Часть 1

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

Шифр: **21205483**

ID профиля: **379887**

Вариант 1

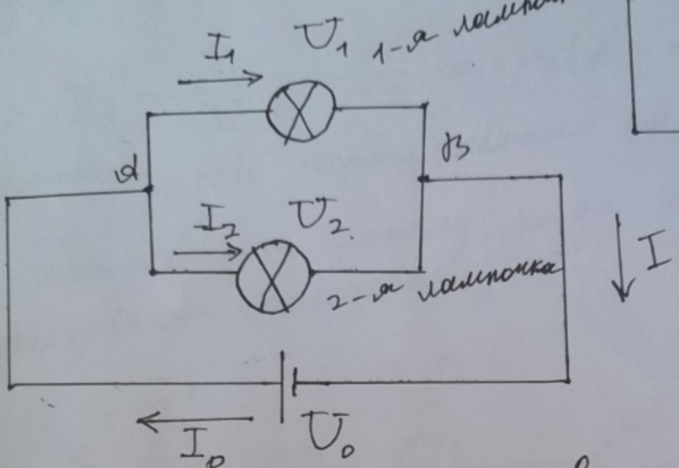
Задача N 3

Дано:
$U_0 = 12$ (В)
$P_1 = 20$ (Вт)
$P_2 = 6{,}6$ (Вт)

Найти:
$I_1'; I_2'; P'$ – ?

Решение:

1) Рассмотрим систему, когда лампочки подключают параллельно:



1. Т.к. лампочки одинаковые; и подключены парал.: $U_1 = U_2$

(т.к. они одинаковые)

$\exists$ R – сопротивление лампы накаливания $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ По закону Ома: $\left.\begin{matrix} U_1 = I_1 R \\ U_2 = I_2 R \end{matrix}\right] \Rightarrow$

$\Rightarrow I_1 = I_2 = I$

2. Запишем 1-е правило Кирхгофа для узла т. А:

$I_0 = I_1 + I_2 = 2I$

3. Запишем разность потенциалов т. А и т. В:

$\varphi_A - \varphi_B = U_0 = U_1 = U_2$ – т. А и т. В

4. Запишем формулу для мощности на лампочках:

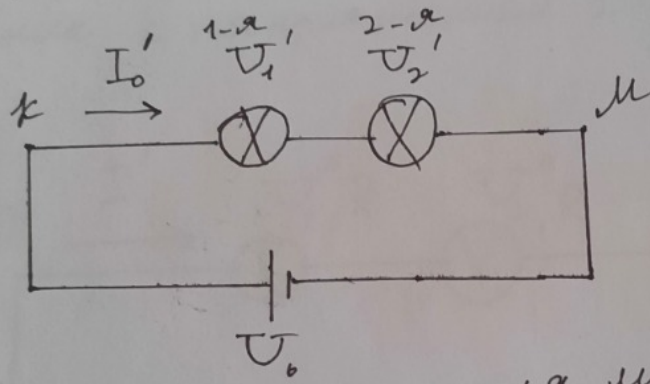
$P_1 = I_1 U_1 = I_2 U_2$ – мощность, для каждой лампочки.

2) Из п. 1. (4) и (1):

$$\begin{cases} P_1 = I_1 \cdot U_1 = I_2 \cdot U_2 \\ I_1 = I_2 = I \\ U_1 = U_2 \end{cases} \Rightarrow I_1' = I = I_1 = I_2 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{P_1}{U_2} = \frac{P_1}{U_0} \Rightarrow$$

$\Rightarrow I_1' = \frac{P_1}{U_0} = \frac{20}{12} \approx 1{,}67$ (А) – ток на каждой лампочке, при параллельном соединении.

3.) Рассмотрим систему, когда лампочки подключают последовательно:



1. Запишем формулу для мощности на лампочках:

$P_2 = I_0' \cdot U_1' = I_0' \cdot U_2'$ – т.к. ~~ток~~ такая мощность выделяется на каждой лампочке

$\Downarrow$

$U_1' = U_2'$

2. Запишем разность потенциалов точек К и М:

$\varphi_K - \varphi_M = U_0 = U_1' + U_2'$

3. Из (1) и (2): $U_1' = U_2' = \frac{U_0}{2} = \frac{12}{2} = 6$ (В)

