

Часть 1

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

Шифр: **21205862**

ID профиля: **816107**

Вариант 2

Часть I, Числовик, (1)

1.

Пусть за время t первый мяч достиг высшей точки. Если начальная скорость обоих мячей v_0 , то по формуле равноуск. движения без времени конечная скорость 1 мяча $v^2 = v_0^2 - 2gh$, где h - высота столкновения. По той же формуле, такой же модуль скорости имеет второй мяч перед столкновением. Из обратности движения, делаем вывод, что если бы второго мяча не было, из точки "столкновения" до начальной высоты он лег бы столько же, сколько лег бы от высшей точки до точки столкновения (т.е. $\tau - t$). Притом от высшей точки до начальной из обратности движения он бы лег бы t , т.е.

$$2(\tau - t) = t$$

$$t = \frac{2}{3}\tau$$

Время полета второго мяча до столкновения, как уже известно $T = \tau - t = \frac{1}{3}\tau$

По формуле равноуск. движения без начальной скорости, если направить ось Y вертикально вверх, максимальная высота первого мяча.

$$Y: H = 0 - \left(-\frac{gt^2}{2}\right) = \frac{gt^2}{2} = \frac{2}{9}gt^2$$

С учетом уже введенных обозначений скорости, по определению ускорения.

$$Y: 0 = v_0 - gt \Rightarrow v_0 = \frac{2}{3}g\tau$$

Ответ: 1) $T = \frac{1}{3}\tau$

2) $H = \frac{2}{9}g\tau^2$

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

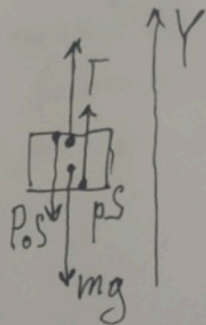
Часть I, Числовик, (2)

2. Вблизи поверхности воды снаружи трубки давление P_0 , такая же на той же высоте в трубке. С другой стороны оно складывается из давления на поршень p и гидростатического $\rho g H$.

$$p = P_0 - \rho g H = 100000 - 1000 \cdot 10 \cdot 0,2 = 98000 \text{ Па} = 98 \text{ кПа}$$

Действующие на поршень силы (ось Y вверх, вверху):
(все силы действуют в одной вертикали).

S - площадь сеч. поршня, T , сила натяжения нити (она равна массе правого груза M)
 m - масса поршня. 2.
закон Ньютона.



$$Y: Mg + pS - P_0S - mg = 0$$

~~$$m = M - \frac{\rho g M}{g} = 0,25 - \frac{1000 \cdot 10 \cdot 0,2}{0,0009}$$~~

~~$$m = M - \frac{\rho g H S}{g} = 0,25 - \frac{1000 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot 0,0009}{9}$$~~

~~$$= 0,25 - 0,18 =$$~~

$$m = M - \rho H S = 0,25 - 1000 \cdot 0,2 \cdot 0,0009 =$$

$$= 0,07 \text{ кг} = 70 \text{ г}$$

Из этой формулы $H = \frac{M-m}{\rho S}$. Масса груза уменьшена в 10 раз, новая высота

$$H_1 = \frac{\frac{M}{10} - m}{\rho S} = \frac{M - 10m}{10\rho S} = \frac{10\rho H S - 9M}{10\rho S} = H - \frac{9M}{10\rho S} =$$

$$= 0,2 - \frac{9}{10} \frac{0,25}{1000 \cdot 0,0009} = -0,05 \text{ м} \quad (0,05 \text{ м под поверхностью})$$

Расстояние от поверхности $S = |H_1| = 0,05 \text{ м} = 5 \text{ см}$.

