Часть 1

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

Шифр: **21205891**

ID профиля: **265703**

Вариант 1

Чистовик

Задача 1.

Дано:
τ; g;
$v_1 = v_2 = v$

h_{max} – ?
h_x – ?
$\frac{S_1}{S_2}$ – ?

Решение:

$h_{max} = vt_1 - \frac{gt_1^2}{2}$, где t_1 — время подъема первого мяча;

$h_{max} = \frac{gt_2^2}{2} + \left(vt_2 - \frac{gt_2^2}{2}\right)$, где t_2 — время от броска второго мяча до их столкновения;

$t_2 = \tau$

При подъеме первого мяча:

$v_3 = 0 = v - gt_1 \Rightarrow gt_1 = v \Rightarrow t_1 = \frac{v}{g}$

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

$$\frac{v^{\cancel{2}}}{g} - \frac{v^{\cancel{2}}}{2g} = \cancel{v}\tau \Rightarrow \frac{v}{2g} = \tau \Rightarrow v = 2g\tau$$

$$h_{max} = v\frac{v}{g} - \frac{g}{2}\left(\frac{v}{g}\right)^2 = \frac{v^2}{g} - \frac{v^2}{2g} = \frac{v^2}{2g} = \frac{(2g\tau)^2}{2g} = \frac{4g^2\tau^2}{2g} = \underline{2g\tau^2}$$

Ответ 1: $h_{max} = 2g\tau^2$

Пусть h_x — высота столкновения мячей;

$$h_x = -\frac{g\tau^2}{2} + h_{max} = 2g\tau^2 - \frac{g\tau^2}{2} = \frac{4g\tau^2 - g\tau^2}{2} = \underline{\frac{3g\tau^2}{2}}$$

путь первого мяча от верхней точки до места столкновения;
~~время падения первого мяча до точки столкновения;~~

Ответ 2: $h_x = \frac{3}{2}g\tau^2$

Первый мяч прошел: $h_{max} + \frac{g\tau^2}{2}$ — S_1

Второй мяч прошел: h_x — S_2

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{h_{max} + \frac{g\tau^2}{2}}{h_x} = \frac{2g\tau^2 + \frac{g\tau^2}{2}}{\frac{3g\tau^2}{2}} = \frac{2,5}{1,5} = \frac{5}{3}$$

Ответ 3: $\frac{S_1}{S_2} = \frac{5}{3}$

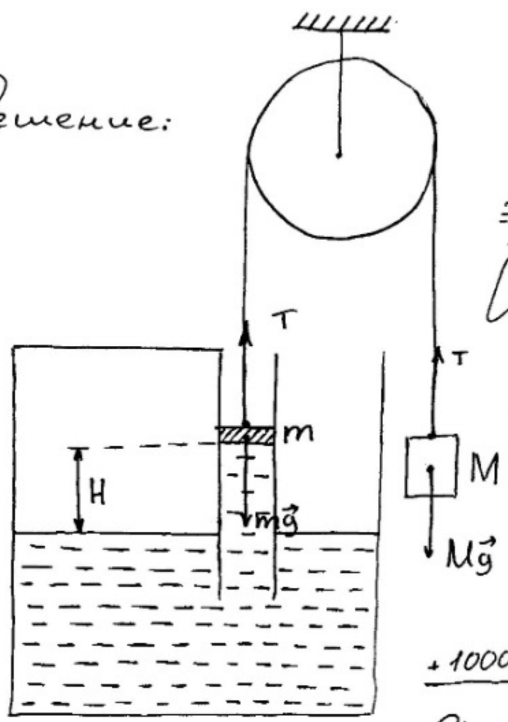
Чистовик

Задача 2.