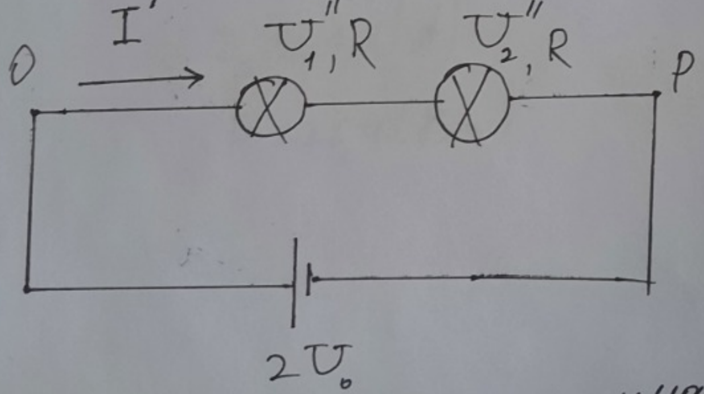
21205483 (U379887 M1280413)

4. Из (1.) и (2.) и (3):

$$\begin{cases} P_2 = I_0' \cdot U_1' = I_0' \cdot U_2' \\ U_1' = U_2' = \frac{U_0}{2} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_2' = I_0' = \frac{P_2}{\frac{U_0}{2}} = \frac{2P_2}{U_0} = \frac{2 \cdot 6{,}6}{12} = 1{,}1 (A)$$ — ток на каждой лампочке, при последовательном соединении.

4) Рассмотрим систему, когда лампочки включим последовательно, и к ним подключим источник с напряжением $2U_0$:



1. Запишем разность потенциалов т. O и т. P:

$$\varphi_O - \varphi_P = 2U_0 = U_1'' + U_2''$$

2. По закону Ома:

$$\left. \begin{aligned} U_1'' &= I' \cdot R \\ U_2'' &= I' \cdot R \end{aligned} \right| \Rightarrow U_1'' = U_2''$$

$$\Rightarrow U_1'' = U_2'' = U_0 \Downarrow R = \frac{U_0}{I'}$$

Из п. 3: $I_0' \cdot R = U_1'$ — по закону Ома $\Rightarrow R = \frac{U_1'}{I_0'} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{U_0}{I'} = \frac{U_1'}{I_0'} \Rightarrow I' = \frac{U_0 \cdot I_0'}{U_1'} = \frac{U_0 \cdot I_0'}{\frac{U_0}{2}} = 2I_0' =$$

$$= 2{,}2 \, (A)$$

3. Запишем формулу для мощности лампочек в этом случае:

$$\left.\begin{array}{l} P_1' = I' \cdot U_1'' \\ P_2' = I' \cdot U_2'' \end{array}\right] \Rightarrow P' = P_1' = P_2' = I' \cdot U_0 =$$

$$= 2{,}2 \cdot 12 = 26{,}4 \, (Вт.) -$$

– такая мощность, ~~пи~~ при послед. соедин. и источнике $2U_0$.

Ответ: $I_1' = 1{,}67 \, (A)$

$I_2' = 1{,}1 \, (A)$

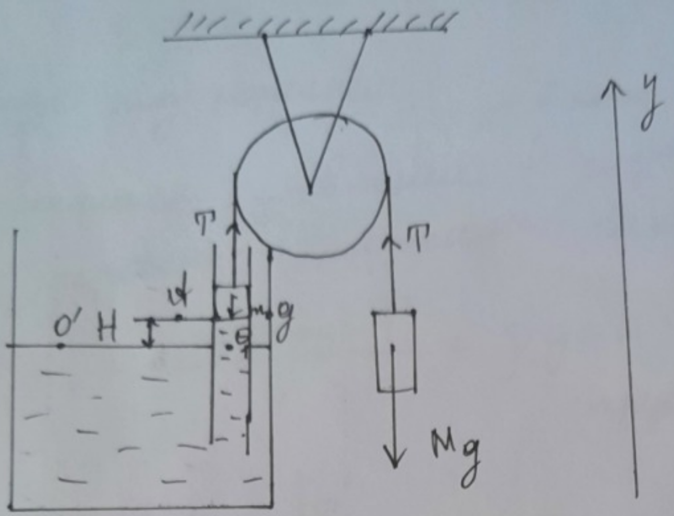
$P' = 26{,}4 \, (Вт.)$

21205483 (U379887 M1280413)

Задача №2.

Решение:

1) Рассмотрим систему из условия:



Дано:

$S = 8 (см^2)$

$m_0 = 56 (г)$

$H = 10 (см)$

$P_0 = 100 (кПа)$

$\rho = 1000 (кг/м^3)$

$g = 10 (м/с^2)$

$m = 120 (г.)$

Найти:

$P; M; \Delta x$ – ?

