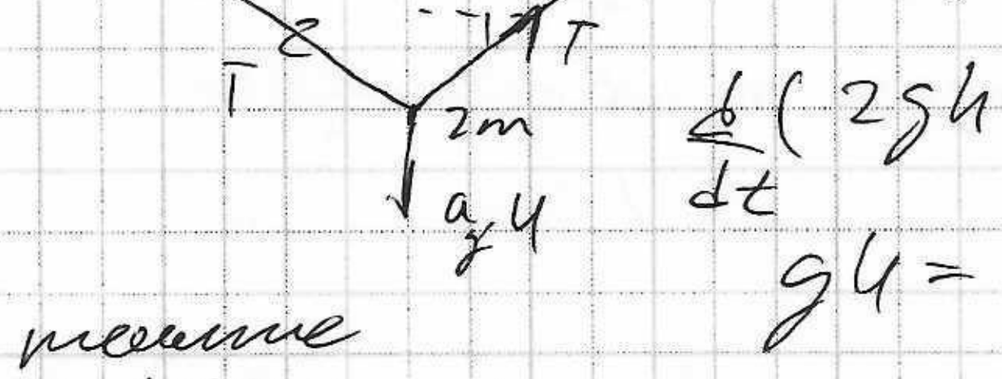
Вариант задания 2

задача №6



ЗСЭ: $2mgh = \frac{2mv^2}{2} + \frac{2mu^2}{2}$

где v - скорость бусинки на средней, u - скорость подвижной бусинки.

и пусть α - угол нашего нити от вертикали $\sin\alpha = \frac{2h}{l} = \frac{3}{5}$, $\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$

по закону сложения для нити: $v\cos\alpha = u\sin\alpha$ $v = \frac{3}{4}u$

$2gh = u^2 + \frac{9}{16}u^2$ $2gh = \frac{25}{16}u^2$ $u = \frac{4}{5}\sqrt{2gh} = \frac{12}{5}$ м/с

$v = \frac{3}{5}\sqrt{2gh} = \frac{9}{5}$ м/с

$2ma = mg - 2T\sin\alpha$

$\frac{d}{dt}(2gh = v^2 + u^2) \xrightarrow{a} 2gu = 2va_x + 2ua_y$

$gu = va_x + ua_y$

решим систему

$v = tg\alpha\, u$, дифференцируем по времени:

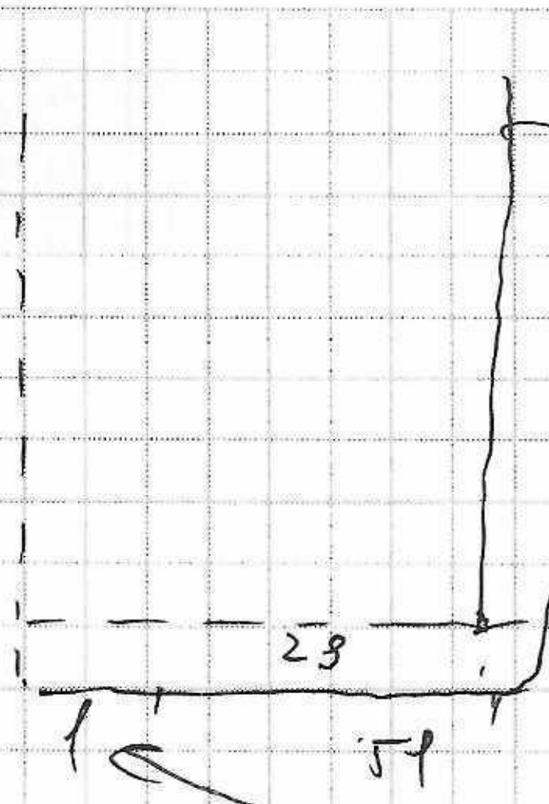
$a_x = a_y tg\alpha + \frac{u}{\cos^2\alpha}\frac{d\alpha}{dt}$ $\omega = \frac{d\alpha}{dt}$

$gu = va_y tg\alpha + \frac{uv\omega}{\cos^2\alpha} + ua_y$, подставим u вместо v

