Часть 1

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

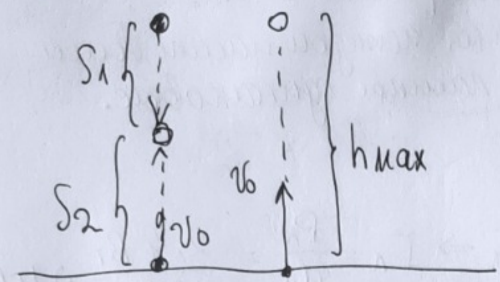
Шифр: **21204118**

ID профиля: **275325**

Вариант 2

Вариант 09-02. Часть I.

Задача №1.



1) Введём v_0 – нач. скорость.

2) Запишем уравнения для подъема мяча наверх на макс. высоту h_{max}:

$$\begin{cases} v_0 \cdot t_0 - \dfrac{g t_0^2}{2} = h_{max} \\ v_0 = g t_0 \end{cases};$$

(т.к. $v_{верт} = 0$ при h_{max})

$$g t_0^2 - \frac{g t_0^2}{2} = h_{max} \Rightarrow h_{max} = \frac{g t_0^2}{2}. \quad (1)$$

3) Рассмотрим вторую часть движения:

1) $v_0 = v_0$ в прошлой части $= g t_0$.

2) Запишем уравнения движения для обоих мячей:

$$\begin{cases} \dfrac{g t_1^2}{2} = S_1 \\ v_0 t_1 - \dfrac{g t_1^2}{2} = S_2 \end{cases}$$

$v_0 t_1 = S_2 + S_1 = h_{max}$;

$\xrightarrow{из (1)}$ $\left. \begin{matrix} v_0 t_1 = \dfrac{g t_0^2}{2}; \\ (v_0 = g t_0) \end{matrix} \right\} \Rightarrow \cancel{g} \cancel{t_0} t_1 = \dfrac{\cancel{g} t_0^{\cancel{2}}}{2};$

$\underline{t_1 = \dfrac{t_0}{2}}$.

3) $\tau = t_1 + t_0 = 1{,}5 t_0 = 3 t_1$; $t_0 = \frac{2}{3}\tau$.

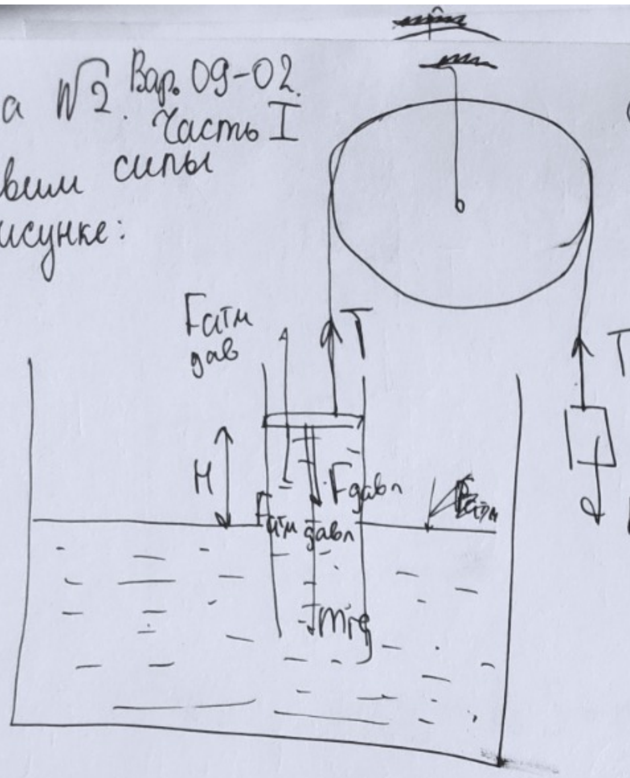
① Тогда $t_1 = \frac{\tau}{3}$ – время полёта второго мяча до столкновения.

② $h_{max} = \frac{g t_0^2}{2} = \frac{g \frac{4}{9}\tau^2}{2} = \frac{2 g \tau^2}{9}$ – макс. высота, которую достиг I мяч.

③ $v_0 = g t_0 = \frac{2 g \tau}{3}$ – скорость, с которой были брошены мячи.