1. ~~Из~~ Запишем давление в т. O_1 и т. O':

$$P_{O_1} = P_0 + \rho g H + \frac{m_0 g - T}{S}$$

$$P_{O'} = P_0$$

2. Т.к. система находится в равновесии:

$$P_{O_1} = P_{O'} \Rightarrow P_0 = P_0 + \rho g H + \frac{m_0 g - T}{S} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho g H \cdot S + m_0 g - T = 0 \Rightarrow T = m_0 g + \rho g H \cdot S$$

3. По 2-му закону Ньютона на грузик по оси Oy:

$$Ma = Mg - T;$$ т.к. система в равновесии $\Rightarrow a = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow Mg = T \Rightarrow Mg = m_0 g + \rho g H \cdot S \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M = m_0 + \rho H \cdot S =$$

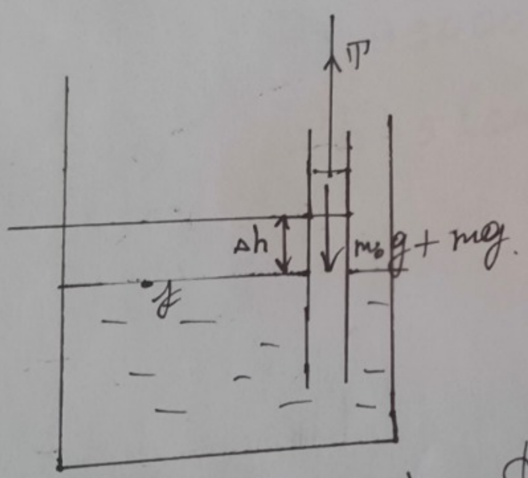
$= 50 + 80 = 130$ (г) – масса груза.

2.) $P = P_A = P_0 + \frac{m_0 g - T}{S} = 10^5 + \frac{0{,}5 - 1{,}3}{0{,}0008} =$

$= 10^5 - \frac{0{,}8}{0{,}0008} = 10^5 - 1000 = 99000$ (Па) – давление в воде под поршнем, в точке на поверхности воды

3) Запишем давление в случае, когда на поршень положим грузы:

$P_1 = P_0 + \frac{m_0 g + mg - T}{S} + \rho g \Delta h$ – давление в трубе на уровне т. К.



S_0 – площадь дна сосуда с водой.

$P_K = P_0 + \rho g (H - \Delta h) \cdot \frac{S}{S_0}$

$S << S_0 \Rightarrow \rho g (H - \Delta h) \cdot \frac{S}{S_0}$ – можно пренебречь. $\Rightarrow$

$\Rightarrow P_K = P_0 \Rightarrow P_1 = P_K$ – т.к. система придёт в равновесие $\Rightarrow P_0 + \frac{m_0 g + mg - T}{S} + \rho g \Delta h = P_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow m_0 g + mg + \rho g \Delta h \cdot S = T = Mg \Rightarrow$

21205483 (U379887 M1280413)

$$\Rightarrow |\Delta h_1| = \left|\frac{M\cancel{g} - m_0\cancel{g} - m\cancel{g}}{\rho \cancel{g} S}\right| = \cancel{\frac{1{,}3-0{,}5-1{,}2}{1}} =$$

$$= \left|\frac{M - m_0 - m}{\rho S}\right| = \left|\frac{130-50-120}{1 \cdot 8}\right| =$$

$= 5$ (см.) – на ~~столько~~ таком расстоянии от поверхности воды в сосуде окажется нижний край поршня в трубе.

Ответ: $M = 130$ (г)

$P = 99000$ (Па.)

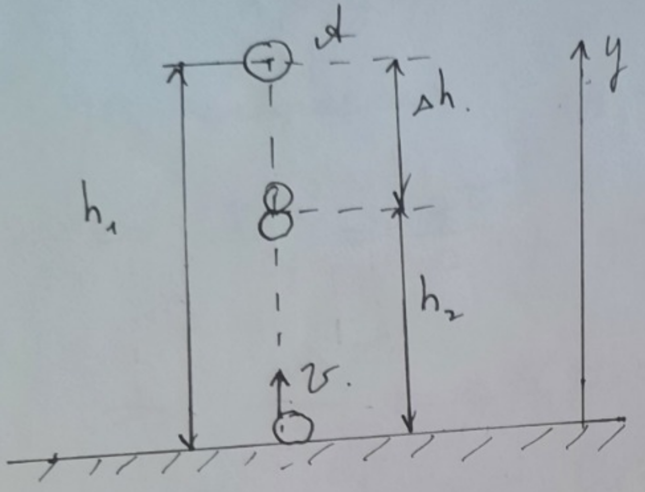
$\Delta h = 5$ (см.)

