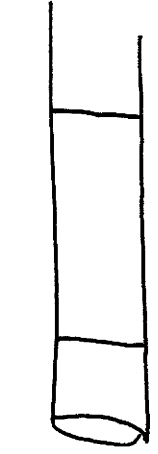


5) Дано: Решение:

v_1
 v_2
 T_0



число молекул
число N_2

В каком направлении изменится скорость молекул газа?

изменится ли температура газа?

$$m_1 v_1 = m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = m_1 v_1 + \frac{m_2 v_2}{m_1}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R T_{max} = \frac{3}{2} \nu R T_0$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \Delta U + \frac{m v^2}{2}, \text{ где } m = m_1 + m_2$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{(m_1 v_1 + m_2 v_2)^2}{m_1 + m_2} + 3 \nu R T_{max}$$

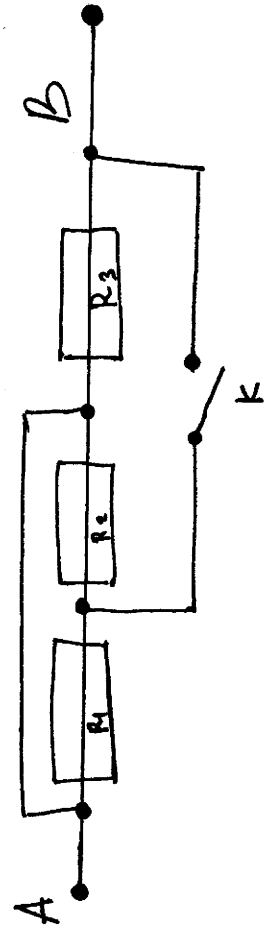
$$\frac{m_2 (v_1 - v_2)^2}{m_1 + m_2} = \frac{m v^2}{2}$$

$$T_{max} = \frac{m_1 m_2 (v_1 - v_2)^2}{(m_1 + m_2) 3 \nu R} + T_0$$

Ответ:

$$T_{max} = \frac{m_1 m_2 (v_1 - v_2)^2}{(m_1 + m_2) 3 \nu R} + T_0$$

6)



Дано:
1) $R_1 = 100 \text{ Ом}$
 $R_2 = 20 \text{ Ом}$
 $R_3 = 25 \text{ Ом}$
 $R_{(AB)} = ?$

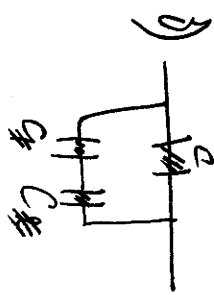
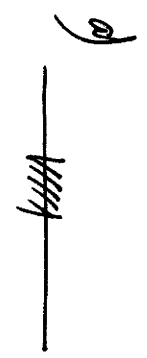
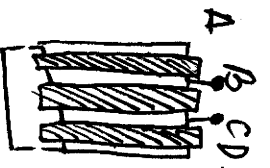
$$\text{Решение: } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3} = \frac{1}{100} + \frac{1}{25} = \frac{1}{100} + \frac{4}{25} = \frac{1}{100} + \frac{16}{100} = \frac{17}{100}$$

$$R = \frac{100}{17} \Rightarrow R \approx 5.88 \text{ Ом}$$

~~4~~
3



7) Dava: $\frac{S}{d^2 \leq \epsilon}$



a) $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$

$\cos \alpha = c$

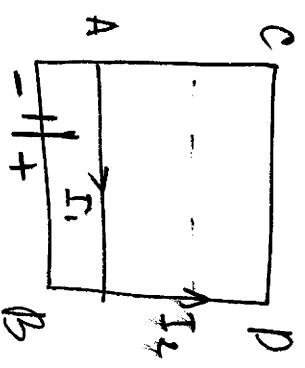
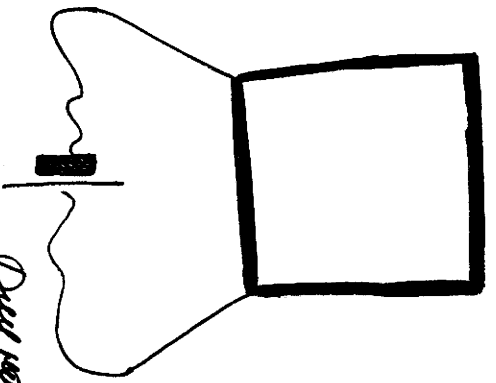
b) $\epsilon = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} = \frac{c}{2}$

15

3) $C_1 \frac{C}{2} + C = \frac{3}{2} C \Rightarrow \cos \alpha = \frac{3 \epsilon \epsilon_0 S}{2 d}$

a) $\cos \alpha = \frac{3 \epsilon_0 d}{d}$
 b) $\frac{3}{2} \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$