Задача №2. Вар. 09-02.
Часть I

Расставим силы на рисунке:



① Для груза:
$m_г g = T$

Для поршня: ($F_{атм\,дав}$ аннулируем, сила давления будет „засасывать" поршень)

$F_{давл} + m_п g = T$

$m_п g = T - F_{давл}$

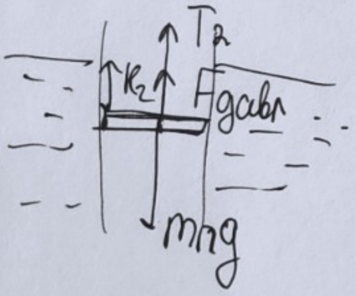
2) $F_{давл} = \rho_в g H \cdot S$.

тогда $m_п = m_г - \rho_в H \cdot S =$
$= 70 г. = 0{,}07 кг.$
(численно)

②

$P_{под\ поршнем} = P_0 - \rho_в g H =$
$= 98 кПа.$

③ Теперь $T_2 = \frac{m_г g}{10}$. Заметим, что в этом случае сила давления со стороны жидкости будет выталкивать поршень наверх, т.к. $T_2 < m_п g$. Сразу аннулируем $F_{атм\,дав}$, т.к. она действует на поршень с двух сторон.



Запишем ур. статики: $m_п g = \frac{m_г g}{10} + F_{давл}$;

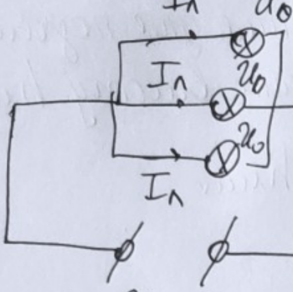
$F_{давл_2} = \rho_в g H_2 S$; $m_п = 0{,}1 m_г + \rho_в H_2 S$;

$$H_2 = \frac{m_п - 0{,}1 m_г}{\rho_в S} = 0{,}05 м = 5 см.$$

$m_T = 250$ г

Задача №3. Вариант 09-02. Часть I.

(I)



$U_0 = 6$ В

При параллельном подключении на каждой лампе было напряжение U_0.

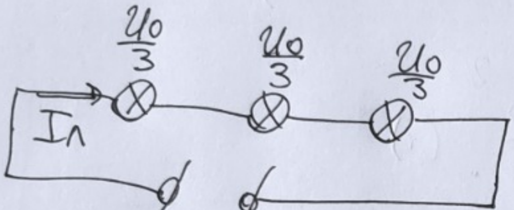
Силы тока на каждой лампе были равны; т.к. лампы одинаковые.

$P = UI$;

(1) $P_л = U_0 \cdot I_л \Rightarrow I_л = \frac{P_л}{U_0} = \frac{2{,}4\text{ Вт}}{6\text{ В}} = 0{,}4$ А.

~~Ответ: I~~ $R_1 = 15\,\Omega = \frac{U}{I}$

(2)

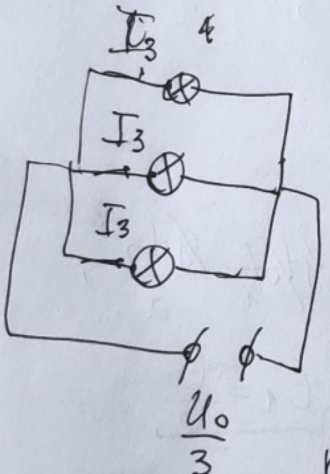


При последовательном подключении $U_л = \frac{U_0}{3}$; т.к. I лампы для всех один.

Тогда $P_2 = U_л \cdot I_2$; $I_2 = \frac{P_2}{U_л} = \frac{0{,}5\text{ Вт}}{2\text{ В}} = 0{,}25$ А.

$R_2 = 8\,\Omega$. Значит, ВАХ лампы нелинейный.

(3)



В этом случае $U_л = \frac{U_0}{3}$ В т.к. лампы подключены параллельно к источнику.

~~Тогда, получаются такие же параметры как и во в~~ Тогда получаются такие же значение как и во II пункте, т.к. во II пункте тоже $U_л = \frac{U_0}{3}$. Итого $P_3 = 0{,}5$ Вт.

Ответ: 1) $I_1 = 0{,}4$ А. 2) $I_2 = 0{,}25$ А; 3) $P_3 = 0{,}5$ Вт.