$gu = \frac{3}{4}ua_y tg\alpha + \frac{3u^2\omega}{4\cos^2\alpha} + ua_y$ $g = \frac{3}{4}a_y tg\alpha + \frac{3}{4}\frac{u\omega}{\cos^2\alpha} + a_y$

продолжение ↓

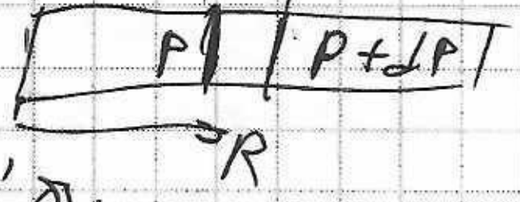
Можно использовать оборот листа для записи решений



№5

Запишем баланс давления для воздуха в этом месте P_x - $\frac{P_0+7891}{2}$

$(P_0+7891)\,S1 = P_x\,S21$, где P_x - давление, необходимое, чтобы обеспечить увеличение в трубке. Найдем как сужается объем в струйной трубке



2 з.н. $PS + mw^2R = PS + \Delta PS$

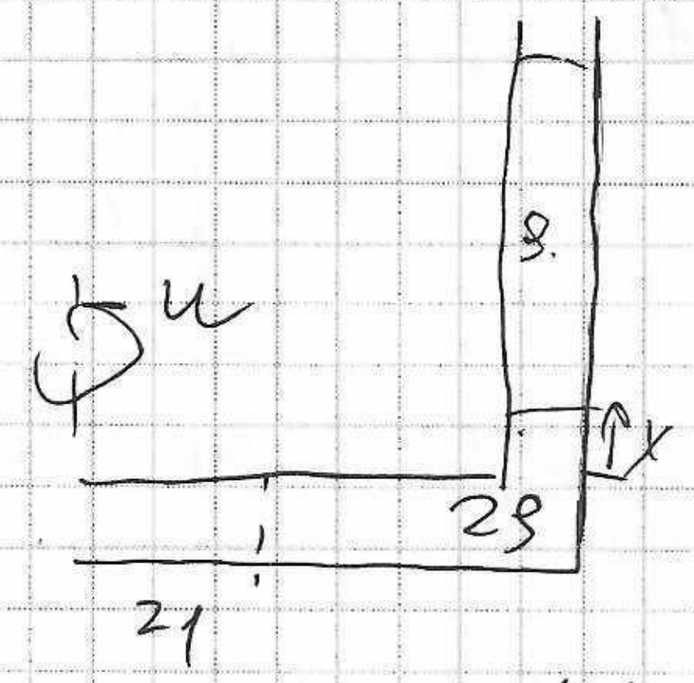
$m = \rho S\,dR$

$dP = \rho w^2 R\,dR$

т.е. ΔP в такой трубке за счет

вращения:

$$\Delta P = \int_{21}^{61} \rho w^2 R\,dR = \rho w^2 R^2 \Big|_{21}^{61} = \rho w^2 61^2 - \rho w^2 41^2 = 3\,\rho w^2 1^2$$



Найдем P_x:

$P_x + 3\,\rho w^2 l^2 = 29\rho x + 7\rho g l + P_0$

$x = l$ т.к. трубка расширяется

$P_x + 3\,\rho w^2 l^2 = 8\rho g l + P_0$

подставим P_x $\frac{P_0}{2} + \frac{7}{2}\rho g l + 3\,\rho w^2 l^2 = 8\rho g l + P_0$

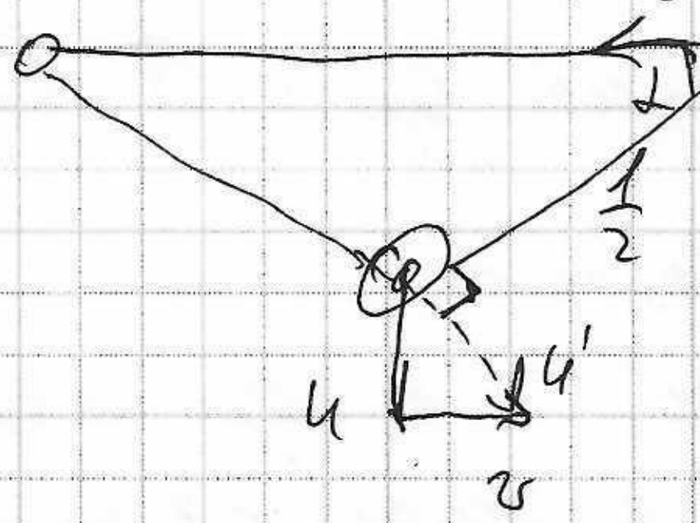
$3\,\rho w^2 l^2 = \frac{11}{2}\rho g l + \frac{P_0}{2}$