Задача №1.

Решение:

1| Рассмотрим систему из условия:

Дано: τ
Найти: $h_1; h_2; \eta$ – ?



v – начальная скорость мяча

1. Запишем ур-ние равноускор. движ. для перемещения по оси Oy:

$h_1 = v \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$; t_1 – время за которое 1-й мяч долетел до наивысшей точки;

$v - g t_1 = 0$ ← т. к. конечная скорость 1-го мяча в т. A ~~было~~ была равна нулю.

$\Downarrow$

$v = g t_1$

$\Delta h = \frac{g t_2^2}{2}$ – расстояние от. т A до точки удара

$h_2 = v t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$ – расстояние, которое пролетел 2-й мяч до удара

$t_2 = \tau$ – из условия ⇒

⇒ $h_2 = v\tau \;\; \frac{g\tau^2}{2} = g t_1 \cdot \tau - \frac{g\tau^2}{2}$

$\Delta h = \frac{g\tau^2}{2}$

$h_1 = g t_1^2 - \frac{g t_1^2}{2} = \frac{g t_1^2}{2}$

Из построения: $h_1 = \Delta h + h_2$ ⇒

⇒ $\frac{g t_1^2}{2} = \frac{g\tau^2}{2} + g t_1 \tau - \frac{g\tau^2}{2}$ ⇒

⇒ $\frac{g t_1^{\cancel{2}}}{2} = g \cancel{t_1} \tau$ ⇒ $\frac{g t_1}{2} = g\tau$ ⇒

⇒ $\tau = \frac{t_1}{2}$ ⇒ $t_1 = 2\tau$ ⇒

⇒ $h_1 = \frac{g \cdot 4\tau^2}{2} = 2g\tau^2$ – макс. высота 1-го мяча.

$h_2 = g \cdot 2\tau^2 - \frac{g\tau^2}{2} = 2g\tau^2 - \frac{g\tau^2}{2} =$

$= \frac{3}{2} \frac{g\tau^2}{1} = 1{,}5\, g\tau^2$ – на такой высоте от места броска столкнулись мячи.

$\eta = \frac{h_1 + \Delta h}{h_2} = \frac{\frac{4g\tau^2}{2} + \frac{g\tau^2}{2}}{1{,}5 g\tau^2} = \frac{2{,}5 g\tau^2}{1{,}5 g\tau^2} =$

$= 1{,}67$ (раза) – отношение пройденного пути 1-го мяча ко 2-му; или: 0,6 – отношение 2-го к 1-му.

Ответ: $h_1 = 2g\tau^2$; $h_2 = 1{,}5 g\tau^2$; $\eta = 1{,}67$ (раза)

Часть 2

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

Шифр: **21205483**

ID профиля: **379887**

Вариант 1

Задача №4

Дано:

α $\left(\cos\alpha = \frac{4}{5}\right)$

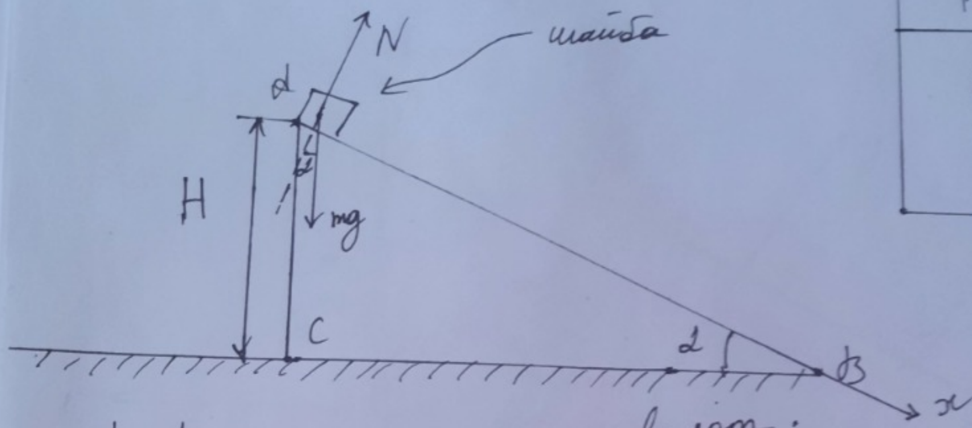
H; m; g

Найти:

τ; a; τ_0 -?