8) Dava: $L = a$
 $\frac{\epsilon}{B-1}$



Puence:

$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R}$
 $I_2 = \frac{\mathcal{E}}{3R}$

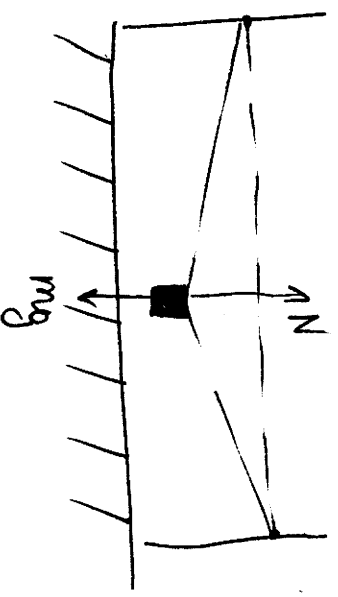
Dava: Dujug euvu vacepudavece
 vugyguue vauuefuuu uueu, mB uuuu fu fuceuu om uue,

AC, CD, OB e uuu $\Rightarrow B \sim I \cup B \sim \frac{I}{2}$, qgl
 1 - mo puueuuuu om yuu go ypu fu fuceuu
 $B = 3B_2 - B_1$
 $B_2 = \frac{B_1}{3}$, vugy fuceuu $B=0$, sm fem: $B=0$.

$\cos \alpha = \frac{1.15}{2} = \frac{2}{4}$
 $\cos \alpha = 0.6$
 $\sin \alpha = 0.8$

1) Dava:

$L = 4$
 $\frac{N = 1.5}{T = 1}$



uuumpu ypu geyuu: uue uueuuu 3

$$Oy: 2 F_y \sin \alpha = mg$$

$$F_y = k \Delta l$$

$$2k \Delta l \sin \alpha = mg \quad - \text{gunakan perbandingan}$$

$$\Delta l = \frac{2.2 + 1.5^2}{2}$$

$$\Delta l = 0,5$$

$$2) \quad 2F'_y \sin \alpha - mg = -ma, \text{ ya } a = -\omega^2 R$$

$$F'_y = k(\Delta l + x)$$

$$2kx \sin \alpha = -ma$$

$$\frac{2x \cdot \sin \alpha \cdot mg}{2 \Delta l \sin \alpha} = m\omega^2 x$$

$$\omega^2 = \frac{g}{\Delta l} \quad ; \quad \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta l}{g}} = 6,28 \sqrt{\frac{0,5}{70}}$$

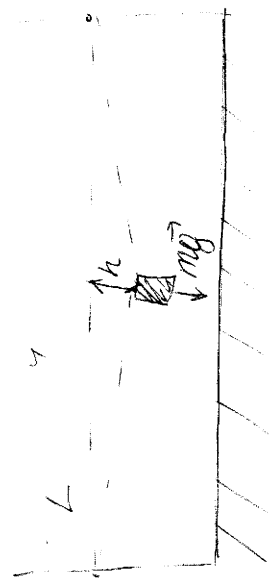
$$T = 1,4c$$

Orbitum: 1,4c.