$w = \sqrt{\frac{(11\rho g l + P_0)}{68\,\rho l^2}}$ Ответ: $\sqrt{\frac{11\rho g l + P_0}{68\rho l^2}}$

olymp.bmstu.ru

продолжение №6

№5 1) перейдем в СО нулевой верхней блоки



$u' \perp$ нити, т.к. отн-о нулевой длины, следов движется со скоростью $u' = \sqrt{u^2+v^2} = \sqrt{\frac{12^2}{25}+\frac{81}{25}} = 3$ м/с

тогда $u = \frac{u'}{\frac{1}{2}} = \frac{3\cdot 2}{1,5} = 4$

тогда

$$g = ag\left(\frac{3}{4}\sin\alpha + 1\right) + \frac{3}{4}\frac{au}{\cos^2\alpha}$$

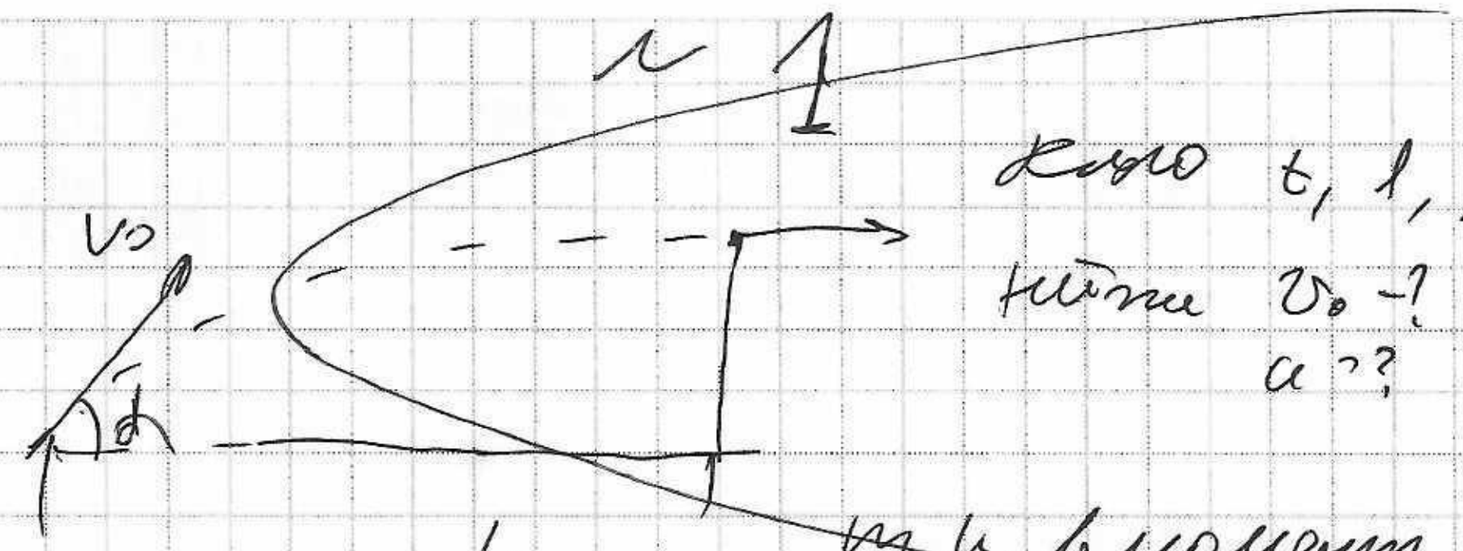
$$a_g = \frac{g - \frac{3}{4}\frac{4a}{\cos^2\alpha}}{\frac{3}{4}\sin\alpha + 1} = \frac{10 - \frac{3}{4}\frac{4\cdot 12}{16}\frac{25}{5}}{\frac{3}{4}\cdot\frac{3}{4}+1} = \frac{-1,25\cdot 16}{25} = -\frac{4}{5}\ м/с$$