Решение:

1) Рассмотрим систему из условия:



1.1 Клин ~~удеро~~ удерживают:

Найдём ускорение шайбы по оси Ox:

$a_x = g \cdot \sin\alpha$. - проекция ~~ук~~ ускорения на ось Ox (исходя из 2-го закона Ньютона: $ma_x = mg\sin\alpha$)

по основному тригонометр. тождеству:

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

$= \sqrt{1-0{,}64} = \sqrt{0{,}36} = 0{,}6 \Rightarrow$

$\Rightarrow a_x = 0{,}6\,g$; g - ускорение свободного падения.

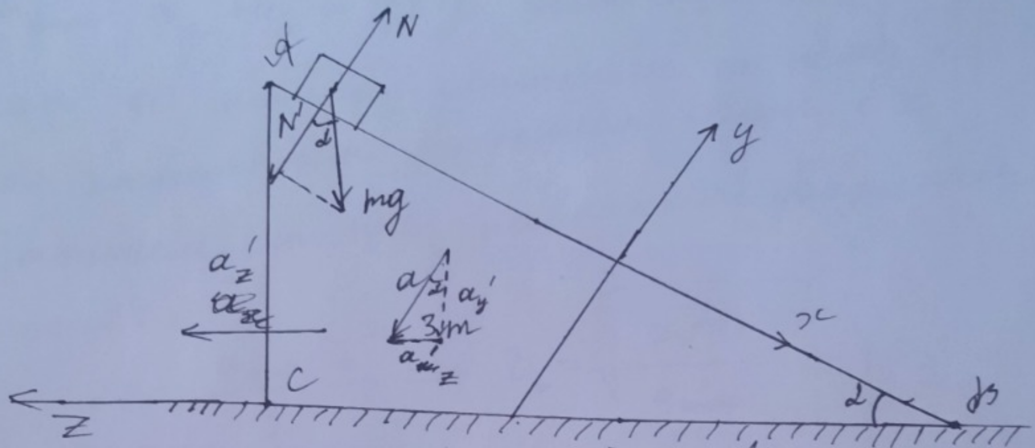
2. Найдём расстояние, которое должна проехать шайба, чтобы съехать с клина: $\sin\alpha = \frac{H}{AB}$ - из $\Delta ABC \Rightarrow AB = \frac{H}{\sin\alpha} =$

$= \frac{H}{0{,}6} \simeq 1{,}67H \Rightarrow$ Составим ур-ние равноускор. движения: $AB = \frac{a_x \cdot \tau^2}{2} \Rightarrow \tau = \sqrt{\frac{2AB}{a_x}} \Rightarrow$

т.к. шайбу отпускают $\Rightarrow$ её начальная скорость равна нулю.

$\Rightarrow \tau = \sqrt{\frac{3{,}34 H}{0{,}6 g}} = 2{,}36 \sqrt{\frac{H}{g}}$ – время, за которое шайба съедет с клина.

2) ⅃ Клин теперь не удерживают:



1. N' – сила, с которой шайба давит ~~на~~ на клин.
$|\vec{N}| = |\vec{N'}|$ – из 3-го закона Ньютона

$\cos\alpha = \frac{N'}{mg} \Rightarrow N' = mg\cos\alpha = N$

из проекций сил на ось OY.

2. Ускорение клина будет направлено по оси OY:
Запишем 2-й закон Ньютона для клина по оси OY:

$3m \cdot a = N' \Rightarrow 3ma = mg\cos\alpha \Rightarrow a = \frac{g\cos\alpha}{3} =$

$= 0{,}27g \Rightarrow a'_z = a\cos\alpha = 0{,}27 \cdot g \cdot \frac{4}{5} \approx 0{,}216 g$ – a_{OZ} – ускорение клина по плоскости стола;

Найдём ускорение клина по оси OX (проекцию на эту ось): $a'_x = a \cdot tg\alpha = 0{,}75a \approx 0{,}2g$ ← из следствия 2-го закона Ньютона ⇒

$tg\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{0{,}6}{0{,}8} = 0{,}75$

21205483 (U379887 M1280414)

$\Rightarrow$ Перейдём в ~~систему~~ систему отсчёта отн. клина; в ней шайба по оси ox будет двигаться с относительным ускорением:

$a_{отн} = a_x + a_x' = 0,8g$; ~~если~~ т.о мы остановили клин, а шайба движется по нему с ~~по~~ постоянным ускорением по оси Ox;

Запишем. ур-ние равноускор. движения по оси Ox:

$$AB = \frac{a_{отн.} \tau_0^2}{2} \Rightarrow \tau_0 = \sqrt{\frac{2AB}{a_{отн}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 1,67H}{0,8g}} \approx 2\sqrt{\frac{H}{g}}$$

