Часть 1

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

Шифр: **21206143**

ID профиля: **147229**

Вариант 2

Задача №1)

Пусть мяч был брошен со скоростью V. Тогда первый мяч достиг максимальной высоты за время $t_1 = \frac{V}{g}$

При этом он поднимется на высоту $h = Vt_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{V^2}{g} - \frac{gV^2}{2g^2} =$

$= \frac{V^2}{2g}$

Перейдем в падающую СО (СО, движущуюся вниз с ускорением g). В момент броска второго мяча. Тогда первый мяч неподвижен, а второй должен пройти путь h за со скоростью V. => Время движения второго мяча до столкновения равно $t_2 = \frac{h}{V} = \frac{V^2}{2gV} = \frac{V}{2g}$.

По условию $t_1 + t_2 = t \Rightarrow \frac{V}{g} + \frac{V}{2g} = t \Rightarrow \frac{3V}{2g} = t \Rightarrow V = \frac{2gt}{3}$

Соответственно

$t_2 = \frac{2gt}{3 \cdot 2g} = \frac{t}{3}$

$h = \frac{V^2}{2g} = \frac{4g^2t^2}{18g} = \frac{2gt^2}{9}$

Ответ: $t_2 = \frac{t}{3}$; $h = \frac{2gt^2}{9}$; $V = \frac{2gt}{3}$

Задача №2)

Давление на поверхности воды P_0 => по закону паскаля

$P_п + \rho g H = P_0 \Rightarrow p_п = P_0 - \rho g H = 100000 - 0{,}2 \cdot 10000 = 98$ кПа; где $p_п$ – давление под поршнем.

Если масса поршня m, груза M, а площадь поршня S, то из равновесия поршня и груза следует, что

$$Mg = mg - p_п S \Rightarrow m = \frac{Mg + p_п S}{g} = \frac{0{,}25кг \cdot 10 + 98 \cdot 10^3 Па \cdot 9см^2}{10} = 9{,}07кг.$$

~~При~~ Вычислим давление на дно поршня при массе груза $M_2 = 25г$.

$$M_2 g = mg - p_{п_2} S \Rightarrow p_{п_2} S = mg - M_2 g \Rightarrow p_{п_2} = \frac{mg - M_2 g}{S} = 100{,}5 кПа.$$

Заметим, что $p_{п_2} > P_0$ => поршень погрузится ниже уровня воды. Пусть он погрузился на глубину H_2, тогда

$$P_0 + \rho g H_2 = P_{п_2} \Rightarrow \rho g H_2 = P_{п_2} - P_0 \Rightarrow H_2 = \frac{P_{п_2} - P_0}{\rho g} = 0{,}05м = 5см.$$

Ответ: $p_п = 98$ кПа; $m = 9{,}07$кг; $H_2 = 5$см (под поверхностью воды).

Задача №3).

В первом случае (при параллельном соединении) ~~оче~~ видно, что напряжение на каждой из ламп одинаково, и равно U_0. Тогда ток через каждую из ламп I_1 можно найти через формулу мощности

$$U_0 I_1 = P_1 \Rightarrow I_1 = \frac{P_1}{U_0} \Rightarrow I_1 = 0{,}4\,A$$

Во втором случае через все лампы течёт ~~ток~~ одинаковый ток I_2. Поскольку для каждой лампы равны и токи и мощности, напряжения на них также совпадают, и равны U_x. При этом

$$3U_x = U_0 \Rightarrow U_x = \frac{U_0}{3} \Rightarrow U_x I_2 = P_2 \Rightarrow I_2 = \frac{P_2}{U_x} = \frac{3P_2}{U_0} = 0{,}25\,A.$$

Заметим, что $\frac{U_0}{I_1} \neq \frac{U_x}{I_2} \Rightarrow$ лампа - нелинейный элемент.