искомый в усл-е 3.4:

$$2ma = mg - 2T\sin\alpha$$

$$T = \frac{2mg - 2ma}{2\sin\alpha} = m\left(\frac{g-a}{\sin\alpha}\right) = 0,1\left(\frac{10+\frac{4}{5}}{3}\right)\cdot 5 = 1,8\ Н.$$

Ответ: $\frac{12}{5}$ м/с; $\frac{4}{5}$ м/с; 1,8 Н



Дано t, l, g

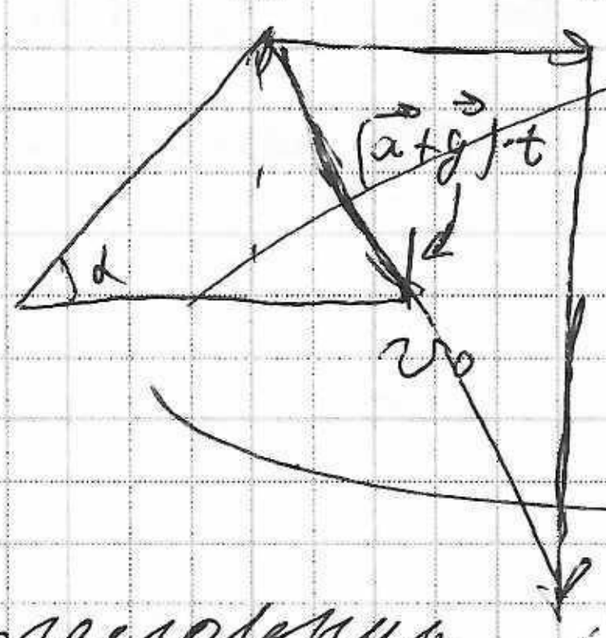
Найти v_0 - ?

a - ?

м.т. в момент отделения бусинки скорость горизонтальна.

$v_0 \sin\alpha = gt$

Векторно и обратим ур-е $\vec{v} = \vec{v_0} + \vec{a}t$

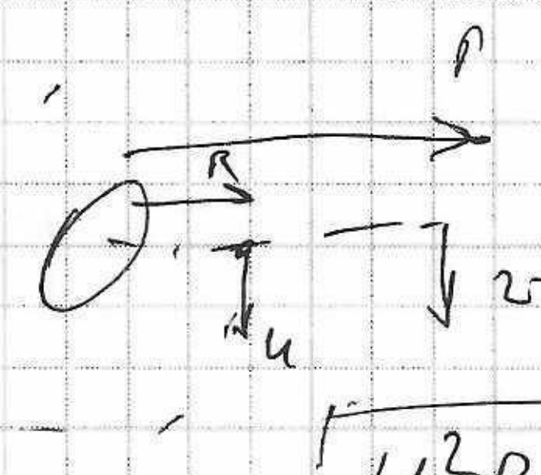


Отсюда следует, что

$v_0 = v_0\cos\alpha + at$, т.е. ускорение направлено за счет дополнительного увеличения

Тогда затрачено Th сэкономлено

$\sqrt{a^2+g^2}\,t = \sqrt{v_0^2 + v_0^2 - 2v_0^2\cos\alpha}$



пусть $T = 24\cdot60\cdot60$ - кол-во сек. в сутках

$u = \frac{2\pi R}{T}$

$\frac{mv^2}{R} = \frac{GMm}{R^2}$ $v^2R = const$

$u^2R = v^2r$

Для орбитальной скорости

u - ул. ск. бинарной системы $= \frac{u}{R} = \frac{1об}{T} = \frac{2\pi}{T}$

ω - ул. ск. двойной системы $= \frac{v}{r}$

$\frac{v}{r} = \frac{u}{R} = \frac{2об}{T} = \frac{4\pi}{T}$ т.к. он обходит каждую 2 раза