Ответ: $\tau = 2,36\sqrt{\frac{H}{g}}$

$a = 0,27g$

$\tau_0 = 2\sqrt{\frac{H}{g}}$

Задача №5

Решение:

1) Рассмотрим систему из условия:

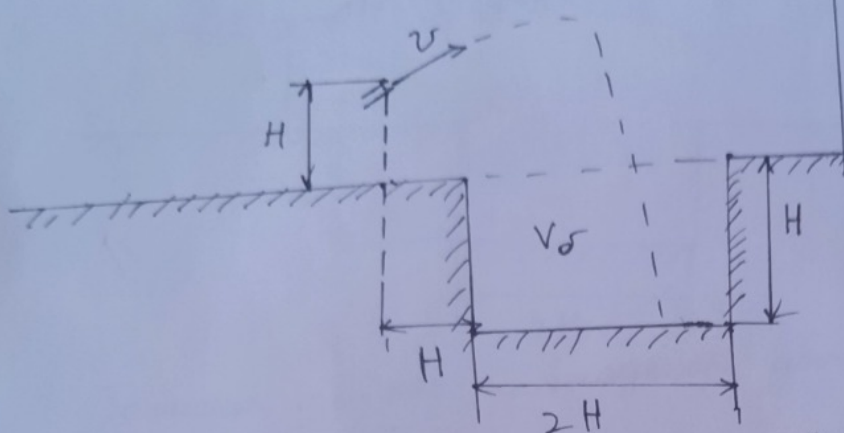
Дано:

H; S;

$v=\sqrt{0{,}5gH}$

Найти:

τ; α_0; α – ?



1. Найдём объёмный расход воды в секунду (сколько воды, по объёму попадает в бак. за секунду):

$\mu = v\cdot S = \sqrt{0{,}5gH}\cdot S$ – такой объём ~~такая масса~~ воды. вылетает из шланга каждую секунду.

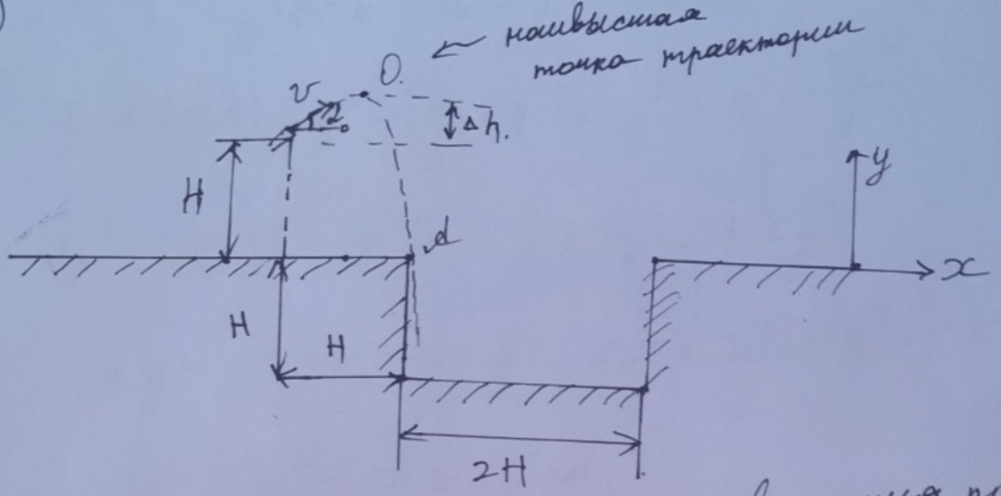
2. Т.к. в условии сказано, что струя попадает в бак. и с этого момента мы начинаем отсчитывать время заполнения ⇒ (и временем полёта струи пренебречь)

$\Rightarrow \tau = \frac{V_б}{\mu} = \frac{V_б}{\sqrt{0{,}5gH}\cdot S}$; где $V_б$ – объём бака

$V_б = \cancel{SR^2}\cdot \pi H^2\cdot H = \pi H^3$ – объём бака, из построения ⇒

$$\Rightarrow \tau = \frac{\pi H^3}{\sqrt{0{,}5gH}\cdot S_1} = \frac{\pi H^2 \cdot \sqrt{H}}{\sqrt{0{,}5g}\cdot S_1} = \frac{\pi H^{\frac{5}{2}}}{\sqrt{0{,}5g}\cdot S_1}$$ — время, за которое бак заполнится водой

2)



Запишем ур-ние равноускор. движения по осям:

ox: $H = v\cdot\cos\alpha_0\cdot\tau_0$; τ_0 – время, за которое первая часть струи воды достигла т. A.