Ответ: 1) $p = P_0 - \rho g H = 98 \text{ кПа}$ 2) $m = M - \rho H S = 70 \text{ г}$ 3) $S = \left| \frac{\frac{M}{10} - m}{\rho S} \right| = 5 \text{ см}$

Часть I, Числовик, (3)

3. При параллельном соединении, на каждой лампочке напряжение U_0 , мощность P_1 , ток $I_{\text{паралл}}$ (от общей для лампочек, поскольку $P_1 = I_{\text{паралл}} \cdot U_0$)

$$I_{\text{паралл}} = \frac{P_1}{U_0} = \frac{3,4}{6} = 0,4 \text{ A}$$

Во втором случае ток $I_{\text{общ}}$ общий, поскольку соединение последовательное. Если на одной лампочке напряжение U_1 , то $P_2 = U_1 I_{\text{общ}}$, т.е. U_1 - напряжение на обеих лампочках, и $U_1 = \frac{U_0}{2}$. $I_{\text{общ}} = \frac{3P_2}{U_0} = \frac{1,5}{6} = 0,25 \text{ A}$

Если подключить все три лампочки параллельно с напряжением $\frac{U_0}{3}$, то это напряжение будет на всех лампочках, а мы знаем, что при нем вырабатывается мощность P_2

- Ответ:
- 1) $I_{\text{паралл}} = \frac{P_1}{U_0} = 0,4 \text{ A}$
 - 2) $I_{\text{общ}} = \frac{3P_2}{U_0} = 0,25 \text{ A}$
 - 3) $P_3 = P_2 = 0,5 \text{ Вт}$

Масса I, Черновик, (4)

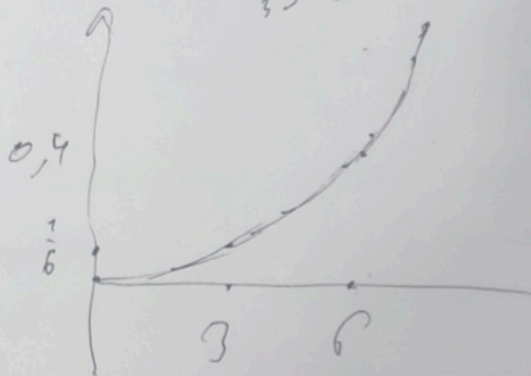
$$2(\frac{1}{3}t - t) = t$$

$$2t - 2t = t$$

$$2t = 2t$$

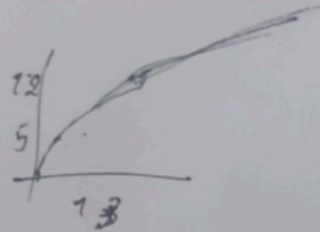
$$t = \frac{2}{3}t$$

1 6 6 6 6 6
3 3 3 3 2



24

18



Часть 2

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

Шифр: **21205862**

ID профиля: **816107**

Вариант 2

4.

В случае, когда клин удерживается:

Ось X в сторону движ. клина;

N - сила норм. реакции опоры.

2 Закон Ньютона (шайба):

$$X: mg \sin \alpha = ma,$$

где a - ускорение шайбы.

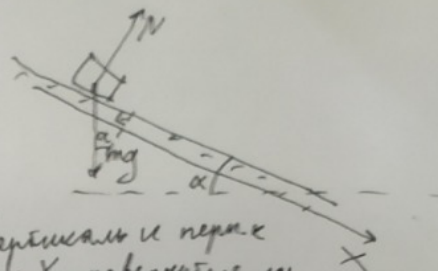
$$a = g \sin \alpha = g \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{4}{5} g$$

Если высота H , то расстояние для шайбы $-L = \frac{H}{\sin \alpha} =$

$= \frac{5}{4} H$. Если некоторое время движения t , то по равенств. движ.

$$\frac{5}{4} H = \frac{4}{10} g t^2$$

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



Вертикаль и перпендикуляр к оси X - направлены на 90° горизонталь и ось X, т.е. угол между ними такой же - α .

Во втором случае рассмотрим силы на клин и шайбу.