При подключении трёх ламп параллельно к источнику $U_0/3$, на каждой из ламп будет напряжение $U_x \Rightarrow$ через каждую лампу также будет течь ток $I_2 \Rightarrow$ мощность выделяемая на одной лампе будет равна

$$P_3 = P_2 = 0{,}5\,Вт$$

Ответ: $I_1 = 0{,}4\,A$; $I_2 = 0{,}25\,A$; $P_3 = P_2 = 0{,}5\,Вт$

Часть 2

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

Шифр: **21206143**

ID профиля: **147229**

Вариант 2

① ~~Рас~~ Изобразим все силы, действующие на клин и шайбу (рис. 1). На шайбу действуют силы тяжести и нормальной реакции опоры, => вдоль клина её разгоняет только проекция силы тяжести, равная $mg\sin(\alpha)^*$ => ускорение шайбы (когда клин стоит) равно $\frac{mg\sin(\alpha)}{m} = g\sin(\alpha)$ => время, за которое шайба достигает подножия клина в первом случае равно $t_1=\sqrt{\frac{2l}{g\sin(\alpha)}}$, где l - длина отрезка AB клина, равная $l=\frac{H}{\cos(\alpha)}$ => $\cancel{t_1=\sqrt{\frac{2H}{g\cos^2(\alpha)}} \Rightarrow t_1=\sqrt{\frac{50H}{9g}}}$ => $t_1=\sqrt{\frac{2H}{g\cos(\alpha)\sin(\alpha)}}^*$

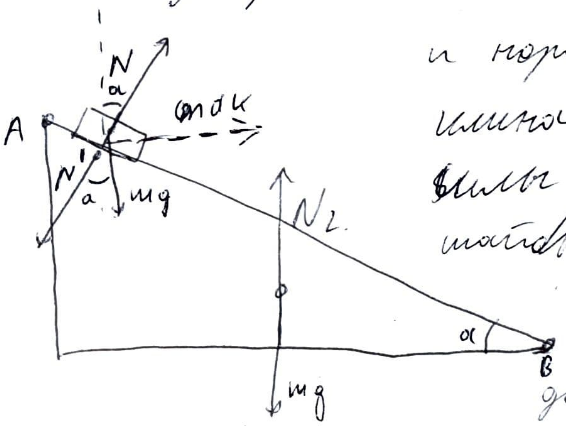

рис. 1.

② Если же клин отпустить, то он будет разгоняться под действием силы N', возникающей по третьему закону ньютона и равной по величине N. Тогда ускорение клина

$$a_k=\frac{N\cos(\alpha)}{2m}=\frac{3N}{10m},$$ но поскольку $N=mg\cos(\alpha)$, $a_k=\frac{mg\cos^2(\alpha)}{2m}=\frac{g\cos^2(\alpha)}{2}$.

③ Перейдём в СО клина. В ней на шайбу действует дополнительная сила равная ma_k, и направленная горизонтально вправо. ~~и равная ma~~. Тогда ускорение шайбы

$$g\sin(\alpha)+a_k\cos(\alpha) \Rightarrow t_2=\sqrt{\frac{2H}{(g\sin(\alpha)+a_k\cos(\alpha))\cos(\alpha)}}$$

Ответ: $t_1=\sqrt{\frac{2H}{g\cos(\alpha)\sin(\alpha)}}$; $a_k=\frac{g\cos^2(\alpha)}{2}$; $t_2=\sqrt{\frac{2H}{(g\sin(\alpha)+a_k\cos(\alpha))\cos(\alpha)}}$

$^*\sin(\alpha)=\sqrt{1-\cos^2(\alpha)}=\sqrt{1-\frac{9}{25}}=\frac{4}{5}$.

Задача №5).

① объём бочки равен $V_б = \frac{H \cdot \pi (0{,}25H)^2}{2}$, а скорость поступления воды равна VS => бочка заполнится за время

$$t_з = \frac{V_б}{VS} = \frac{H\pi(0{,}25H)^2}{2VS}.$$

③ Заметим, что максимальный угол, это угол при котором после перелёта наивысшей точки вода попадает в точку А (при дальнейшем увеличении угла вода будет попадать в стенку бочки), а наименьший, когда попадает в точку В. (все см. рис. 1). (при дальнейшем уменьшении угла струя будет перелетать бочку.

