

Часть 1

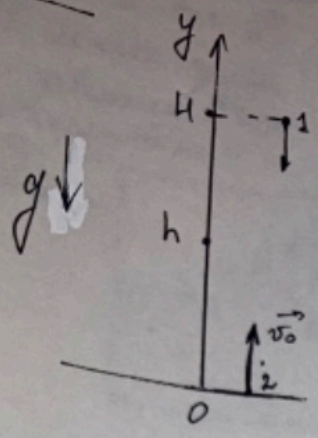
Олимпиада: **Физика, 9 класс (1 часть)**

Шифр: **21205412**

ID профиля: **341430**

Вариант 1

N1.



H - максимальная высота подъема первого мяча
 h - высота, на которой мячи столкнутся
 v_0 - начальная скорость, с которой девонка бросает мячи
 ось oy направлена так, как показано на рисунке

$$H = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}$$

1 мяч: $v_{0y} = 0$; $y_0 = \frac{v_0^2}{2g}$; $a_y = -g$; $t = \tau$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g\tau^2}{2}$$

2 мяч: $v_{0y} = v_0$; $y_0 = 0$; $a_y = -g$; $t = \tau$

$$h = v_0\tau - \frac{g\tau^2}{2}$$

$$\Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g\tau^2}{2} = v_0\tau - \frac{g\tau^2}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{v_0^2}{2g} = v_0\tau; v_0 = 2g\tau$$

$$\Rightarrow H = \frac{(2g\tau)^2}{2g} = 2g\tau^2$$

$$h = \frac{(2g\tau)^2}{2g} - \frac{g\tau^2}{2} = 2g\tau^2 - \frac{g\tau^2}{2} = 1,5g\tau^2$$

пути, пройденные мячиками до столкновения

первый мяч: $S_1 = H + (H - h) = 2H - h = 2 \cdot 2g\tau^2 - 1,5g\tau^2 =$

$$= 2,5g\tau^2$$

второй мяч: $S_2 = h = 1,5g\tau^2$

$$\Rightarrow \frac{S_1}{S_2} = \frac{2,5g\tau^2}{1,5g\tau^2} = \frac{2,5}{1,5} = \frac{5}{3}$$

Ответ: 1) $H = 2g\tau^2$; 2) $h = 1,5g\tau^2$; 3) $\frac{S_1}{S_2} = \frac{5}{3}$

N_2 . $p_0 = 100 \text{ кПа}$
 $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

M - масса груза
 p - давление в воде
 непосредственно
 над поршнем



$S = 8 \text{ см}^2 = 0,0008 \text{ м}^2$ | 1) p - ?
 $m = 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг}$ | 2) M - ?
 $H = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$ | 3) x - ?

рассмотрим шток, действующие на поршень:

$$mg + F = Fg + T$$

Fg - сила давления со стороны воды,
 N - сила, с которой поршень давит на воду
 ($N = Fg$ по III з.и.)

F - сила атмосферного давления
 T - сила натяжения нити
 ($T = Mg$ по III з.и.)

$$N = Fg = mg + F - T = mg + p_0 S - Mg$$

$$p_A = p_B; \quad p_B = p_0$$

$$p_A = \rho g H + \frac{N}{S} \Rightarrow \rho g H + \frac{N}{S} = p_0$$

$$\rho g H + \frac{mg + p_0 S - Mg}{S} = p_0 \quad | \cdot S$$

$$\rho g H S + mg + p_0 S - Mg = p_0 S$$

$$Mg = mg + \rho g H S \Rightarrow M = m + \rho \cdot H \cdot S$$

$$M = 0,05 + 1000 \cdot 0,1 \cdot 0,0008 = 0,05 + 0,08 = 0,13 \text{ кг}$$

$$p = \frac{N}{S} = \frac{mg + p_0 S - Mg}{S}$$

$$p = \frac{0,05 \cdot 10 + 100000 \cdot 0,0008 - 0,13 \cdot 10}{0,0008} = \frac{0,5 - 1,3 + 80}{0,0008} = 99 \text{ кПа}$$

