

Часть 1

Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21204121**

ID профиля: **347106**

Вариант 1

21

Пусть h - максимальная высота полета; t - время от запуска второго шара до столкновения.

Второй шар прошел путь $H = vt - \frac{gt^2}{2}$ (1), где v - начальная скорость. Первый шар сначала поднимается на высоту $h = \frac{v^2}{2g}$ (из закона сохр. энергии: $mgh = \frac{mv^2}{2}$). А затем упал на высоту $h - H = \frac{gt^2}{2}$. Подставим значения H и h в эту формулу.

$$\frac{v^2}{2g} - vt + \frac{gt^2}{2} = \frac{gt^2}{2}; \quad \frac{v^2}{2g} = vt; \quad v = 2gt.$$

Подставим скорость в формулу (1): $H = 2gt^2 - \frac{gt^2}{2} = \frac{3}{2}gt^2$

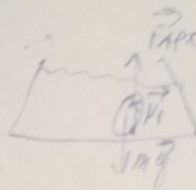
откуда $t = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$. $v = 2gt = 2g\sqrt{\frac{2H}{3g}} = \sqrt{\frac{8Hg}{3}}$.

Путь первого шара $= h + h - H = \frac{v^2}{2g} + \frac{gt^2}{2} = \frac{8Hg}{3 \cdot 2g} + \frac{g \cdot 2H}{3g \cdot 2} =$

$$= \frac{4}{3}H + \frac{1}{3}H = \frac{5}{3}H$$

Ответ: 1) $t = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$. 2) $v = \sqrt{\frac{8Hg}{3}}$. 3) $\frac{5}{3}H$.

1) Если сосуз не вращается то шарик ~~не~~ имеет ускорение $a=0$. Сумма всех сил равна нулю.

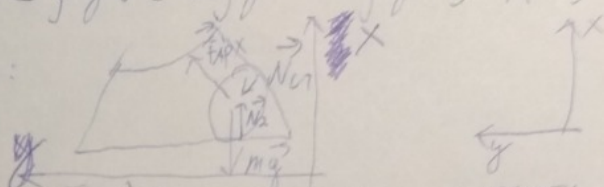


$$mg - N_1 - F_{Apx} = 0; \quad N_1 = mg - F_{Apx}$$

(на шарик действует сила N_1 по третьей закону Ньютона).

$$N_1 = mg - F_{Apx} = 3\rho gV - \rho gV = 2\rho gV = 2\rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{8}{3}\pi\rho gR^3$$

2) Если сосуз вращается:

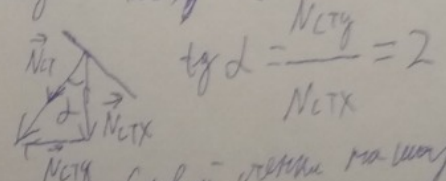


Когда сосуз вращается шар ~~то~~ имеет ускорение $a = \omega^2 r = 2\omega^2 R$. Если зафиксировать шар на такой ω , то сдвинуть его из воды, то сила притяжения не изменится т.к. она не зависит от материала. По 2-му закону Ньютона $m \cdot a_y = F_y$.

Если зафиксировать шар на такой ω , то сдвинуть его из воды, то сила притяжения не изменится т.к. она не зависит от материала. По 2-му закону Ньютона $m \cdot a_y = F_y$. $F_y = F_{Apy}$ - горизонтальная составляющая силы притяжения $m = \rho V$; $a_y = 2\omega^2 R$; $F_{Apy} = 2\rho V \omega^2 R$.

Когда на верней обложке шарик: он имеет взаимодействие с обложкой стенки, и на него будет действовать N_{CT} - сила реакции опоры.

2-й закон Ньютона на горизонтальную проекцию: $m \cdot a_y = F_y$
 $m = 3\rho V$ $a_y = 2\omega^2 R$ $F_y = F_{Apy} + N_{CTy}$ $\therefore 6\rho V \omega^2 R = N_{CTy} + 2\rho V \omega^2 R$
 $N_{CTy} = 4\rho V \omega^2 R$

