\left(\frac{6P_1}{U_0} + I_1\right)^2}$$

$$\left(\frac{6P_1}{U_0} + I_1\right)^2 P_2 = \frac{2U_0}{3} I_1^2 \frac{6P_1}{U_0} \Rightarrow \left(\frac{6P_1}{U_0} + I_1\right) \sqrt{P_2} = 2 I_1 \sqrt{P_1}$$

$$\Rightarrow \frac{6P_1}{u_0} = I_1 \left( 2\sqrt{\frac{P_1}{P_2}} - 1 \right);$$

$$I_1 = \frac{6P_1}{u_0 \left( 2\sqrt{\frac{P_1}{P_2}} - 1 \right)} = \frac{120}{12 \left( 2 \cdot 1,74 - 1 \right)} \approx \boxed{4,03 \text{ A.}}$$

$$2) \quad I_2 = \frac{I_1^2}{\frac{6P_1}{u_0} + I_1} = \frac{I_1^2}{\frac{6P_1}{u_0} \left( 1 + \frac{1}{2\sqrt{\frac{P_1}{P_2}} - 1} \right)} = \frac{I_1^2}{\frac{6P_1}{u_0} \cdot \frac{2\sqrt{\frac{P_1}{P_2}}}{2\sqrt{\frac{P_1}{P_2}} - 1}} =$$

$$= \frac{\left( \frac{6P_1}{u_0} \right)^2 \cdot \frac{1}{\left( 2\sqrt{\frac{P_1}{P_2}} - 1 \right)^2}}{\frac{6P_1}{u_0} \cdot \frac{2\sqrt{\frac{P_1}{P_2}}}{2\sqrt{\frac{P_1}{P_2}} - 1}} = \frac{6P_1}{u_0} \cdot \frac{1}{4\frac{P_1}{P_2} - 2\sqrt{\frac{P_1}{P_2}}} =$$

$$= \frac{3P_1}{u_0 \left( 2\frac{P_1}{P_2} - \sqrt{\frac{P_1}{P_2}} \right)} = \frac{3 \cdot 20}{12 \cdot (3,03 - 2 - 1,74)} = \frac{5}{4,32} = \boxed{1,16 \text{ A.}}$$

# Часть 2

Олимпиада: **Физика, 9 класс (2 часть)**

Шифр: **21204340**

ID профиля: **825886**

Вариант 1

Торможение.

4 задание.

Дано:

$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

высота - H

масса майбры - m

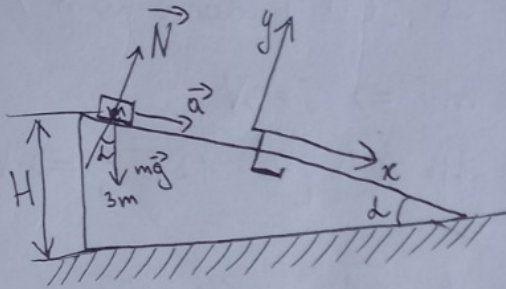
$$m_{\text{кулина}} = 3m$$

Найти: 1) t - ?

2)  $a_x$  - ?

3)  $t_x$  - ?

Решение:



1) Умак: II з-н Ньютона:  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$\Rightarrow x: mg \sin \alpha = ma$$

$$\Rightarrow a = g \sin \alpha = g \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$

Длина поверхности кулина  $L = \frac{H}{\sin \alpha}$

$$\Rightarrow L = \frac{at^2}{2} = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

2) Майбра давит на кулин с силой  $N = mg \cos \alpha$ .

Это сил x кулин закреплен с  $N_x = N \sin \alpha$

II з-н Ньютона:  $N_x = 3ma_x = mg \sin \alpha \cos \alpha$

$$\Rightarrow a_x = \frac{g \sin \alpha \cos \alpha}{3} = \frac{g}{3} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = \frac{4g}{25}$$

3) ЗСЭ:  $mgH = \frac{3mV^2}{2} + \frac{mV^2}{2}$ , где V - начальная скорость майбры,

V - конечная ск. кулина.