Часть 2

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

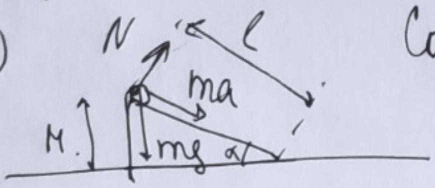
Шифр: **21204118**

ID профиля: **275325**

Вариант 2

Задача №4. Клин удерживают. рассмотрим силы на шайбу.

(1)



Согласно II з-н Ньютона: $ma = mg\sin\alpha$;

$a = g\sin\alpha$.

Пусть длина поверхности клина $= l$.

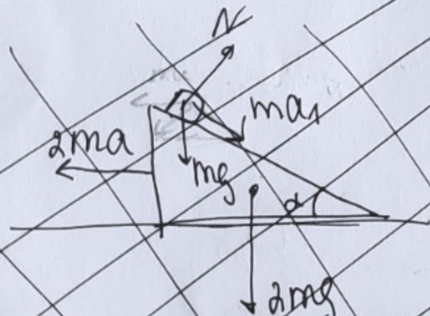
Тогда $l\sin\alpha = H \Rightarrow l = \frac{H}{\sin\alpha}$.

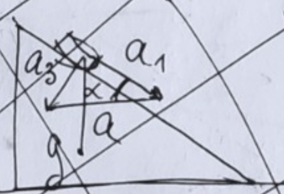
Согласно формуле $S = \frac{at^2}{2}$; $l = \frac{at^2}{2}$; $\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{g\sin\alpha\, t^2}{2}$;

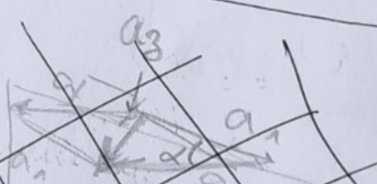
$t = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}}$. ~~Численно t =~~ $= \sqrt{\frac{2H\cdot 25}{g\,16}} = \sqrt{\frac{50}{16}\frac{H}{g}} = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}$.

(Если $\cos\alpha = \frac{3}{5}$; то $\sin\alpha = \frac{4}{5}$.)

(2) ~~В НеИСО клина:~~







~~Запишем т. косинусов для треуг. ускорений:~~

$\cancel{a_3^2 = a_1^2 + a^2 - 2a_1 a\cos\alpha}$

$\cancel{a_3 = \sqrt{\frac{a^2}{\cos^2\alpha} + a^2 - 2a^2} = a\sqrt{\frac{1}{\cos^2\alpha} - 1} = a\sqrt{\frac{16}{9}} = \frac{4a}{3}}$

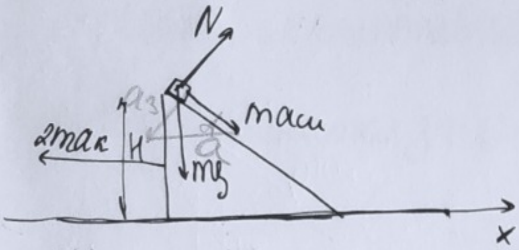
~~Связь на отсутствие отрыва в системе:~~

$\cancel{a_1\cos\alpha = a}$;

$\cancel{a_1 = \frac{a}{\cos\alpha} = \frac{5a}{3}}$.

21204118 (U275325 M1279474)

② Если $\cos\alpha = \frac{3}{5}$; то $\sin\alpha = \frac{4}{5}$



На клин действует N.

$$\left.\begin{aligned} N\sin\alpha &= 2m a_{клина}. \\ N &= mg\cos\alpha \end{aligned}\right\} \Rightarrow mg\cos\alpha\sin\alpha = 2m a_{клина}$$

$$a_{клина} = \frac{g\cos\alpha\sin\alpha}{2} = \frac{g}{2}\cdot\frac{12}{25} = \frac{12}{50}g.$$

③ В НеИСО клина:

$$l = \frac{H}{\sin\alpha}.$$

$S = \frac{at^2}{2}$; $\frac{H}{\sin\alpha} = \frac{a_ш\cdot t^2}{2}$; $t = \sqrt{\frac{2H}{\sin\alpha\cdot a_ш}} =$

В НеИСО связь на безотрывность:

$a_ш\cdot\cos\alpha = a_к$

$a_ш = \frac{a_к}{\cos\alpha} = \frac{4}{10}g.$

$$= \sqrt{\frac{5\cdot 2H\cdot 10\cdot 5}{4\cdot 4g}} = \sqrt{\frac{25}{4}\frac{H}{g}} = \frac{5}{2}\sqrt{\frac{H}{g}}.$$

Ответ: ① $t = \frac{5}{4}\sqrt{\frac{2H}{g}}$. ② $a_{клина} = \frac{12}{50}g$. ③ $t = \frac{5}{2}\sqrt{\frac{H}{g}}$.