N_1 - взаимод. между шайбой и клином

(нормальное)

N_2 - между клином и полом. Оси Y и Z

обозначены. 2 закон Ньютона (Клин)

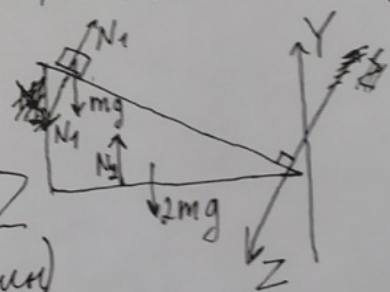
$$(1) Y: N_2 - N_1 \cos \alpha - 2mg = 0 \Rightarrow N_2 - 2mg = N_1 \cos \alpha$$

Условие неогранич.

$$Z: -\left(\frac{N_1}{m} - g \sin \alpha\right) = \frac{N_1 - N_2 \sin \alpha + 2mg \sin \alpha}{2m} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Ускорения получены } 23H \text{ на } Z \\ \text{отсюда} \end{array} \right.$$

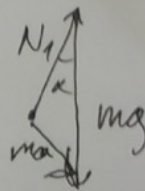
$$-\left(\frac{N_1}{m} - g \sin \alpha\right) = \frac{N_1}{2m} (1 - \cos \alpha \cdot \sin \alpha)$$

Предположение .ср. ~~2~~ 2



4. Отсюда $N_1 = \frac{40}{63} mg \approx \frac{10}{21} mg$

Векторный 2 закон Ньютона на шайбу:



Теорема косинусов.

$$(ma)^2 = (mg)^2 \left(\frac{100}{441} + 1 - \frac{12}{21} \right)$$

$$a \approx 0,81g$$

~~Ускорение клина по 2 закону Ньют. $N_1 \cos \alpha \sin \alpha$ действует на $2m$, т.е. $A = \frac{N_1 \sin \alpha}{2m} = \frac{4}{21}g$,~~

Пусть координата на Y центра масс клина — x ,

тогда по опр. начала центр масс *был на координате

$\frac{2mx + mM}{3m} = \frac{2x + H}{3}$; затем (после достижения ~~книжки~~ нижней точки шайбы) $\frac{2mx}{3m} = \frac{2}{3}x$, т.е. центр масс сместился на $h = \frac{H}{3}$.

По теореме о движении центра масс. он движется с ускорением $a_x = \frac{3mg - N_2}{3m}$ вниз, $N_2(1) = \frac{16}{7}mg$, т.е. $a_x = 1 - \frac{16}{21}g =$

$= \frac{5}{21}g$. Начальная скорость центра масс — 0, равноуск. движение. для центра масс: $\frac{H}{3} = \frac{5}{42}g\tau^2$, где τ — искомое

время; $\tau = \sqrt{\frac{14H}{5g}}$

- Ответ: 1) $t = \frac{5}{2} \sqrt{\frac{H}{2g}}$
 2) $a \approx 0,81g$
 3) $\tau = \sqrt{\frac{14H}{5g}}$

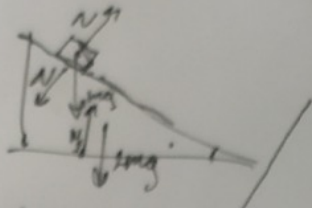
* Всей сист.: и шайбы и клина.

Часть II, Чертёж (5)

$$\frac{10}{27} \cdot \frac{4}{5}$$

$$N_2 = \frac{10}{21} \cdot \frac{2}{4}$$

$$\frac{4}{27} g \sin \alpha - \frac{N_2}{m} =$$



$$\frac{10}{21} + 2 = \frac{42}{21}$$

$$\frac{g \cdot 0,25H^2}{2,54H} = \frac{N_1}{2m} \cdot \left(\frac{13}{25}\right)$$

