Часть 1

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

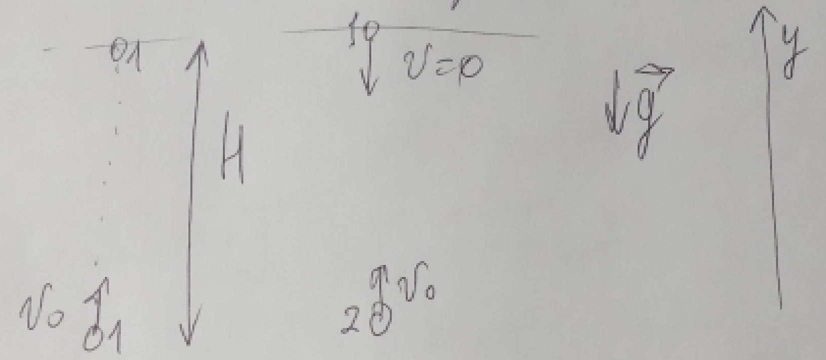
Шифр: **21206549**

ID профиля: **815904**

Вариант 2

Задача 1. Чистовик.

Пусть скорость, с которой девочка бросает мяч равна v_0. А высота подъема 1 мяча равна H.



В момент, когда 1 мяч достиг максимальной высоты, его скорость была равна 0.

$$v = v_0 - gt.$$

При $v=0$ $v_0 - gt_1 = 0$, т.е. $t_1 = \frac{v_0}{g}$.

t_1 – время подъема 1 мяча.

Рассмотрим ситуацию, когда 1 мяч падал с высоты H без начальной скорости, а второй мяч летел с земли со скоростью v_0:

Для 1:

„y": $y = H - \frac{gt^2}{2}$

Для 2:

„y": $y = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$.

Когда мячи столкнулись их высота была одинаковая, т.е.

$$H - \frac{gt_2^2}{2} = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2},$$

где t_2 – время полета 2 мяча до столкновения

$$v_0 t_2 = H.$$

H – высота подъема 1 мяча. Т.е. он долетел до H, когда его скорость равна 0, т.е. за время t_1.

$$H = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = \frac{v_0 \cdot v_0}{g} - \frac{g \cdot \left(\frac{v_0}{g}\right)^2}{2} =$$

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

т.к. $v_0 t_2 = H$, то

$$v_0 \cdot t_2 = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$t_2 = \frac{v_0}{2g}.$$

$\tau = t_1 + t_2$ (время подъема 1 и время падения до встречи)

$$\tau = \frac{v_0}{g} + \frac{v_0}{2g} = \frac{3 v_0}{2g}$$

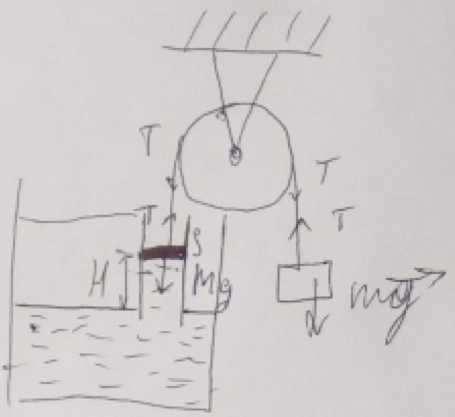
$$\boxed{v_0 = \frac{2}{3} \cdot \tau \cdot g}$$

$$t_2 = \frac{v_0}{2g} = \frac{\frac{\cancel{2}}{3}\tau \cancel{g}}{\cancel{2g}} = \frac{\tau}{3}$$ – время второго мяча до встречи.

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{\left(\frac{2}{3}\tau g\right)^2}{2g} = \frac{\overset{2}{\cancel{4}}\,\tau^2 \cdot g^{\cancel{2}}}{9 \cdot \cancel{2} \cdot \cancel{g}} = \frac{2}{9}\tau^2 \cdot g$$

Ответ: 1) $\frac{\tau}{3}$ 2) $\frac{2}{9}\tau^2 \cdot g$ 3) $\frac{2}{3}\tau \cdot g$

Задача 2. Чистовик



$m = 250\,г = 0{,}25\,кг$

$H = 20\,см = 0{,}2\,м$

$S = 9\,см^2 = 0{,}0009\,м^2$

1) $p_1 = p_0 + \rho_в \cdot g \cdot H = 100000\,Па + 1000 \cdot 10 \cdot 0{,}2\,Па =$
$= 100\,000 + 2000 = 102\,000\,Па = 102\,кПа$

2) Т.к. система находится в равновесии, то для тела массой m, ускорение равно 0.
Т.е. $m \cdot 0 = T - mg$
$T = mg$.

Т.к. нить невесома и нерастяжима, то сила натяжения нити, действующая на поршень тоже равна T.