Дано:
$S = 8\ см^2$
$m = 50\ г$
$H = 10\ см$
$p_0 = 100\ кПа$
$\rho_в = 1000\ кг/м^3$
$g = 10\ м/с^2$
$m_x = 120\ г$

$p_x - ?$
$M - ?$
$h_x - ?$

Решение:



$+p_0$ +100 кПа

$p_x = \rho_в g H = 1000\ кг/м^3 \cdot 10\ м/с^2 \cdot 0{,}1\ м = \cancel{101\ кПа}$ 101 кПа

Ответ 1: 101 кПа

$p_x - p_0 = \frac{(M-m)g}{S}$

$Mg - mg = (p_x - p_0) S$

$M = \frac{mg + (p_x - p_0)S}{g} = \frac{0{,}05\ кг \cdot 10\ м/с^2 + 1000\ Па \cdot 0{,}0008\ м^2}{10\ м/с^2} = 0{,}13\ кг = 130\ г$

Ответ 2: 130 г

Если на поршень поставить гирю массой $m_x = 120\ г$, то поршень опустится ниже уровня воды в сосуде, т.к. $m + m_x > M$;

Тогда $\rho_в g h_x = \frac{(m + m_x - M)g}{S}$

$h_x = \frac{(m + m_x - M)g}{S \rho_в g} = \frac{m + m_x - M}{S \cdot \rho_в} = \frac{50\ г + 120\ г - 130\ г}{8\ см^2 \cdot 1\ г/см^3} = 5\ см$

Ответ 3: $h_x = 5\ см$

Чистовик

Задача 3.

Дано:

$U_0 = 12$ В

$P_1 = 20$ Вт

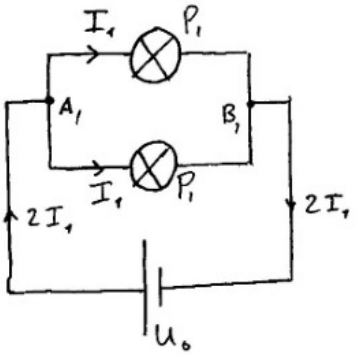
$P_2 = 6{,}6$ Вт

$I_1 - ?$

$I_2 - ?$

$P_3 - ?$

Решение:

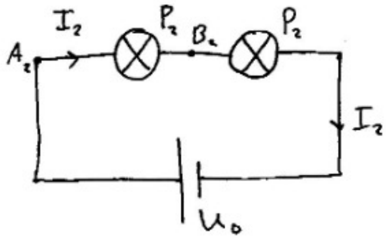


$P = UI$

$P_1 = U_{A_1B_1} I_1 = U_0 I_1$

$I_1 = \dfrac{P_1}{U_0} = \dfrac{20 \text{ Вт}}{12 \text{ Вт/В}} = \underline{1{,}67 \text{ A}}$

Ответ 1: $I_1 = 1{,}67$ A

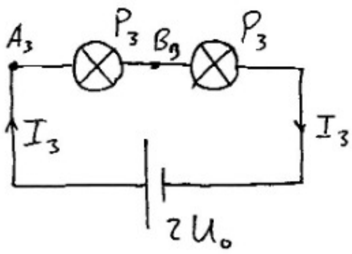


$P = UI$

$P_2 = U_{A_2B_2} I_2 = \dfrac{U_0}{2} I_2$

$I_2 = \dfrac{2P_2}{U_0} = \dfrac{2 \cdot 6{,}6 \text{ Вт}}{12 \text{ В}} = \underline{1{,}1 \text{ A}}$

Ответ 2: $I_2 = 1{,}1$ A



Из п. 2 $2R = \dfrac{U_0}{I_2} \Rightarrow R = \dfrac{U_0}{2I_2}$ — сопр. 1ой лампочки;

$P = UI = \dfrac{U^2}{R}$

$P_3 = U_{A_3B_3} I_3 = \dfrac{U_{A_3B_3}^2}{R} = \dfrac{\left(\frac{2U_0}{2}\right)^2}{\frac{U_0}{2I_2}} = 2I_2 U_0 = 2 \cdot 1{,}1 \text{A} \cdot 12 \text{ В} =$

$= \underline{26{,}4 \text{ Вт}}$

Ответ 3: $26{,}4$ Вт

Часть 2

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

Шифр: **21205891**

ID профиля: **265703**

Вариант 1

Чистовик

Задача 4.