$\frac{v}{r} = \frac{6\pi}{T}$, тогда $\frac{v}{u}R = 3$, $u^2 = \frac{r}{R}$

$\frac{v^3}{u^3} = 3$ $\frac{v}{u} = \sqrt[3]{3}$

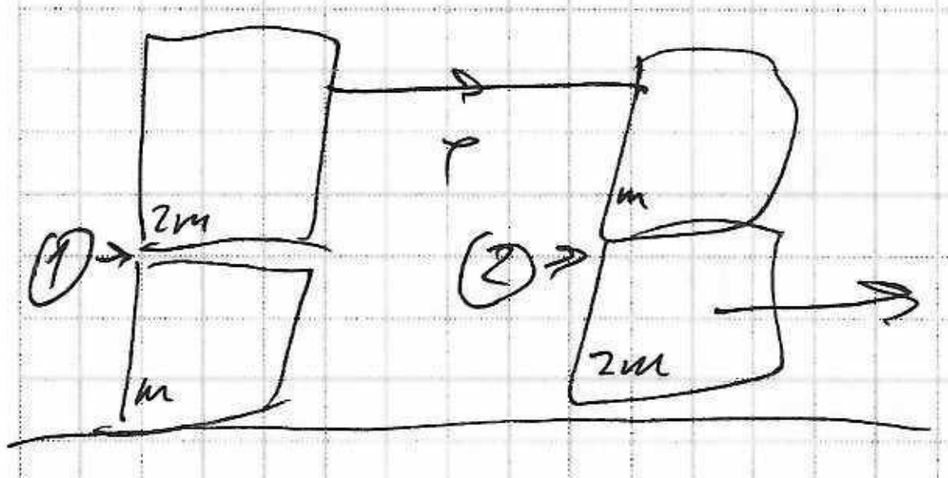
тогда $\frac{r}{R} = 3^{-\frac{2}{3}}$, и $r-R = r(1-3^{-\frac{2}{3}}) \approx 0{,}512\,r$

olymp.bmstu.ru

Вариант задания 2

~~Олимпиада школьников~~
~~Шаг в будущее~~
~~Физика~~
задача №3

$4Al + 3O_2 = 2Al_2O_3$



конструкция может разрушиться 3 образами:

1) порвется нить
2) грузы соскользнут в ~~нить~~ 4
в месте (1)
3) грузы соскользнут в ~~месте~~ месте (2)

рассмотрим минимум силы относительно оси — (2)
движения и натяжение силы F

1) порвется нить при $T = 10_H$

тогда $3ma = T$, $F = 6ma \Rightarrow F = 2T = 20H$.

можно утверждать, что при $F = 20H$ конструкция сломается

2) соскользнет в месте (1)

проскальзывание начнется при $T - M_2 mg = 2ma$

$T = 3ma$, $F = 6ma$

$\Rightarrow T = \frac{F}{2}$, $a = \frac{F}{6m}$ $\frac{F}{2} - 2Mmg = \frac{2mF}{6m}$

$\frac{1}{6}F = 2Mmg$, $F = 12Mmg = 120H$

3) проскальзывание в месте (2)

для верхнего груза: $ma = Mmg - T$

$a = \frac{F}{6m}$ $T = 3ma = \frac{F}{2}$

$\frac{F}{6} = Mmg - \frac{F}{2}$

$\frac{2}{3}F = Mmg$ $F = \frac{3Mmg}{2} = 15$ Н.

~~Ответ~~. продолжение ↓

Можно использовать оборот листа для записи решений

продолжение к 3

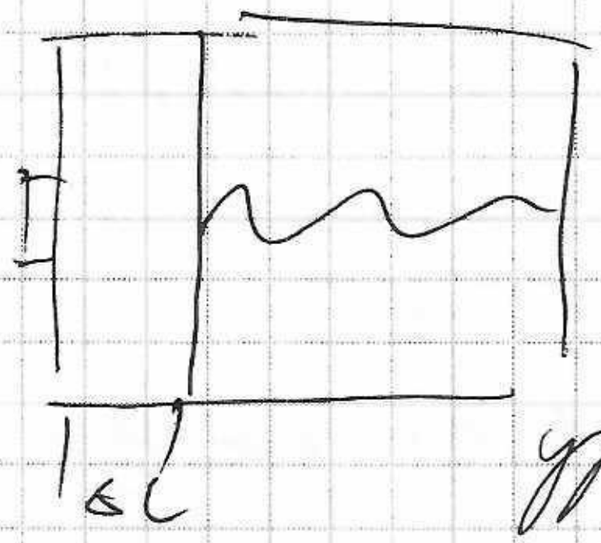
получаем, что разрушение произойдет в месте (2)

силе F достигнет 15 Н в момент $T = 14$ с

Ответ: 14 с.