рассмотрим ситуацию, когда на поршень поставим грузом
 массой $\Delta m = 120 \text{ г} = 0,12 \text{ кг}$

$$p_A = p_B; \quad p_B = p_0; \quad p_A = \rho g \cdot x + \frac{(m + \Delta m)g + p_0 S - Mg}{S}$$

$$\Rightarrow \rho g x + \frac{(m + \Delta m)g + p_0 S - Mg}{S} = p_0 \quad | \cdot S$$

$$\rho g x S + (m + \Delta m)g + p_0 S - Mg = p_0 S$$

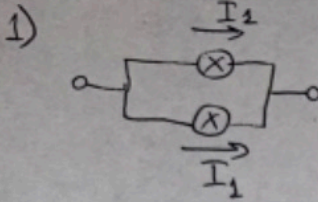
$$\rho g x S = Mg - (m + \Delta m)g$$

$$x = \frac{M - m - \Delta m}{\rho S}; \quad x = \frac{0,13 - 0,05 - 0,12}{1000 \cdot 0,0008} = -0,05 \text{ м}$$

знак минус означает, что поршень скатится ниже поверхности
 воды

Ответ: $p = 99 \text{ кПа}$, $M = 0,13 \text{ кг}$; $x = 0,05 \text{ м}$.

N3.

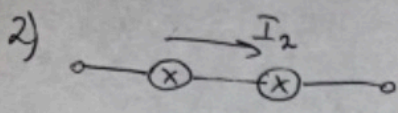


$U_0 = 12 \text{ В}$
 $P_1 = 20 \text{ Вт}$
 $I_1 = ?$

$P_1 = U_0 \cdot I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{P_1}{U_0}$

$I_1 = \frac{20}{12} \approx 1,67 \text{ А}$

- на каждой лампочке ток одинаковой, т.к. лампочки одинаковые и напряжение на них одинаковое (т.к. соединение параллельное)



$U_0 = 12 \text{ В}$
 $P_2 = 6,6 \text{ Вт}; I_2 = ?$

напряжение на первой лампочке - U_1 , на второй - U_2

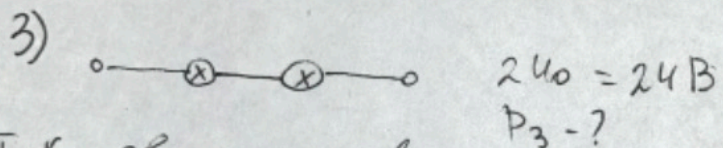
$U_1 + U_2 = U_0$

$P_2 = U_1 \cdot I_2 = U_2 \cdot I_2 \Rightarrow U_1 = U_2 = \frac{U_0}{2}$

$P_2 = \frac{U_0}{2} \cdot I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{2P_2}{U_0}; I_2 = \frac{2 \cdot 6,6}{12} = 1,1 \text{ А}$

ток на обеих лампочках одинаковой, т.к. они соединены последовательно.

1,2) Ответ: $I_1 = 1,67 \text{ А}; I_2 = 1,1 \text{ А}$.



$2U_0 = 24 \text{ В}$
 $P_3 = ?$

т.к. две одинаковые лампочки соединены последовательно, то на каждой из них напряжение $\frac{2U_0}{2} = U_0$, а мы знаем, что если напряжение на лампочке U_0 , то на ней выделяется мощность $P_1 = 20 \text{ Вт}$ (из первого пункта: P_1 нам дано, в первом пункте лампочки соединены параллельно и подключены к источнику напряжением U_0 , значит на каждой лампочке было напряжение U_0)