Пусть M – масса поршня.

Тогда из равновесия поршня:

$T = Mg + F_{давления}$.

$F_{давления} = p \cdot S = \rho_в \cdot g \cdot H \cdot S$

$T = mg$

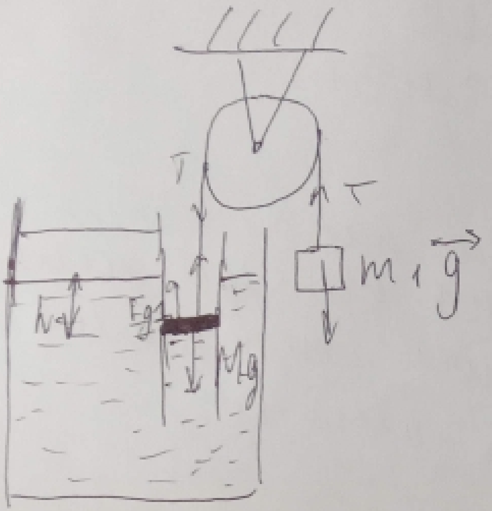
$Mg = T - F_{давления} = mg - \rho_в \cdot g \cdot H \cdot S$

$M = m - \rho_в \cdot H \cdot S = 0{,}25 - 1000 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}0009 =$
$= 0{,}07\,кг = 70\,г$

3) $m_1 = m : 10 = 250\,г : 10 = 25\,г = 0{,}025\,кг$

21206549 (U815904 M1282124)

Чистовик



$T = m_1 g$ (аналогично п. 2)

Из равновесия поршня:

$$T + F_{давл.1} = M \cdot g$$

$$m_1 g + F_{давл.1} = Mg$$

Пусть h – расстояние от поверхности воды до поршня.

$$F_{давл.1} = \rho_в \cdot g \cdot h \cdot S$$

$$m_1 g + \rho_в \cdot g \cdot h \cdot S = M \cdot g$$

$$h = \frac{M - m_1}{\rho_в \cdot S}$$

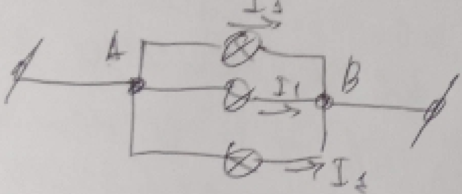
$$h = 0{,}05 \text{ м} = 5 \text{ см}$$

Ответ: 1) 102 кПа 2) 0,07 кг 3) 0,05 м ниже уровня воды.

В) Если бы вода была ниже поршня, то силы бы не уравновесились, т.к. $Mg > T$.

Задача 3. Листовик

1)



$U_0 = 6$ В

$P_1 = 2,4$ Вт

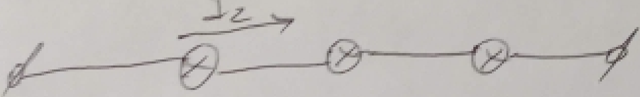
$P = U \cdot I$

Т.к. лампочки соединены параллельно и общее напряжение равно 6В, то напряжение на каждой лампочке 6В. (разность потенциалов между A и B постоянна и равна 6В)

$I = \frac{P}{U}$

$I_1 = \frac{P_1}{U_0} = \frac{2,4}{6} = 0,4$ А

2)



$U_0 = 6$ В

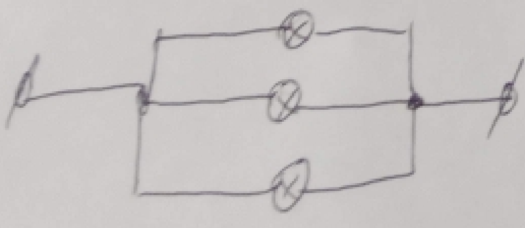
$P_2 = 0,5$ В

Т.к. лампочки соединены последовательно, то сумма напряжений на всех лампочках равна общему напряжению. Т.е. напряжение на каждой лампе равно $\frac{U_0}{3} = \frac{6В}{3} = 2В$.

$I = \frac{P}{U}$

$I_2 = \frac{0,5 Вт}{2В} = \frac{P_2}{\left(\frac{U_0}{3}\right)} = 0,25$ А

3)



$U_1 = \frac{U_0}{3} = \frac{6В}{3} = 2В$

Чистовик

Аналогично п. 1 на каждой лампе будет напряжение равное напряжению всей цепи, т.е. 2 В.

Хотя лампы накаливания и нелинейные элементы, но при постоянном напряжении через них течет постоянный ток.

Из п. 2, где напряжение на каждой лампе равно также 2 В, через лампу течет ток 0,25 А при напряжении 2 В.