$a_x = \frac{V}{t}$ , t - требуемое время.

$$2gH = 3V^2 + V^2, t = \frac{V}{a_x}$$

1

Система клин + брусок замкнута, если смотреть по оси X,  
тогда вын-ся ЗСН (только по X!)

$$3mV = mV \Rightarrow V = 3v$$

$$\Rightarrow 2gH = 3V^2 + gV^2 = 12V^2; \Rightarrow V = \sqrt{\frac{gH}{6}}$$

$$\Rightarrow t = \frac{1}{a_x} \sqrt{\frac{gH}{6}} = \frac{25g}{4g} \sqrt{\frac{gH}{6}} = \frac{25}{4} \sqrt{\frac{H}{6g}}$$

Ответ: 1)  $\frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$

2)  $\frac{4g}{25}$

3)  $\frac{25}{4} \sqrt{\frac{H}{6g}}$

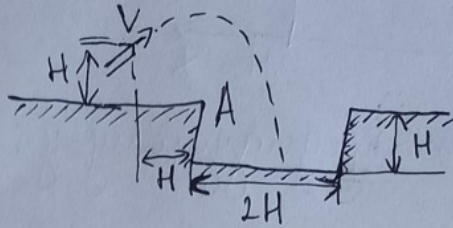
2



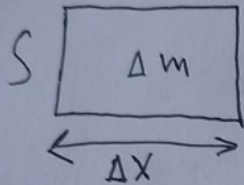
Пустовик.

5 задание:

Решение:



$$V = \sqrt{\frac{gH}{2}}$$



1) За малое время  $\Delta t$  вытекает вода:

$\Delta m = \Delta x \rho S$ ,  $\Rightarrow$  расход воды:

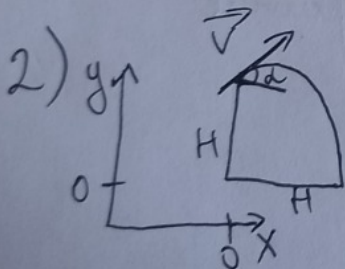
$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = \mu = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rho S V$$

Объем цилиндра:  $V = \pi R^2 \cdot H = \pi H^3$

$m$ -количественная масса воды (вода в цилиндре)

$$\Rightarrow m = \mu \Delta t = \mu t = \rho S V t = \rho V = \rho \pi H^3$$

$$\Rightarrow t = \frac{\pi H^3}{S V}; \quad V = \sqrt{0,5gH}$$



Кинематика:

$$y: 0 = H + V \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$$x: H = V \cos \alpha \cdot t$$

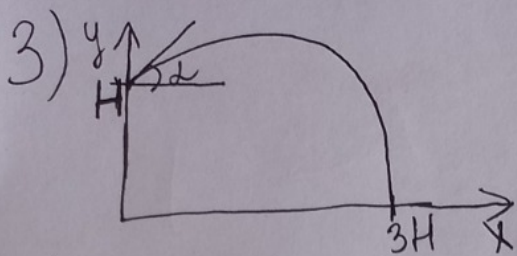
$$\Rightarrow t = \frac{H}{V \cos \alpha}$$

3

$$\Rightarrow H + V \sin \alpha \cdot \frac{H}{V \cos \alpha} = \frac{g}{2} \frac{H^2}{V^2 \cos^2 \alpha}$$

$1 + \tan \alpha = 1 + \tan^2 \alpha$  (справочная формула).

$\tan^2 \alpha = \tan \alpha, \Rightarrow \tan \alpha = 0$ , или  $\tan \alpha = 1$ . Оба варианта, т.е.  $\alpha = 0^\circ$  или  $\alpha = 45^\circ$ .



Аналогично предыдущему  $y: 0 = H + V \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$

$x: 3H = V \cos \alpha t, t = \frac{3H}{V \cos \alpha}$

$$\Rightarrow H + 3H \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{g}{2} \frac{9H^2}{V^2 \cos^2 \alpha} = \frac{g}{2} \frac{9H^2}{\cos^2 \alpha} \cdot \frac{2}{gH}$$

$$\Rightarrow 1 + 3 \operatorname{tg} \alpha = g \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} = g + g \operatorname{tg}^2 \alpha$$

$$\Rightarrow g \operatorname{tg}^2 \alpha - 3 \operatorname{tg} \alpha + 1 = 0$$

$$D = 9 - 4 \cdot g \cdot 1 < 0 \Rightarrow \text{Ура, таких углов нет.}$$

$\Rightarrow$  из второго пункта диапазон таков:

$\alpha \in [0^\circ; 45^\circ]$ , потому что это углы крайние для т.А, а вне  $\alpha$  струя не достигает т.А!

Ответ: 1)  $t = \frac{\pi H^3}{5V}, V = \sqrt{\frac{gH}{2}}$ ;

2)  $0^\circ, 45^\circ$ ;

3)  $\alpha \in [0^\circ; 45^\circ]$ .

4