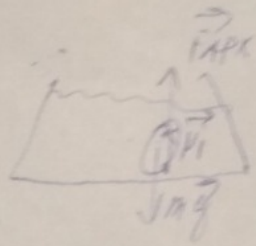


$N_{CTx} = \frac{N_{CTy}}{2} = 2\rho V \omega^2 R$ - вертикальная проекция реакции опоры обложки стенки на шар.
 $F_{Apx} = \rho gV$; Вертикальная проекция силы Архимеда: $F_{Apx} x = \sqrt{F_{Apx}^2 - F_{Apy}^2} = \sqrt{(\rho gV)^2 - (2\rho V \omega^2 R)^2} = \rho V \sqrt{g^2 - 4\omega^2 R^2}$. На ось x : $a=0$, поэтому

$$N_2 = mg + N_{CTx} - F_{Apx} x = 3\rho gV + 2\rho V \omega^2 R - \rho V \sqrt{g^2 - 4\omega^2 R^2} = 4\pi\rho gR^3 + \frac{8}{3}\pi R^3 \rho \omega^2 - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho \sqrt{g^2 - 4\omega^2 R^2}$$

Ответ: 1) $\frac{8}{3}\pi\rho gR^3$ 2) $4\pi\rho gR^3 + \frac{8}{3}\pi R^3 \rho \omega^2 - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho \sqrt{g^2 - 4\omega^2 R^2}$

1) Если сосу не брызгается то шорик имеет ускорение $a=0$. Сумма всех сил равна нулю.

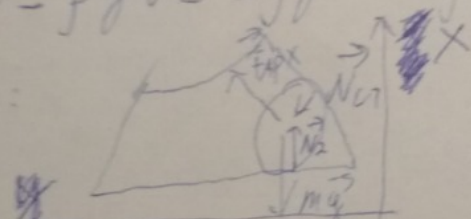


$$mg - N_1 - F_{APX} = 0; \quad N_1 = mg - F_{APX}$$

(на шорик действует сила N_1 , но учитывая закон Ньютона).

$$N_1 = mg - F_{APX} = 3\rho g V - \rho g V = 2\rho g V = 2\rho g \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{8}{3}\pi \rho g R^3$$

2) Если сосу брызгается:



Если сосу брызгается шорик имеет ускорение $a = \omega^2 r = 2\omega^2 R$. Если законить шорик на такой тл, то сила давления не зависит от материала. По 2-му закону Ньютона т.к. ось не зависит от материала.

Если законить шорик на такой тл, то сила давления не зависит от материала. По 2-му закону Ньютона т.к. ось не зависит от материала.

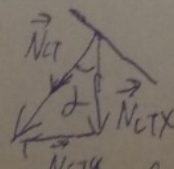
$$m \cdot a_y = F_y \quad F_y = F_{APXy} - \text{привлекательная составляющая силы давления}$$

$$m = \rho V; \quad a_y = 2\omega^2 R; \quad F_{APXy} = 2\rho V \omega^2 R$$

Если на вершине сосу шорик, он имеет взаимное действие с дождевой веткой, и на него будет действовать N_{CT} - сила реакции опоры.

2-й закон Ньютона на горизонтальной поверхности: $m \cdot a_y = F_y$

$$m = 3\rho V \quad a_y = 2\omega^2 R \quad F_y = F_{APXy} + N_{CTy} \quad \therefore 6\rho V \omega^2 R = N_{CTy} + N_{CTx}$$



$$\text{tg } \alpha = \frac{N_{CTy}}{N_{CTx}} = 2$$

и 3

Т.к. $p \cdot V$ увеличилась в $\frac{1,8}{3,5}$ раза, значит водяной пар достиг давления насыщенного водяного пара и водяной пар начал конденсироваться, уменьшая кол-во воды в в паре. Значит конечное давление пара = $0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ = насыщенное давление. начальное давление водяного пара = $\frac{0,5 \cdot 10^5}{1,8} = 0,27 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Начальный объем $V_0 = \frac{nRT}{p \cdot p_0} = \frac{3 \cdot 8,31 \cdot (81 + 273)}{18 \cdot 0,27 \cdot 10^5} = \frac{1815}{10^5} = 18,15 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$

конечный объем $V = \frac{V_0}{3,5} = \frac{18,15}{3,5 \cdot 10^5} = \frac{5,18}{10^5} = 5,18 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

Ответ: $p_0 = 0,27 \cdot 10^5 \text{ Па}$ $V = 5,18 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$.

Часть 2

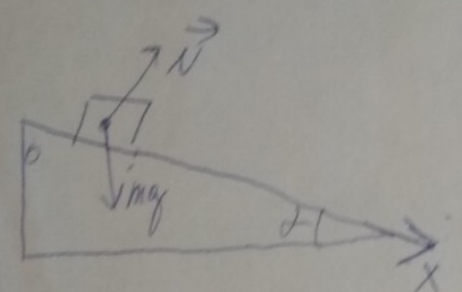
Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21204121**

ID профиля: **347106**

Вариант 1

~ 4



Если кинетический коэффициент трения равен нулю:

Пускаем ось на ось Ox.