$P_3 = P_1$

3) Ответ: $P_3 = P_1 = 20 \text{ Вт}$

Часть 2

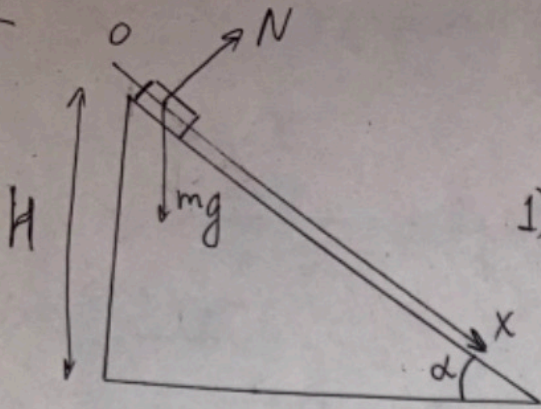
Олимпиада: **Физика, 9 класс (2 часть)**

Шифр: **21205412**

ID профиля: **341430**

Вариант 1

N4.



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

$$m; 3m$$

$$1) t_1 - ?$$

II з. Ньютона для шайбы на ось в первом случае:

$$1) mg \cdot \sin \alpha = ma$$

$$\Rightarrow a = g \cdot \sin \alpha$$

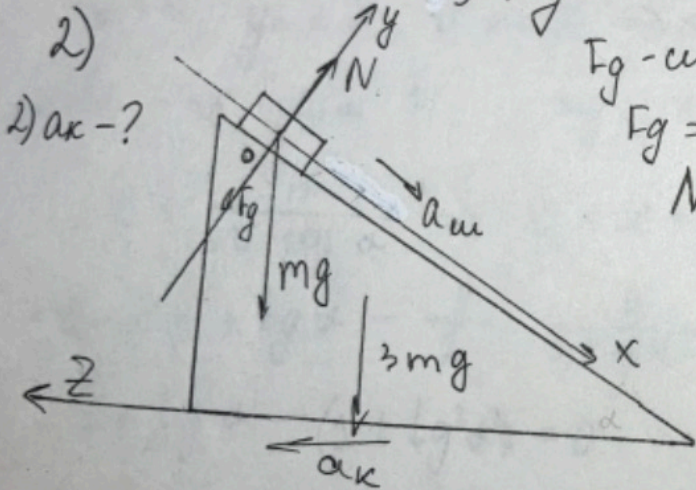
$$\frac{at_1^2}{2} = \frac{H}{\sin \alpha}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$\Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2H}{a \cdot \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g \cdot \sin \alpha \cdot \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{3}{5}}} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$\frac{2H}{\frac{12}{25}g} = \frac{25 \cdot 2H}{12g} = \frac{5}{6} \sqrt{\frac{H}{g}} = \frac{5 \sqrt{6}}{6} \sqrt{\frac{H}{g}}$$

Ответ: 1) $t_1 = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$



F_g - сила давления шайбы на клин

$$F_g = N \text{ по III з. Н.}$$

$$N = mg \cdot \cos \alpha$$

II з Ньютона для клина на ось z:

$$3m \cdot a_k = F_g \cdot \sin \alpha$$

$$a_k = \frac{F_g \cdot \sin \alpha}{3m} = \frac{mg \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{3m}$$

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

Ответ: 2) $a_k = \frac{4}{25} g$

N5. 1) t_1 ? (t_1 - время, за которое бак наполнится водой) (V - объем цилиндра (бака))

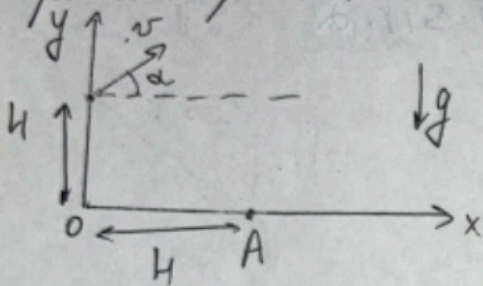
$$t_1 \cdot S \cdot v = V$$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{V}{S \cdot v} = \frac{H \cdot \pi H^2}{S \cdot v} = \frac{\pi H^3}{S \cdot \sqrt{0,5gH}} = \frac{\sqrt{0,5gH} \cdot \pi H^3}{0,5gHS} =$$

$$= \frac{2\sqrt{0,5gH} \cdot \pi H^2}{gS}$$

Ответ: $t_1 = \frac{2\sqrt{0,5gH} \cdot \pi \cdot H^2}{gS}$

2) рассмотрим небольшую порцию воды:



введем α ? ox и oy как показано на рисунке

$$x = x_0 + v_x t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$y = y_0 + v_y t + \frac{a_y t^2}{2}$$

$$x_0 = 0; y_0 = H; v_x = v \cdot \cos \alpha; v_y = v \cdot \sin \alpha; a_x = 0; a_y = -g$$

$$ox: H = v \cdot \cos \alpha \cdot t; oy: 0 = H + v \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{H}{v \cdot \cos \alpha} \Rightarrow 0 = H + v \cdot \sin \alpha \cdot \frac{H}{v \cdot \cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{H^2}{v^2 \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$0 = 1 + \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2} \cdot \frac{H}{0,5gH \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$1 + \operatorname{tg} \alpha - (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) = 0$$

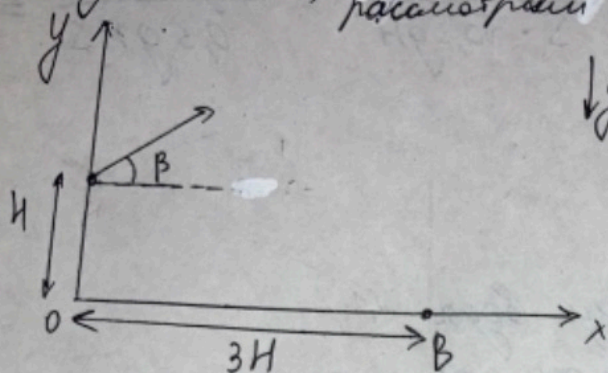
$$\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg}^2 \alpha = 0$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = 1 \quad (\text{i.k. } \operatorname{tg} \alpha \neq 0)$$

$$\text{т.к. } \operatorname{tg} \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

Ответ: $\alpha = 45^\circ$

№5. 3) чтобы найти диапазон, мы должны рассмотреть крайние случаи: когда вода попадает в т. А и когда струя воды попадает в т. В; случай с т. А рассмотрен в пункте 2), в этом случае также угол равен 1, рассмотрим второй случай



направим ось ox и oy как показано на рисунке
 $x = x_0 + v_x t + \frac{a_x t^2}{2}$
 $y = y_0 + v_y t + \frac{a_y t^2}{2}$
 $x_0 = 0; y_0 = H; v_x = v \cdot \cos \beta$
 $v_y = v \cdot \sin \beta$

$$a_x = 0; a_y = -g$$

$$ox: 3H = v \cdot \cos \beta t$$

$$oy: 0 = H + v \cdot \sin \beta \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{3H}{\cos \beta \cdot v}$$

$$\Rightarrow 0 = H + v \cdot \sin \beta \cdot \frac{3H}{\cos \beta \cdot v} - \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{3H}{\cos \beta \cdot v} \right)^2$$

$$0 = H + 3H \cdot \operatorname{tg} \beta - \frac{g}{2} \cdot \frac{9H^2}{\cos^2 \beta \cdot v^2}$$

$$1 + 3 \operatorname{tg} \beta - \frac{g}{2} \cdot \frac{9H}{\cos^2 \beta \cdot 0,5gH} = 0$$

$$1 + 3 \operatorname{tg} \beta - 9(1 + \operatorname{tg}^2 \beta) = 0$$

$$1 + 3 \operatorname{tg} \beta - 9 - 9 \operatorname{tg}^2 \beta = 0$$

$$9 \operatorname{tg}^2 \beta - 3 \operatorname{tg} \beta + 8 = 0$$

путем преобразования получаем

$$9 \operatorname{tg}^2 \beta - 3 \operatorname{tg} \beta + 1 = 0$$

$$D = 0; \operatorname{tg} \beta = \frac{6}{18} = \frac{1}{3}$$

Ответ: 3) $\frac{1}{3} \leq \operatorname{tg} \varphi \leq 1$

φ - угол, под которым мы направляем струю, в общем случае