к 4

пусть k – жесткость пружины.



ур. состояния для ΔL:

$P_1 S \Delta L = \nu R T_1$, $P_1 S = k \Delta L$

ур. состояния для $3\Delta L$:

$P_2 S 3\Delta L = \nu R (T_1 + \Delta T)$

ЗСЭ: $Q = \Delta U + A_г$

$A_г = -\Delta U_{пружины} = \frac{3k\Delta L^2}{2} - \frac{k\Delta L^2}{2}$

$Q = \frac{3}{2}\nu R \Delta T + A_г$

$\Delta T = \frac{Q - A_г}{\frac{3}{2}\nu R}$

$P_2 S 3\Delta L = \nu R \left(\frac{Q - A_г}{\frac{3}{2}\nu R} + T_1 \right)$

T_1 из 1 ур-я: $T_1 = \frac{P_1 S \Delta L}{\nu R}$

$P_2 S 3\Delta L = \nu R \frac{Q - A_г}{\frac{3}{2}\nu R} + P_1 S \Delta L$ / подставим $P_1 S = k\Delta L$ и $P_2 S = k 3\Delta L$

$3k\Delta L^2 = \frac{Q - A_г}{\frac{3}{2}} + k\Delta L^2$

$3k\Delta L^2 - \frac{2}{3}\left(Q - \frac{3k\Delta L^2}{2} + \frac{k\Delta L^2}{2} \right)$

$3k\Delta L^2 = 2Q - 3k\Delta L^2 + k\Delta L^2$

$32k\Delta L^2 = 2Q$

$k = \frac{Q}{16\Delta L^2} = 75000$

тогда $A_г = \frac{3k\Delta L^2}{2} - \frac{k\Delta L^2}{2} = 3$ кДж

Ответ: $A_г$ = 3000 Дж.

olymp.bmstu.ru

Ситуационная задача

Формула оксенной реакции $4Al + 3O_2 = 2Al_2O_3$

количество кислорода $= \frac{0,72}{32} = 0,0225$ моль,

прореагировало должно $\frac{0,0225}{2}$ моль $= 0,01125$

количество молекул должны составлять

или $\frac{4}{3}$, т.е. кол-во алюминия $\frac{4}{3} \cdot 0,01125 = 0,015$

тогда масса алюминия $= 0,015 \cdot 27 = 0,405$ грам.

2/ запишем тепловой баланс.

$Q_{отд} = m_{олива} C_{ол} (2300 - T_u) + m_{ост.ч.} \cdot \frac{1}{5}, 495000$

$= \frac{4}{5} m_{ост} C_{ал} (T_u - 293)$

где $C_{ол} = 1200$

$m_{олива} = \frac{V_{ол}}{1000 \cdot 102}$ — плотность $m_{ост.ал} = \frac{0,72}{2} = 0,36$ г.

$V_{олива} = (V_{алюм} + V_{ал}) \cdot \frac{2}{7} = \frac{(0,01125 + 0,015)_2}{7} = 7,5 \cdot 10^{-3}$ моль

$m_{олива} = \frac{7,5 \cdot 10^{-3}}{1000 \cdot 102} = \frac{5}{68} \cdot 10^{-6}$ кг.