Дано:

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

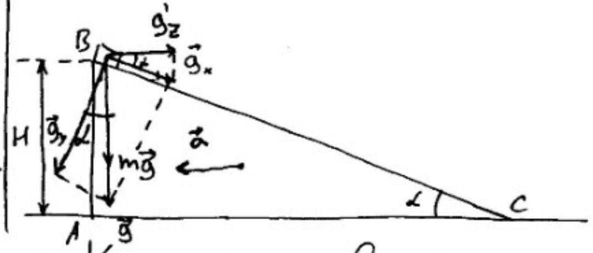
m; $3m$;

$t_1 - ?$

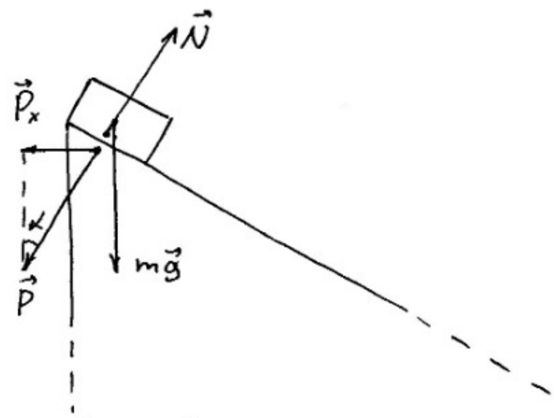
$a - ?$

$\tau - ?$

Решение:



1. Клин удерживают:



$g_x = g \cdot \sin\alpha$

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

$BC = v_0 t_1 + \frac{a t_1^2}{2} = \frac{g_x t_1^2}{2}$

$2BC = g \cdot \sin\alpha \, t_1^2$

$t_1 = \sqrt{\frac{2BC}{g\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g \cdot \sin^2\alpha}}$

По основному тригонометрическому равенству $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$

$\sin^2\alpha = 1 - \cos^2\alpha = \frac{9}{25} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{3}{5}$

$t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g(1-\frac{16}{25})}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{9}{25}g}} = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

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

2. Клин и шайбу отпускают: $P_x = m g_z$

$g_y = g\cos\alpha$

$a = \frac{P_x}{3m}$

(по II закону Ньютона)

$g'_z = g_x \cos\alpha = g \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha = g \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = \frac{12}{25} g$

$a = \frac{P_x}{3m} = \frac{m g_z}{3m} = \frac{g_y \sin\alpha}{3} = \frac{g \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha}{3} = g \cdot \frac{\frac{4}{5}\cdot\frac{3}{5}}{3} = g \cdot \frac{4}{25}$

Ответ 2: $a = \frac{4}{25} g$

$\frac{a\tau^2}{2} + \frac{g'_z \tau^2}{2} = H \cdot \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}$ $\quad \frac{\frac{4}{25} g \cdot \tau^2 + \frac{12}{25} g \cdot \tau^2}{2} = H \cdot \frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{5}} = \frac{4}{3}H$ $\quad \frac{16}{25} g\tau^2 = \frac{8}{3}H$

$\tau = \sqrt{\frac{8}{3} \cdot \frac{25}{16 g} H} = \frac{5}{2} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3g}}\sqrt{H}$

Ответ 3: $\tau = \frac{5}{2}\sqrt{\frac{2}{3g}H}$

Чистовик

Задача 5.

Дано:

$H;\ v=\sqrt{0{,}5gH};\ g;\ S$

$\tau - ?$

$\alpha - ?$

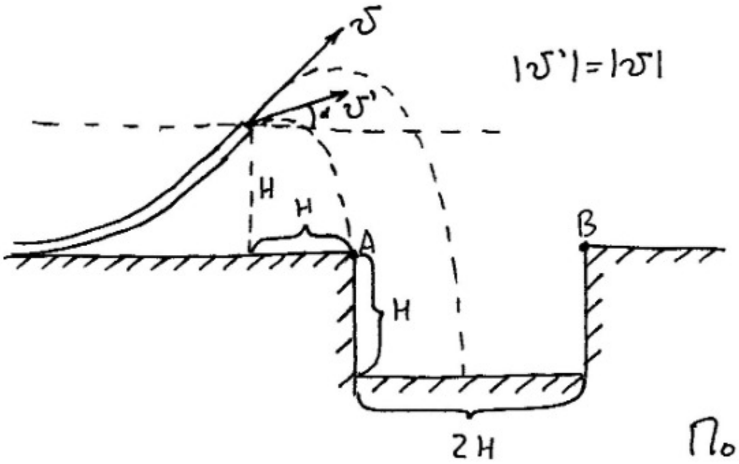
Решение:

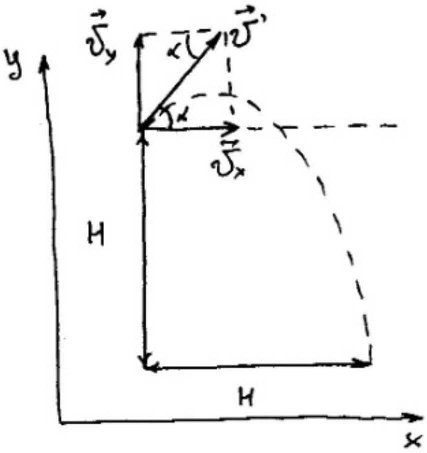
Объем бака $V = H\cdot\pi R^2 = H\cdot\pi H^2 = \pi H^3$;

τ — время заполнения бака;

$$\tau = \frac{V}{vS} = \frac{\pi H^3}{\sqrt{0{,}5gH}\,S}$$

Ответ 1: $\dfrac{\pi H^3}{\sqrt{0{,}5gH}\,S}$





По оси y:

$$H = \frac{gt^2}{2} - v_y t = \frac{gt^2}{2} - v\sin\alpha\, t$$

По оси x:

$$H = v_x t = \frac{\cancel{v_y}}{v}\cos\alpha\, t$$

$$\begin{cases} H = \dfrac{gt^2}{2} - v\sin\alpha\, t \\ H = \dfrac{\cancel{v_y}}{v}\cos\alpha\, t \end{cases}$$

$$t = \frac{H}{v\cos\alpha}$$

$$H = \frac{g\cdot\left(\frac{H}{v\cos\alpha}\right)^2}{2} - v\cdot\sin\alpha\cdot\frac{H}{v\cos\alpha} = \frac{gH^2}{2v^2\cos^2\alpha} - \frac{\cancel{H}\,H\cdot tg\alpha}{1}$$

$$tg\alpha = \frac{g\cancel{H}}{2v^2\cos^2\alpha} = \frac{gH}{2v^2}(1+tg^2\alpha) \qquad \text{Пусть } \frac{gH}{2v^2} = k = \frac{gH}{2\cdot 0{,}5gH} = 1$$

$$\cancel{tg\alpha = k + k\,tg^2\alpha} \qquad \cancel{k\,tg^2\alpha - tg\alpha + k = 0} \qquad D = 1 - 4k^2$$

$$\cancel{tg_{1,2}\alpha = \frac{1\pm\sqrt{1-4k^2}}{2k}} = \qquad tg\alpha = 1 + tg^2\alpha \qquad D = 1 - 4\cdot 1 = -3 < 0$$

Ответ 2: Струя не может попасть в (·) A

$\Downarrow$

Ответ 3: Струя не может попасть в бак

Задача 5 (Продолжение) Чистовик

$$1+tg\alpha = \frac{9H^2}{2\upsilon^2}(1+tg^2\alpha) = \frac{9H^2}{2\sqrt{9.5gH}^2}(1+tg^2\alpha) = 1+tg^2\alpha$$

$tg\alpha = 1$

Ответ 2: $tg\alpha = 1$ ($\alpha = 45^\circ$)

Чтобы струя попала в самую дальнюю точку (B):

По оси y:

$$H = \frac{gt_2^2}{2} - \upsilon_y t_2 = \frac{gt_2^2}{2} - \upsilon \sin\beta\, t_2$$

По оси x:

$$3H = \upsilon_x t_1 = \upsilon \cos\beta\, t_2$$

$$t_2 = \frac{3H}{\upsilon\cos\beta}$$

$$H = \frac{g\left(\frac{3H}{\upsilon\cos\beta}\right)^2}{2} - \upsilon\sin\beta\cdot\frac{3H}{\cos\beta} = 9\frac{gH^2}{2\upsilon^2\cos^2\beta} - 3H\,tg\beta$$

$1+3\,tg\beta = 9(1+tg^2\beta)$

$1+3\,tg\beta = 9+9\,tg^2\beta \quad tg^2\beta = x$

$9x^2-3x+8=0$

$D = 9-4\cdot8\cdot9 < 0 \Rightarrow$ Струя не может попасть в (.) B

Известно, что при броске тела под углом 45° ($tg=1$) к горизонту, достигается максимальная дальность полета. При наклоне шланга 45° к горизонту струю попадает в ближайшую к шлангу точку бака => При любых других углах струя не будет попадать в бак.

Ответ 3: только при $\alpha = 45^\circ$ ($tg\alpha = 1$)