По oy: $v_y = v\cdot\sin\alpha_0$

$$\Delta h = v_y\cdot\tau_1 - \frac{g\tau_1^2}{2}$$, τ_1 – время, за которое первая часть струи воды достигла т. O.

$$\Delta h + H = \frac{g\tau_2^2}{2}$$ – от т. O до т. A.

$$\tau_1 + \tau_2 = \tau_0 \Rightarrow \tau_2 = \tau_0 - \tau_1$$

$v_y - g\tau_1 = 0$ ← т. к. в т. O проекция скорости на oy была равна нулю

$$\Downarrow$$

$$\tau_1 = \frac{v_y}{g} \Rightarrow \Delta h = \frac{v_y^2}{2g} \Rightarrow$$

21205483 (U379887 M1280414)

$$\Rightarrow \frac{v_y^2}{2g} + H = \frac{g(\tau_0-\tau_1)^2}{2} \quad \Big| \cdot 2g$$

$$v_y^2 + 2gH = g^2(\tau_0-\tau_1)^2$$

$$v_y^2 + 2gH = g^2(\tau_0^2 - 2\tau_0\tau_1 + \tau_1^2)$$

$$v_y^2 + 2gH = g^2\tau_0^2 - 2g^2\tau_0 \cdot \frac{v_y}{g} + g^2 \cdot \frac{v_y^2}{g^2}$$

$$v_y^2 + 2gH = g^2\tau_0^2 - 2g v_y \tau_0 + v_y^2$$

$$2gH = g^2\tau_0^2 - 2g v_y \tau_0 \Rightarrow 2H = g\tau_0^2 - 2v_y\tau_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2H = g\tau_0^2 - 2v \cdot \sin\alpha_0 \, \tau_0$$

$$H = v \cdot \cos\alpha_0 \cdot \tau_0 \Rightarrow \tau_0 = \frac{H}{v\cos\alpha_0}$$

$$2\cancel{H} = g \cdot \frac{H^{\cancel{2}}}{v^2\cos^2\alpha_0} - 2v \cdot \sin\alpha_0 \cdot \frac{\cancel{H}}{v\cos\alpha_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 = g\frac{H}{v^2\cos^2\alpha_0} - 2\,tg\,\alpha_0$$

$$2 = g\frac{H}{v^2} \cdot \underbrace{\left(\frac{1}{\cos^2\alpha_0}\right)}_{1+tg^2\alpha_0} - 2\,tg\,\alpha_0$$

$$2 = \cancel{g}\frac{\cancel{H}}{0{,}5g\cancel{H}} \cdot (1+tg^2\alpha_0) - 2\,tg\,\alpha_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 = 2(1+tg^2\alpha_0) - 2\,tg\,\alpha_0 \Rightarrow 1 = 1 + tg^2\alpha_0 - tg\,\alpha_0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow \; tg^2\alpha_0 - tg\,\alpha_0 = 0 \Rightarrow$

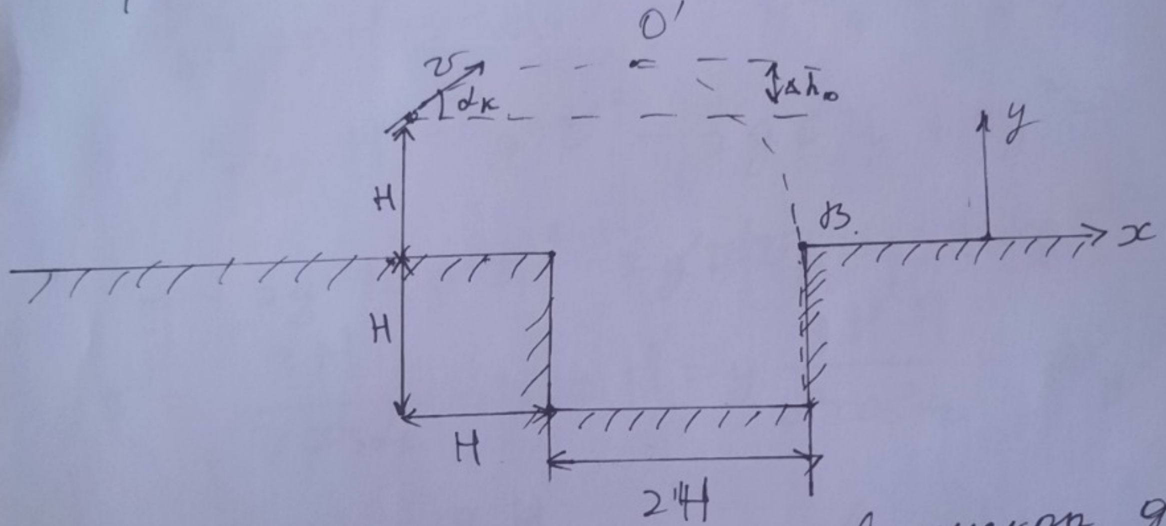
$\Rightarrow \; tg\alpha_0(tg\alpha_0 - 1) = 0$