выразим T_u из у.т.б:

$m_{ол} C_{ол} 2300 - m_{ол} C_{ол} T_u + \frac{m_u}{5} 495000 = \frac{4}{5} m_{ост} C_{ал} T_u$

$- \frac{4}{5} m_u C_{ал} \cdot 293$

$T_u \left(\frac{4}{5} m_{ал} C_{ал} + m_{ол} C_{ол} \right) = m_{ол} C_{ол} \cdot 2300 + \frac{m_u \cdot 495000}{5}$

$+ \frac{4}{5} m_{ал} C_{ал} \cdot 293$

$T_u = \frac{\frac{5}{68} \cdot 10^{-6} \cdot 1200 \cdot 2300 + 0,36 \cdot 10^{-3} + 495 \cdot 10^3 + \frac{4}{5} \cdot 0,36 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 \cdot 293}{\frac{36}{125} + \frac{3}{74}}$

продолжение ↓

продолжение
предыдущей

$T_н = 319{,}6$ К

между $P_{смеси} = P_{кислорода} + P_{азота} = \frac{\gamma_н R T_н}{V} + \frac{\gamma_н R T_н}{V} =$

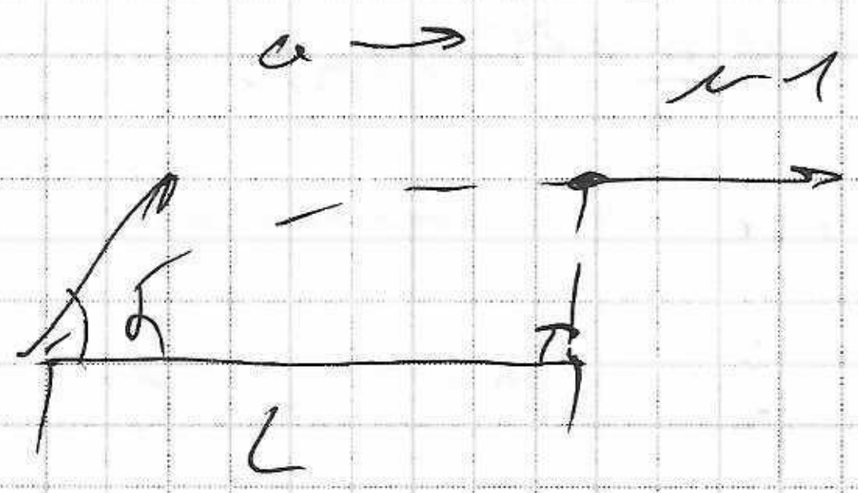
$P_{кис} V = \gamma_н R T_н$

$P_{азот} V = \gamma_н R T_н$

$= \frac{\gamma_0 R T_н}{V} = \frac{0{,}0112 \cdot 8{,}31 \cdot 319{,}6}{1 \cdot 10^{-3}}$

$= 29878{,}6$ Па

Ответ 29,9 кПа (29878,6 Па)



т. к. скорость тележки

Записываем

$v_{0x2} = \gamma t$ (1)

~~$v_0 (1 - \cos\alpha) = at$~~, т. к. модули

на гор. ось

$v_0 \cos\alpha + at = v_0$

$v_0 (1 - \cos\alpha) = at$ (2)

т. к. тело прокатилось

$v_0 \cos\alpha t + \frac{at^2}{2} = L$ (3)

решаем ур-я (1) (2) и (3)

$v_0 - v_0 \cos\alpha = at$; $\cos\alpha = 1 - \frac{at}{v}$

из (1) $v_0 \sqrt{1 - \cos^2\alpha} = \gamma t$ ^2

$v_0^2 (1 - \cos^2\alpha) = \gamma^2 t^2$

$v_0^2 \left(1 - 1 + 2\frac{at}{v} + \frac{a^2 t^2}{v^2}\right) = \gamma^2 t^2$

$2atv + a^2 t^2 = \gamma^2 t^2 \rightarrow v = \frac{\gamma^2 t^2 - a^2 t^2}{2at} \rightarrow$ (3)

$\frac{t^2(\gamma^2 - a^2)}{2a} - \frac{at^2}{2} = L \mid \cdot a$

$\frac{\gamma^2 t^2}{2} - \frac{a^2 t^2}{2} - \frac{a^2 t^2}{2} = La$

$-a^2 t^2 - La + \frac{\gamma^2 t^2}{2} = 0$

решая квадр. ур-е $a = \begin{cases} 3{,}66 \\ -13{,}66 \end{cases}$ м/с² – не подходит.

$a = 3{,}66$ м/с²

$v = \frac{100 \cdot 0{,}8^2 - 3{,}66^2 \cdot 0{,}8^2}{2 \cdot 3{,}66 \cdot 0{,}8} =$

$= 9{,}46$ м/с

olymp.bmstu.ru