meto bux
uuef N3

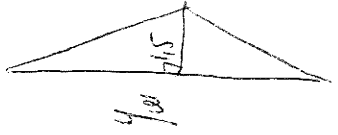


①



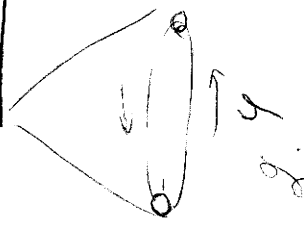
$$\frac{1,5}{2,25} + \frac{1,5}{2,25}$$

$$\frac{16}{2,25} + \frac{2,25}{18,25}$$



$$< 1825 <$$

Черновик



$$\frac{85}{85} \times \frac{1}{425}$$

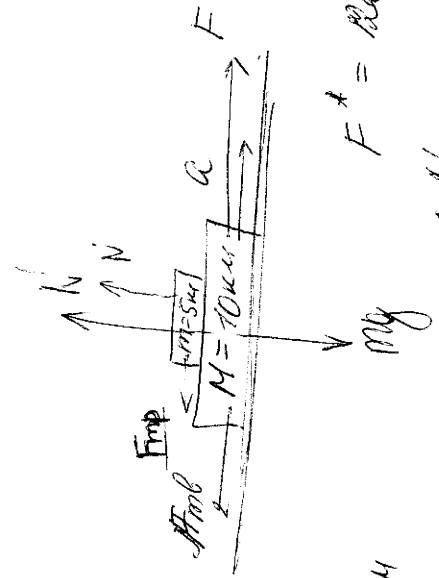
$$\frac{680}{14225}$$

$$\frac{225}{180} \times \frac{95}{45}$$

$$\frac{2025}{225}$$

$$90^2 = 1600$$

$$50^2 = 2500$$



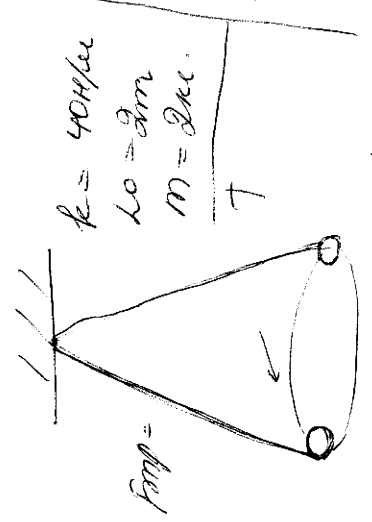
$$\mu = 0,1$$

$$F^* = 200H$$

$$\mu N = a(m + H)$$

$$H = mc$$

$$F_{mp} = \mu N$$



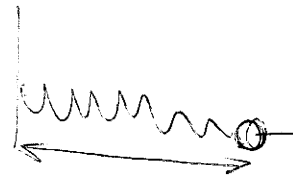
$$R = 40H/\pi$$

$$h = 2m$$

$$m = 2cc$$

$$N = \frac{t}{T}$$

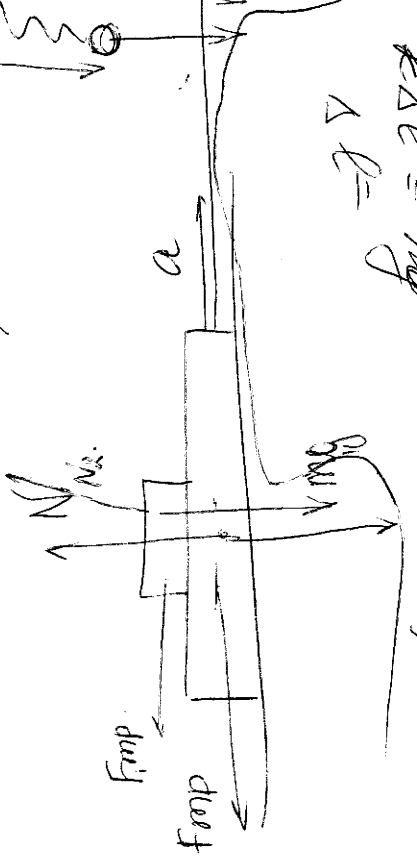
$$T = \frac{t}{N}$$



$$0,1N = 15x$$

$$15x = x$$

$$x = 1/4 \text{ cm}$$



$$F = mg = 20$$

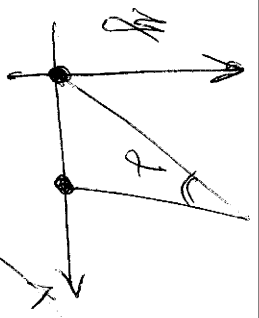
$$F_{mp} = kx$$

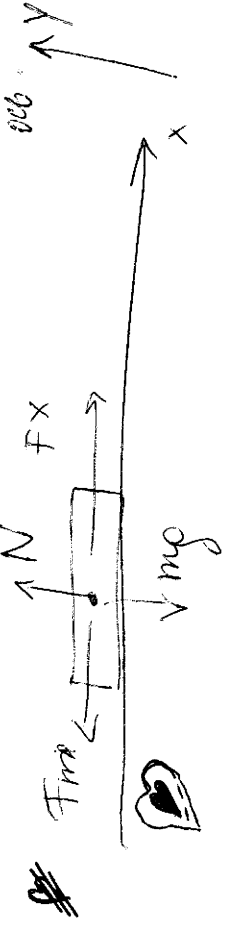
$F_y = mg$
 $F_{\Delta L} = mg$
 $\Delta F =$