$(mg)_x = mg \sin \alpha$ ускорение равно $a = \frac{F}{m} = \frac{mg \sin \alpha}{m} = g \sin \alpha$.

Длина ~~пути~~ поверхности равна $l = \frac{H}{\sin \alpha}$

$l = \frac{at^2}{2}$; $\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$; $t = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}}$; $\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} =$

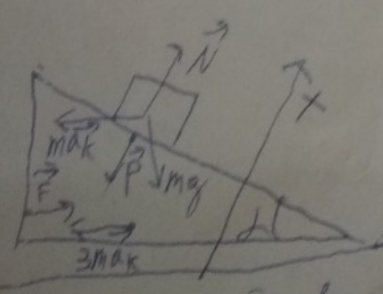
$= \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$; $t = \sqrt{\frac{50H}{9g}} \approx \sqrt{\frac{5}{9}} H$

2) Если кинетический коэффициент трения равен нулю: Показатель $\mu = 0$ не имеет значения, но мы бы получили $\mu = 0$ и $\mu = 0$ в расчетах.

а так же если $\mu = 0$ и $\mu = 0$ в расчетах, а так же если $\mu = 0$ и $\mu = 0$ в расчетах.

Проекция на ось X: $0 = N - mg \cos \alpha - m a_k \sin \alpha$

$N = mg \cos \alpha + m a_k \sin \alpha$

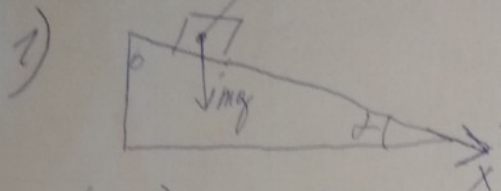


На кинетический коэффициент трения $F = 2mg$; Вес $P = N$ (по 3-й теореме).

2-й закон Ньютона на ось Oy: $0 = F - P \sin \alpha - 3m a_k = 2mg - (mg \cos \alpha + m a_k \sin \alpha) \sin \alpha - 3m a_k$

$-3m a_k = 2mg - (mg \cdot \frac{4}{5} + m a_k \cdot \frac{3}{5}) \cdot \frac{3}{5} - 3m a_k$; сопоставим на m.

$0 = 2g - g \cdot \frac{12}{25} - a_k \cdot \frac{9}{25} - 3a_k$; $3,36 a_k = 1,52g$; $a_k = \frac{1,52g}{3,36} \approx 4,5 m/s^2$



1) Если клин не удерживается:
 Выразим силу на ось Ox:

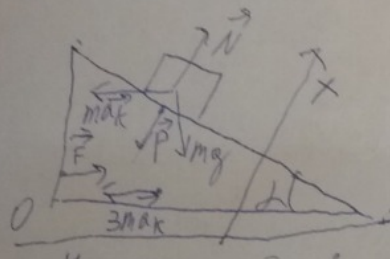
$(mg)_x = mg \sin \alpha$ ускорение шарика $a = \frac{F}{m} = \frac{mg \sin \alpha}{m} = g \sin \alpha$

Длина ~~пути~~ поверхности клина $l = \frac{H}{\sin \alpha}$

$l = \frac{at^2}{2}; \quad \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{g \sin \alpha t^2}{2}; \quad t = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}}; \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} =$

$= \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}; \quad t = \sqrt{\frac{50H}{9g}} \approx \sqrt{\frac{5}{9}H}$

2) Если клин не удерживается: Рассмотрим тело BC из клина покоящееся на шарике движущемся вниз вместе с плоским клином, а так же сила трения $\vec{m}a_k$, где \vec{a}_k - ускорение клина в UCO (то это тоже клин)



Выразим на ось X: $0 = N - mg \cos \alpha - m a_k \sin \alpha$ (2 з-н Ньютона)

$N = mg \cos \alpha + m a_k \sin \alpha$

На клин действует сила $\vec{F} = 2m\vec{g}$; Вес шарика $\vec{P} = -\vec{N}$ (по 3 з-н Ньютона) сила реакции, сила реакции опоры, и сила трения $3m a_k$.

2 з-н Ньютона на ось Oy: $0 = F - P \sin \alpha - 3m a_k = 2mg - (mg \cos \alpha + m a_k \sin \alpha) \sin \alpha - 3m a_k = 2mg - (mg \cdot \frac{4}{5} + m a_k \cdot \frac{3}{5}) \cdot \frac{3}{5} - 3m a_k$; сократим на m.