$$\frac{N}{m} - g \sin \alpha =$$

$$74 \cdot \frac{16}{21}$$

$$g \sin \alpha = \frac{N(63)}{m(50)} \quad \frac{4}{5}$$

$$= \frac{N \cos \alpha \cdot \sin \alpha - N}{2m} =$$

$$25 + 36 =$$

~~g~~

=

$$N_1 = \frac{40}{63} g m \quad \frac{40}{63}$$

$$= \frac{N}{2m} (\cos \alpha \sin \alpha - 1)$$

$$\frac{gH^2}{gH \cdot 2,5}$$

$$20^2 + 1^2 + 40$$

$$\frac{60}{105}$$

$$\frac{13}{25} \cdot \frac{13}{25}$$

$$2,5 - 3,5$$

$$\frac{12}{21}$$

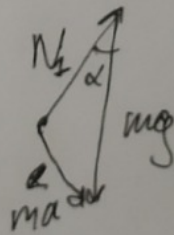
$$\frac{N_1}{m} \left(1 + \frac{13}{50}\right) = g \sin \alpha$$

$$N_1 = mg \frac{4}{5} \cdot \frac{50}{63} = \frac{40}{63} mg$$

$$\frac{N_1}{m} - \frac{N_1}{m} = \frac{N_1}{m} \frac{13}{50}$$

$$\frac{30}{5} = \frac{N_1}{m} \frac{63}{50}$$

$$\frac{30}{63} g m$$



$$\frac{1600}{3969} + 1 - \frac{80 \cdot 3}{63 \cdot 5}$$

$$\frac{1600}{3969} + 1 = \frac{76}{21}$$



Часть II, Микровик (3)

5. Объем бочки (Цилиндр): $V = \pi \cdot (0,25)^2 H^3 \approx 0,196 H^3$
 В секунду в бочке увеличивается объем, равной SV .
 Отсюда, если известно (1 вопрос) время t , то

$$SVt = 0,196 H^3$$

$$t = \frac{0,196 H^3}{SV} = 0,124 \frac{H^3}{S\sqrt{gH}}$$

~~Чтобы струя попала в верхнюю бочку, нужно, чтобы вертикальная составляющая начальной скорости была такой, что после высоты равной H .
 Если верить, сэт. начальной скорости V_y , то по равенству.~~

~~$$\frac{V_y^2}{2g} = H$$~~

~~$$V_y = \sqrt{2gH}$$~~

~~По Т. Пирелло горизонтальная составляющ. скорости~~

~~$$V_x = \sqrt{V^2 - V_y^2} = \sqrt{0,5gH}$$~~

~~$$\text{Тангенс угла} - \text{отношение } V_y \text{ к } V_x: \text{tg} \alpha = \frac{\sqrt{2gH}}{\sqrt{0,5gH}} = 2$$~~

Если вода вылетает под α , то ~~вертикально~~ вверх, X горизонт. вырво. t , время.

коорд. $X: x = v \cos \alpha t$

$$Y: y = v \sin \alpha t - gt \cdot \frac{t}{2}$$

$$y = \text{tg} \alpha x - \frac{gx^2}{v^2 \cos^2 \alpha}$$

5.

Это значит, что

$$\operatorname{tg}^2 \alpha \frac{gx^2}{\sqrt{2}} - \operatorname{tg} \alpha x - y + \frac{gx^2}{\sqrt{2}} = 0$$

При $x = 0,5M$; $y = M$

$$0,1M \operatorname{tg}^2 \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_1 \cdot 0,5M - 0,9M = 0$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha_1 - 5 \operatorname{tg} \alpha_1 - 9 = 0$$

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{5 \pm \sqrt{61}}{2} \quad (\text{исберается только положительный корень})$$

Удобно попасть во второй канал, $x = M$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha_2 \cdot \frac{2}{5}M - \operatorname{tg} \alpha_2 \cdot M - \frac{3}{5}M = 0$$

$$2 \operatorname{tg}^2 \alpha_2 - 5 \operatorname{tg} \alpha_2 - 3 = 0$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = 3 \quad \text{или} \quad \operatorname{tg} \alpha_2 = -0,6$$

Т.е. удобно попасть в канал, $\operatorname{tg} \alpha \geq 3$.

$$\text{Ответ: 1) } t \approx 0,124 \frac{M^3}{5 \sqrt{gM}}$$

$$2) \operatorname{tg} \alpha_1 = 6,4$$

$$3) \operatorname{tg} \alpha \in [3; 6,4]$$