В п. 3 на каждой лампе напряжение 2В, значит и ток через каждую лампу равен тоже 0,25 В (ВАХ лампы)

Значит $P = U \cdot I = 2B \cdot 0{,}25\,A = 0{,}5\,Вт$

Ответ: 1) 0,4 А 2) 0,25 А 3) 0,5 Вт

Часть 2

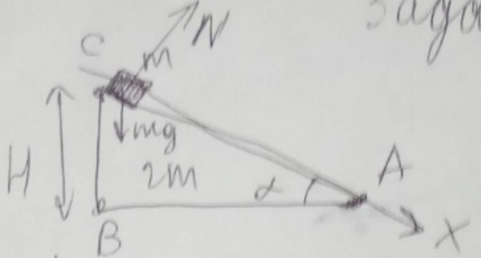
Олимпиада: **Физика, 9 класс (2 часть)**

Шифр: **21206549**

ID профиля: **815904**

Вариант 2

Задача 4. Чистовик



$\cos\alpha = \frac{3}{5}$

1) На Ox для шайбы: (2 закон Ньютона)

$$m\cdot a = mg\cdot\cos(90^\circ-\alpha)$$

$$\boxed{a = g\cdot\sin\alpha}$$

$$BC = H;\ \angle A = \alpha;\ \angle B = 90^\circ \Rightarrow AC = \frac{BC}{\sin\alpha}$$

$$AC = \frac{H}{\sin\alpha}$$

$$\cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1$$

$$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$AC = \frac{H}{\frac{4}{5}} = \frac{5}{4}H$$

По Ox для шайбы:

$$\frac{at^2}{2} = AC$$

$$g\sin\alpha\cdot t^2 = \frac{5}{2}H$$

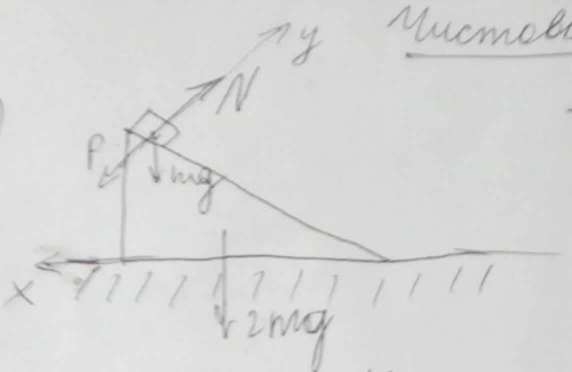
$$t^2 = \frac{5H}{2g\sin\alpha}$$

$$t = \sqrt{\frac{5H}{2g\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{5\cdot H\cdot 5}{2g\cdot 4}} = \sqrt{\frac{25H}{8g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{25H}{8g}} = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}$$

Чистовик

2)



$\vec{N} = -\vec{P}$

2 Закон Ньютона для шайбы на Oy:

$N = mg \cdot \cos\alpha$ (т.к. ускорение шайбы по $Oy = 0$)

$P = N$

$P = mg\cos\alpha$.

2 Закон Ньютона для клина на Ox:

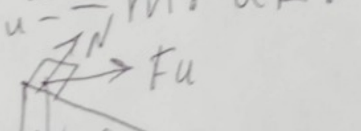
$2m \cdot a_k = P \cdot \sin\alpha$

$2\cancel{m} \cdot a_k = \cancel{m}g\cos\alpha \cdot \sin\alpha$

$a_k = \dfrac{g\cos\alpha \cdot \sin\alpha}{2} = \dfrac{g \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5}}{2} = 0{,}24g$

3) Введем силу инерции для шайбы, равную

$\vec{F_и} = -m \cdot \vec{a_k}$.



2 Закон Ньютона для шайбы на Ox:

$m \cdot a_ш = F_и \cdot \cos\alpha + mg \cdot \sin\alpha$

$\cancel{m} \cdot a_ш = \dfrac{\cancel{m} \cdot g\cos\alpha \cdot \sin\alpha}{2} \cdot \cos\alpha + \cancel{m}g \cdot \sin\alpha$

Чистовик

$$a_м = \frac{g\cos^2\alpha\cdot\sin\alpha}{2} + g\sin\alpha = g\sin\alpha\left(\frac{\cos^2\alpha}{2}+1\right)$$

$$\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{a_м t^2}{2}$$

$$\frac{2H}{a_м\cdot\sin\alpha} = t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g\sin\alpha\cdot\sin\alpha\left(\frac{\cos^2\alpha}{2}+1\right)}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha\left(\frac{\cos^2\alpha}{2}+1\right)}} = \sqrt{\frac{2H}{g\cdot\frac{16}{25}\cdot\left(\frac{9}{50}+1\right)}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2H}{g\cdot 0{,}64\cdot 1{,}18}} \approx \sqrt{2{,}65\cdot\frac{H}{g}}$$