$0 = 2g - g \cdot \frac{12}{25} - a_k \cdot \frac{9}{25} - 3a_k; \quad 3,36a_k = 1,52g; \quad a_k = \frac{1,52g}{3,36} \approx 4,5 \text{ м/с}^2$

- ускорение клина.

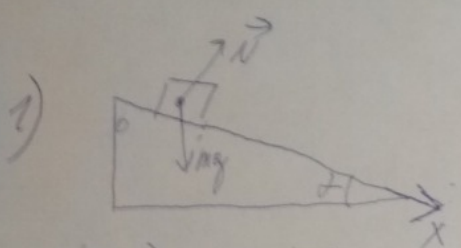
на BC без трения с клином: $a_{ш}$ - ускорение шарика

$m a_{ш} = mg \sin \alpha - m a_k \cos \alpha; \quad a_{ш} = g \sin \alpha - a_k \cos \alpha$

$l = \frac{H}{\sin \alpha}; \quad \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{(g \sin \alpha - a_k \cos \alpha) t^2}{2}; \quad t = \sqrt{\frac{2H}{(g \sin \alpha - a_k \cos \alpha) \sin \alpha}}$

$t = \sqrt{\frac{2H}{\frac{9}{25}g - \frac{12}{25}a_k}} = \sqrt{\frac{2H}{0,36g - 0,48a_k}} \approx \sqrt{\frac{2H}{3,6 - 2,1a_k}} = \sqrt{1,399H}$

Ответ: 1) $t = \sqrt{\frac{50H}{9g}} \approx \sqrt{\frac{5}{9}H}$ 2) $a_k \approx 4,5 \text{ м/с}^2$ 3) $t = \sqrt{\frac{2H}{0,36g - 0,48a_k}} \approx \sqrt{1,399H}$



~ 4

Если клин не удерживается:

Проекции сил на ось Ox:

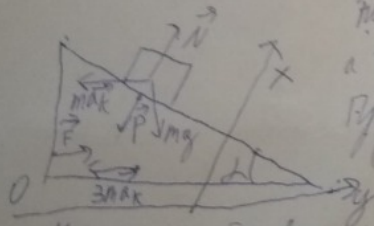
$(mg)_x = mg \sin \alpha$ ускорение шара $a = \frac{F}{m} = \frac{mg \sin \alpha}{m} = g \sin \alpha$

Длина поверхности клина $l = \frac{H}{\sin \alpha}$

$l = \frac{at^2}{2}$; $\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$; $t = \sqrt{\frac{2H}{g \sin^2 \alpha}}$; $\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} =$

$= \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$. $t = \sqrt{\frac{50H}{9g}} \approx \sqrt{\frac{5}{9}H}$

2) Если клин не удерживается: Покоящийся клин не удерживает шар, на шар действует сила тяжести и реакция опоры,



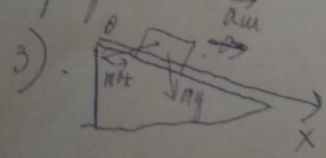
а шар же сила тяжести $\vec{m}g$, реакция \vec{a}_k - горизонтальная реакция клина ВУДО (на шар и клин)

Проекция на ось X: $0 = N - mg \cos \alpha - m a_k \sin \alpha$
(2 з-н Ньютона) $N = mg \cos \alpha + m a_k \sin \alpha$

На клин действует сила $\vec{F} = 2n\vec{g}$; Вес клина $\vec{P} = -N$ (по 3 з-н Ньютона) сила тяжести, сила реакции опоры, и сила упругости $3m\vec{a}_k$.

2 з-н Ньютона на ось Oy: $0 = F - P \sin \alpha - 3m a_k = 2mg - (mg \cos \alpha + m a_k \sin \alpha) \sin \alpha - 3m a_k = 2mg - (mg \cdot \frac{4}{5} + m a_k \cdot \frac{3}{5}) \cdot \frac{3}{5} - 3m a_k$; $3,6 a_k = 1,52g$; $a_k = \frac{1,52g}{3,6} \approx 4,5 \text{ м/с}^2$

- ускорение клина. $a_{ш}$ в со взаимодействии с клином: $a_{ш} = g \sin \alpha - a_k \cos \alpha$