1. $tg\alpha_0 = 0 \Rightarrow \alpha_0 =$ не может быть такого угла $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ 2. $tg\alpha_0 = 1 \Rightarrow \alpha_0 = arctg(1) = 45° \Rightarrow$

$\Rightarrow \alpha_0 = 45°$ – под таким углом к горизонту должна выходить струя воды, чтобы попасть в т. A.

3.) Рассмотрим предельный случай к правой точке:



1. Составим ур-ния равноускор. движения по оси Oy и Ox:

Ox: $3H = v \cdot \cos\alpha_k \cdot \tau'$; τ' – время полёта струи воды до точки B.

Oy: $\Delta h_0 = v_y \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$; t_1 – время от начальной точки до O'

$v_y = v \cdot \sin\alpha_k$ – проекция v на Oy.

$\Delta h_0 + H = \frac{g t_2^2}{2}$; t_2 – время от O' до B

$t_1 + t_2 = \tau'$

$v_y - g t_1 = 0 \leftarrow$ т.к. в т. O' $v_y = 0$

$$\Downarrow$$

$$t_1 = \frac{v_y}{g} \Rightarrow \Delta h_0 = \frac{v_y^2}{2g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{v_y^2}{2g} + H = \frac{g(\tau' - t_1)^2}{2}$$

$$\frac{v_y^2}{2g} + H = \frac{g\left(\tau' - \frac{v_y}{g}\right)^2}{2} \Big| \cdot 2g$$

$$v_y^2 + 2gH = g^2\left(\tau' - \frac{v_y}{g}\right)^2$$

$$v_y^2 + 2gH = g^2\left((\tau')^2 - 2\tau' \cdot \frac{v_y}{g} + \frac{v_y^2}{g^2}\right)$$

$$v_y^2 + 2gH = g^2\tau'^2 - 2g\tau' v_y + v_y^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2\cancel{g}H = g^{\cancel{2}}\tau'^2 - 2\cancel{g}\tau' v_y \Rightarrow 2H = g\tau'^2 - 2v_y\tau'$$

$$\tau' = \frac{3H}{v\cos\alpha_k} \Rightarrow 2\cancel{H} = g\frac{9\cancel{H}\cdot H}{v^2\cos^2\alpha_k} - 2v_y \cdot \frac{3\cancel{H}}{v\cos\alpha_k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 = \cancel{g}\frac{9\cancel{H}}{0{,}5\cancel{gH}\cdot\cos^2\alpha_k} - 2\cancel{v}\cdot\sin\alpha_k \cdot \frac{3}{\cancel{v}\cos\alpha_k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 = 18\left(1 + tg^2\alpha_k\right) - 6\,tg\,\alpha_k; \quad \text{Пусть } x = tg\,\alpha_k \Rightarrow$$

$\Rightarrow \cancel{2 = 18 + 18x^2 - 6x \Rightarrow 18x^2 - 6x + 16 = 0}$

$\cancel{D = 36 - 4\cdot(18\cdot 16)}$ $\quad 1 = 9 + 9x^2 - 3x \Rightarrow$

$\Rightarrow 9x^2 - 3x + 8 = 0$; $D < 0 \Rightarrow$ струя не будет долетать до т. $B \Rightarrow$

$\Rightarrow$ по аналогии запишем ур-ния равноускор. движения:

$$\begin{cases} \Delta H = v \cdot \cos\alpha_n \cdot \tau_0' \Rightarrow \\ 2H = g\tau_0'^2 - 2v_y\tau_0' \end{cases}$$

$$\Rightarrow 2H = g \cdot \frac{\Delta H^2}{v^2\cos^2\alpha_n} - 2v \cdot \sin\alpha_n \cdot \frac{\Delta H}{v\cos\alpha_n} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2H = \cancel{g} \cdot \frac{\Delta H^2}{\cancel{g} \cdot H \cdot \cos^2\alpha_n} - 2\Delta H\, tg\alpha_n \,|\cdot H$$

$$2H^2 = \Delta H^2(1 + tg^2\alpha_n) - 2\Delta H\, tg\alpha_n \Rightarrow$$

ΔH – некоторое расстояние по оси ox, при котором угол будет предельный

$\Rightarrow$