Ответ: 1) $\frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}$; 2) $0{,}24g$; 3) $\approx\sqrt{2{,}65\frac{H}{g}}$

21206549 (U815904 M1282125)

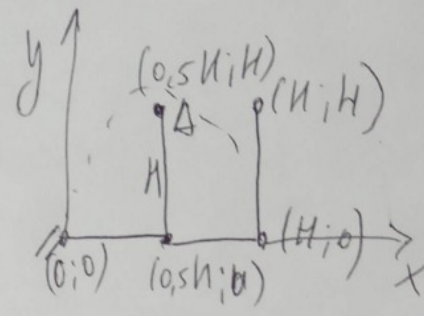
Задача 5. Чистовик

1) $V_б = (0{,}25H)^2 \cdot \pi \cdot H = 0{,}0625\pi \cdot H^3$

т.к. поперечные размеры малы, то можно считать не объём воды, а площадь.

$S \cdot v \cdot t = V_б$

$$t = \frac{0{,}0625\pi \cdot H^3}{S \cdot \sqrt{2{,}5gH}}$$



2) Движение воды по Ox:

$$x = v_0 \cos\alpha \cdot t$$

по Oy:

$$y = v_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{x}{v_0 \cos\alpha}$$

$$y = \frac{\cancel{v_0} \sin\alpha \cdot x}{\cancel{v_0} \cos\alpha} - \frac{g \cdot x^2}{2v_0^2 \cdot \cos^2\alpha}$$

$$(*)\quad y = x \cdot tg\alpha - \frac{\cancel{g} \cdot x^2}{5\cancel{g}H \cdot \cos^2\alpha}$$

У точки A координаты $(0{,}5H; H)$ и она принадлежит параболе $(*)$, т.е.

$$H = 0{,}5H \cdot tg\alpha - \frac{H^2}{20H \cdot \cos^2\alpha} \;\Big|\cdot \frac{20}{H}$$

$$20 = 10\,tg\alpha - \frac{1}{\cos^2\alpha} = 10\,tg\alpha - 1 - tg^2\alpha$$

$$tg^2\alpha - 10\,tg\alpha + 21 = 0$$

Чистовик

$(tg\alpha - 7)(tg\alpha - 3) = 0$

$tg\alpha = 7$ или $tg\alpha = 3$

$\alpha \approx 81{,}9^\circ$ $\alpha \approx 71{,}6^\circ$

3) Чтобы вода попала в бочку необходимо, чтобы она была выше точки A и ниже верхней точки другой стенки бочки, т.е.

$$(3)\begin{cases} H \le tg\alpha \cdot \frac{1}{2}H - \frac{gH^2}{4\cdot 5\cdot g\cdot H\cdot \cos^2\alpha} & (1) \\ H \ge tg\alpha \cdot H - \frac{gH^2}{5gH\cdot \cos^2\alpha} & (2) \end{cases}$$

$$(1)\quad 1 \le \frac{1}{2}tg\alpha - \frac{1}{20\cos^2\alpha} \quad |\cdot 20$$

$$20 \le 10tg\alpha - 1 - tg^2\alpha$$

$$(tg\alpha - 7)(tg\alpha - 3) \le 0$$

$$tg\alpha \in [3; 7]$$

$$(2)\quad 1 \ge tg\alpha - \frac{1}{5\cos^2\alpha} \quad |\cdot 5$$

$$5 \ge 5tg\alpha - 1 - tg^2\alpha$$

$$(tg\alpha - 2)(tg\alpha - 3) \ge 0$$

$$tg\alpha \in (-\infty; 2] \cup [3; +\infty)$$

Чистовик

$$\begin{cases} tg\alpha \in [3;7] \\ tg\alpha \in (-\infty;2] \cup [3;+\infty) \end{cases} \Rightarrow tg\alpha \in [3;7]$$

При значениях $\left[\begin{array}{l} tg\alpha = 3 \\ tg\alpha = 7 \end{array}\right.$ вода будет попадать точно в край бочки. При этом при $tg\alpha = 3$ вода попадает в оба края бочки, а при $tg\alpha = 7$ только в A. Невозможно точно сказать, будет ли попадать вода в бочку при $tg\alpha = 3$ и $tg\alpha = 7$. Скорее всего будет попадать некоторая её часть из-за брызг. Поэтому можно включать границы в диапозон, а можно и не включать.

Ответ: 1) $\dfrac{0{,}0625H^3}{S\sqrt{2{,}5gH}}$; 2) $tg\alpha = 3$, $tg\alpha = 7$

3) $tg\alpha \in (3;7)$ (Интервал от 3 до 7)