Задача №5. (Считаю, что отсчёт времени начался тогда, когда ~~перв~~ струя попала в бочку)

① Если вся вылетевшая вода попадает внутрь бочки, то

бочка заполнится за $t = \frac{V_Б}{\mu_{воды}} = \frac{\pi H^3}{16 S\sqrt{2{,}5 g H}}$.

объёмный расход

площадь

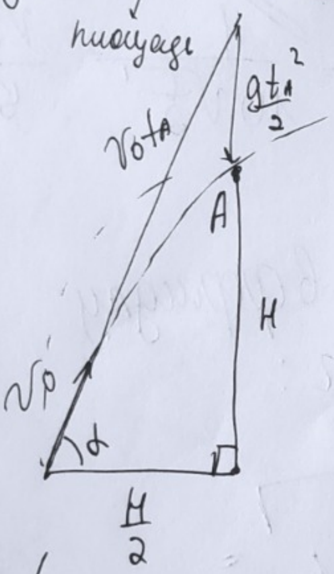
$$V_Б = SH = \frac{\pi H^2}{16} H = \frac{\pi H^3}{16}.$$

(Согласно законам гидродинамики, толщина струи будет зависеть от её скорости)

$$\mu_{воды} = S \cdot v = S\sqrt{2{,}5 g H}$$

площадь

②



Запишем уравнение движение.

$$\begin{cases} v_0 \cos\alpha \, t_A = \frac{H}{2} & (1) \\ v_0 \sin\alpha \, t_A - \frac{g t_A^2}{2} = H. \end{cases}$$

$$2 v_0 \cos\alpha \cancel{t_A} = v_0 \sin\alpha \cancel{t_A} - \frac{g t_A}{2}$$

Из этого треугольника, применив теорему Пифагора получим квадратное уравнение относительно t_A^2:

$$\frac{H^2}{4} + \left(\frac{g t_A^2}{2} + H\right)^2 = 2{,}5 g H t_A^2;$$

$$\frac{g^2 t_A^4}{4} + g t_A^2 H + \frac{5H^2}{4} = 2{,}5 g H t_A^2; \quad \frac{g^2 t_A^4}{4} - t_A^2 \cdot 1{,}5 g H + \frac{5H^2}{4} = 0;$$

Через дискриминант

$$t_A^2 = \frac{(1{,}5 \pm 1) g H}{0{,}5 g^2}; \quad t_A = \sqrt{\frac{5H}{g}} \text{ или } t_A = \sqrt{\frac{H}{g}}.$$

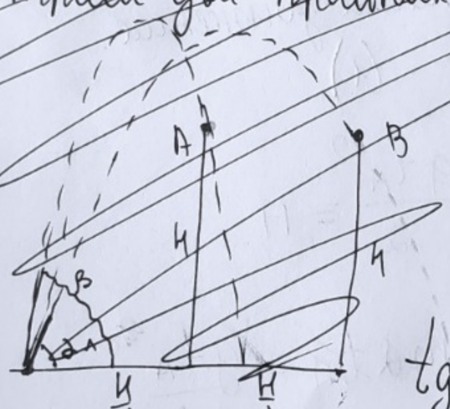
(Зависит от траектории:

— Теперь найдём угол: подставив в уравнение (1):

$$\cos\alpha = \frac{H}{2t_{A_1}v} = \frac{H}{2\sqrt{\frac{H}{g}}\sqrt{2{,}5Hg}} = \frac{H}{2H\sqrt{2{,}5}} = \frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{\sqrt{10}}{10}.$$

либо
$$\cos\alpha = \frac{H}{2t_{A_2}v} = \frac{H}{2\sqrt{\frac{64}{9}}\sqrt{2{,}5Hg}} = \frac{H}{2H\sqrt{\frac{25}{2}}} = \frac{1}{10\sqrt{\frac{1}{2}}} = \frac{\sqrt{\frac{1}{2}}}{5}.$$