$m a_w = mg \sin \alpha - m a_k \cos \alpha$. $a_w = g \sin \alpha - a_k \cos \alpha$
 $l = \frac{H}{\sin \alpha}$; $\frac{H}{\sin \alpha} = \frac{(g \sin \alpha - a_k \cos \alpha) t^2}{2}$; $t = \sqrt{\frac{2H}{(g \sin \alpha - a_k \cos \alpha) \sin \alpha}}$

$t = \sqrt{\frac{2H}{\frac{9}{25}g - \frac{12}{25}a_k}} = \sqrt{\frac{2H}{0,36g - 0,48a_k}} \approx \sqrt{\frac{2H}{3,6 - 2,16 \frac{a_k}{g}}} = \sqrt{1,399H}$

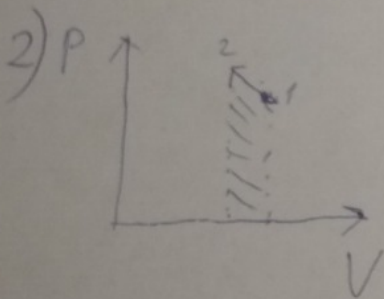
Ответ: 1) $t = \sqrt{\frac{50H}{9g}} \approx \sqrt{\frac{5}{9}H}$ 2) $a_k \approx 4,5 \text{ м/с}^2$ 3) $t = \sqrt{\frac{2H}{0,36g - 0,48a_k}} \approx \sqrt{1,355H}$

25

1) До процесса: $P \cdot V = \nu \cdot R \cdot T$

После процесса: $1,02 P \cdot 0,99 V = \nu \cdot R \cdot T_2$

$$\frac{T_2}{T} = 1,02 \cdot 0,99; \quad T_2 = T \cdot 1,0098, \text{ значит } T \text{ увеличилась на } 0,98\%$$



Т.к. относительные изменения малы.

то площадь под графиком можно считать, как площадь трапеции. $A_{\Gamma} = + \frac{P + 1,02P}{2} \cdot \Delta V =$

$$= -1,01 P \cdot 0,01 V = -0,0101 PV - \text{работа газа. } (A_{\Gamma} < 0 \text{ т.к. } \Delta V < 0)$$

$$Q = \Delta U + A_{\Gamma} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T - 0,0101 PV = \frac{3}{2} \cdot 0,0098 \nu R T - 0,0101 PV =$$

$$(\text{т.к. } \Delta T = T_2 - T = 1,0098 T - T = 0,0098 T)$$

$$= 0,0147 PV - 0,0101 PV = 0,0046 PV$$

$$(\text{т.к. } \nu R T = PV)$$

$$\frac{Q}{A_{\Gamma}} = \frac{0,0046 PV}{-0,0101 PV} = -0,455$$

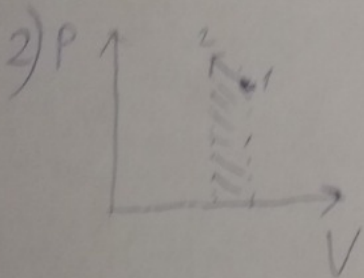
Ответ: 1) T увеличилась на $0,98\%$ 2) $\frac{Q}{A_{\Gamma}} = -0,455$.

25

1) До сжатия: $P \cdot V = \nu \cdot R \cdot T$

После сжатия: $1,02P \cdot 0,99V = \nu \cdot R \cdot T_2$

$$\frac{T_2}{T} = 1,02 \cdot 0,99, \quad T_2 = T \cdot 1,0098, \quad \text{значит } T \text{ увеличится на } 0,98\%$$



Т.к. отточительные измерения сделать.

то площадь под графиком можно считать, как площадь трапеции. $A_r = + \frac{P + 1,02P}{2} \cdot \Delta V =$

$$= -1,01P \cdot 0,01V = -0,0101PV - \text{работа газа. } (A_r < 0 \text{ т.к. } \Delta V < 0)$$

$$Q = \Delta U + A_r = \frac{3}{2} \nu R \Delta T - 0,0101PV = \frac{3}{2} \cdot 0,0098 \nu R T - 0,0101PV =$$

$$(\text{т.к. } \Delta T = T_2 - T = 1,0098T - T = 0,0098T)$$

$$= 0,0147PV - 0,0101PV = 0,0046PV$$

$$(\text{т.к. } \nu R T = PV)$$

$$\frac{Q}{A_r} = \frac{0,0046PV}{-0,0101PV} = -0,455$$

Ответ: 1) Температура на 0,98% 2) $\frac{Q}{A_r} = -0,455$.