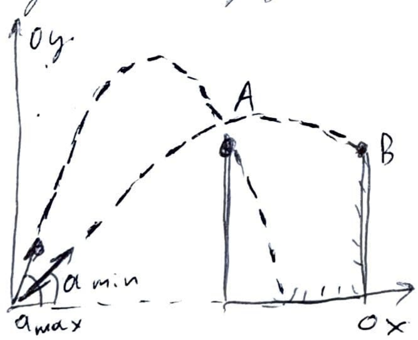

рис. 1. траектории для наибольшего и наименьшего углов

Выведем зависимость $y(x)$ (оси на рис. 1) для струи:

$$\begin{cases} y(t) = V\sin(a)t - \frac{gt^2}{2} \\ x(t) = V\cos(a)t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y(t) = V\sin(a)t - \frac{gt^2}{2} \\ t = \frac{x}{V\cos(a)} \end{cases} \Rightarrow$$

$$y(x) = \frac{V\sin(a)x}{V\cos(a)} - \frac{gx^2}{2V^2\cos^2(a)} \Rightarrow$$

$$y(x) = tg(a)x - \frac{gx^2}{2V^2}(1 + tg^2(a)).$$

Подставим числа для точек А и В.

$$A:\ H = tg(a)0{,}5H - \frac{g\,0{,}25H^2}{2\cdot 2{,}5gH}(1 + tg^2(a)) \Rightarrow$$

$$H = tg(a)0{,}5H - \frac{0{,}25H}{5}(1 + tg^2(0))$$

Пусть $X = tg(a)$, а $Z = 0{,}5H$, тогда

$$2Z = 2X - \frac{Z}{10} - \frac{Z}{10}X^2.$$

Решив данное кв. уравнение относительно X, получим.

$$tg(a_{max}) = 6.14.$$

Задача 5 (продолжение):

Аналогично для B:

$$H = H tg(a) - \frac{g H^2}{2 \cdot 2{,}5 g H}\left(1 + tg^2(a)\right)$$

$$H = H tg(a) - \frac{H}{5}\left(1 + tg^2(a)\right)$$

Пусть $x = tg(a)$, а $Z = \frac{H}{5}$, тогда

$$5Z = 5Zx - Z - Zx^2.$$

Решив данное уравнение относительно, ~~что~~ x, получим

$tg(a_{min}) = 3$ (~~корень~~ корень 2 не подходит, поскольку это не навесная траектория).

② Заметим также, что угол α_{max} также удовлетворяет условию из пункта 2.

Ответ: $t_1 = \frac{H\pi(0{,}25H)^2}{VS}$; $tg(a) = tg(a_{max}) = 14$; $\begin{cases} tg(a_{max}) = 14 \\ tg(a_{min}) = 3 \end{cases}$

Черновик.

$x(t) = V\cos(\alpha)\, t.$

$y(t) = V\sin(\alpha)\, t - \frac{gt^2}{2}.$

$t = \frac{x}{V\cos(\alpha)}.$

0,5 H

$y(x) = \frac{V\sin(\alpha)\cdot x}{V\cos(\alpha)} - \frac{g x^2}{2V^2\cos^2(\alpha)} \Rightarrow$

$y(x) = x\,tg(\alpha) - \frac{g x^2}{2V^2}(1 + tg^2(\alpha)).$

1,4

$1,42$

$\frac{2}{10}$

$\cancel{-2 + 0,42}$

$\frac{2}{10}$

0,6

$D = \sqrt{\frac{16}{100} \cdot 2^2}$

$\sqrt{D} = 0,42$

$2x - \frac{2}{10}x^2 - \left(2,2 + \frac{2}{10}\right) = 0.$

84

$52x^2 - 62 - 2x^2 = 0$

$5x - 6 - x^2 = 0$

$-x^2 + 5x - 6 = 0$

$D = 2^2 - 4\left(\frac{21}{100} \cdot 2^2\right)$

$\cancel{D = 0,79 \cdot 2^2}$

21

$25 - 4 \cdot 6 = 1$

$D = 1$

$\frac{79}{100} \cdot 2$

$a = \frac{-5 + 1}{-2}$

$\cancel{\frac{21}{10}} \cdot 2$

$\frac{21}{100} \cdot 2^2$