③ ~~Рассмотрим два крайних случая:~~



Подставим в формулу для тангенса:

$$tg\,\alpha_1 = \sqrt{\frac{1}{\cos^2\alpha_1} - 1} = \sqrt{9} = 3.$$

$$tg\,\alpha_2 = \sqrt{\frac{1}{\cos^2\alpha_2} - 1} = \sqrt{\frac{25}{0{,}5} - 1} = \sqrt{49} = 7.$$

③ Рассмотрим 2 крайних случая:

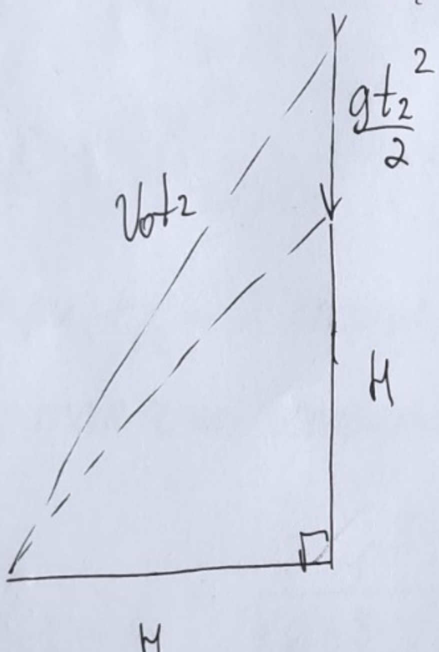
Траекторию №1 мы разобрали в прошлом пункте: $tg\,\beta = 7$.

Сейчас рассмотрим траекторию №2.

$$v_0 \cos\gamma\, t_2 = H \qquad (2)$$

$$v_0 \sin\gamma\, t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = H$$

$$v_0 \cos\gamma\, \cancel{t_2} = v_0 \sin\gamma\, \cancel{t_2} - \frac{g t_2^2}{2};$$



Также запишем т. Пифагора:

$$v_0^2 t_2^2 = \left(\frac{g t_2^2}{2} + H\right)^2 + H^2;$$

~~2,5gH~~

$$\frac{g^2 t_2^4}{4} + gHt_2^2 + 2H^2 - 2{,}5gHt_2^2 = 0.$$

$$\frac{g^2 t_2^4}{4} - 1{,}5gHt_2^2 + 2H^2 = 0.$$

Через дискр:

$$t_2^2 = \frac{1{,}5gH \pm \sqrt{2{,}25g^2H^2 - 2g^2H^2}}{0{,}5g^2} =$$

$$= \frac{1{,}5gH \pm 0{,}5gH}{0{,}5g^2}.$$

$$\left[\begin{array}{l} t_2 = \sqrt{\frac{4H}{g}} \\ t_2 = \sqrt{\frac{2H}{g}}. \end{array}\right.$$

Также подставим в ур (2)

$$\cancel{t}\cos\gamma_1 = \frac{H}{v_0 t_2} \Rightarrow \cos^2\gamma = \frac{H^{\cancel{2}}\cdot g}{v_0^2\, 4\cancel{H}} = \frac{Hg}{\cancel{2{,}5g}\,2\cdot 10gH} = \frac{1}{10}.$$

$$\cos\gamma_2 = \frac{H}{v_0 t_2} \Rightarrow \cos^2\gamma = \frac{\cancel{Hg}}{\cancel{v_0}\,2{,}5g\cancel{H}\cdot 2\cancel{H}} = \frac{1}{5}.$$

тогда $t\gamma_1 = \sqrt{\frac{1}{\cos^2\gamma_1} - 1} = \cancel{\sqrt{4}}\sqrt{9} = 3$

$$t\gamma_2 = \sqrt{\frac{1}{\cos^2\gamma_2} - 1} = \cancel{\sqrt{9}}\sqrt{4} = 2.$$

Но ~~...~~ при $t\gamma_2 = 2$ струя упрётся в ~~ст~~ переднюю стенку сосуда, так что остаётся $t\gamma_1 = 3$. (т.к. для т.А крайний $tg = 3$).

Ответ: ① $t = \frac{\pi H^3}{16\cdot S\cdot\sqrt{2{,}5gH}}$;

② $tg\alpha_1 = 3$; $tg\alpha_2 = 7$. ③ Крайние тангенсы: $t\gamma_1 = 3$; $t\gamma_1 = 7$.

21204118 (U275325 M1279474)