But: $F_{y \cos \alpha} = mg$
 $F_{y \sin \alpha} = mg$

OX: $F_{\sin \alpha} = F$
 $- ma =$

③





$$F_x - T_{mp} = m a$$

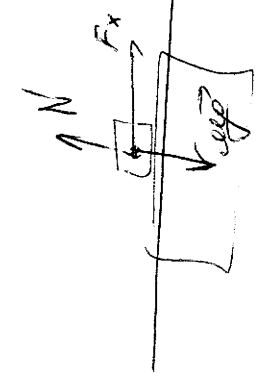
$$N - m g = 0$$

$$\Rightarrow a = \frac{F_x - \mu_1 m g}{m}$$



$$a_{max} = \frac{180 - 9 \cdot 15 \cdot 10}{15}$$

$$a_{max} = 7 \text{ m/s}^2$$



100p-100g

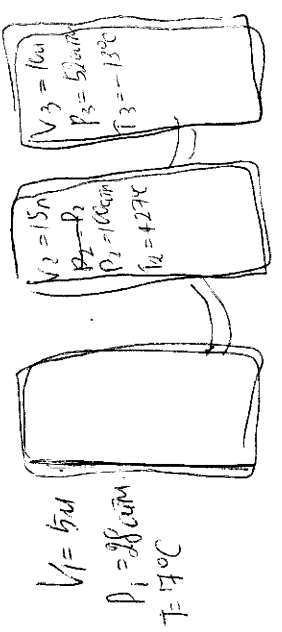
$$m a = T_{mp} = \mu N$$

$$m a = \mu m g$$

$$\mu = \frac{a}{g} = 0.2$$

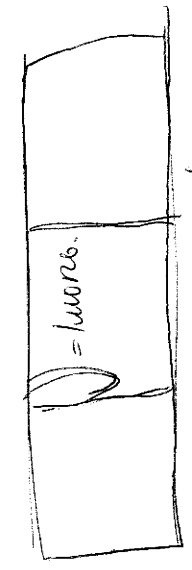
Omber $\mu(\text{min}) = 0.7$

3. $T_{mp} =$



max cooling - 15
m.c

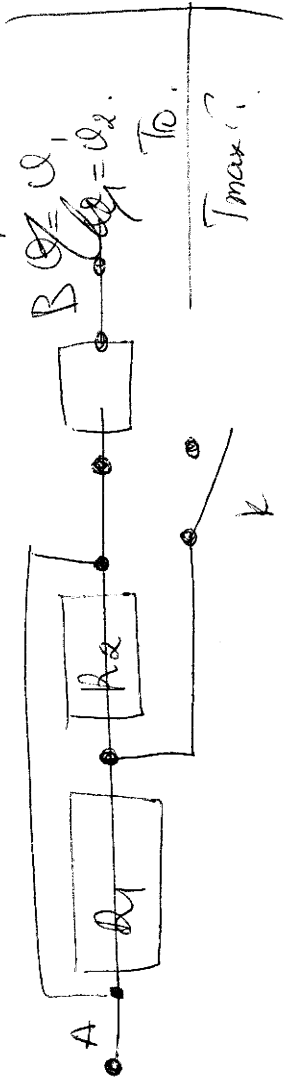
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$



$$P = \frac{W}{V}$$

mpoxyce
agrad-15
 $T_{max} = ?$

m



Remember

① $k \Delta e = mg$
 $\Delta e = \frac{mg}{k} \Rightarrow \frac{80}{40} = 0,5$

$ay = \omega^2 R$
 $R = L \sin \alpha$

$F_y \sin \alpha = mg$

$mg \cdot \sin \alpha = m \omega^2 R \cdot L \sin \alpha$

$g = \omega^2 (L_0 + \Delta L) \Rightarrow \omega = \frac{2\pi T}{R}$

$g = \frac{4\pi^2}{T^2} (L_0 + \Delta L) \Rightarrow$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{L_0 + \Delta L}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{0,15}{10}}$

$T = R = 3,14$

④ $PV = CRT \Rightarrow V = \frac{PV}{RT}$

processo \Rightarrow $\Delta U = 0$ ref. menu - mg.

$\Delta U = P_1 V_1$

$mg = F_{up}$

$U_1 + U_2 + U_3 = U$

$\frac{5}{2} V_1 P_1 + \frac{5}{2} V_2 P_2 + \frac{5}{2} V_3 P_3$

$\frac{5}{2} (P_1 V_1 + P_2 V_2 + P_3 V_3) = \frac{5}{2} P (V_1 + U + V)$

$P = \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2 + P_3 V_3}{V_1 + V_2 + V_3} =$

$= \frac{2 \cdot 8 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-3} + 100 \cdot 10 + 5 \cdot 10 \cdot 10}{10 + 10 + 10} =$

$P_2 V_2 = 7 \cdot 10^5 \Rightarrow m \cdot g \cdot h$
 $\frac{9,76}{9,05} = \frac{PV}{T}$
 $\frac{9,76}{9,05} = \frac{PV}{T}$

$F_{up} = ma$
 $mg =$
 $ay = \omega^2 R = \frac{PV}{RT}$
 $\frac{PV}{RT} = \frac{PV}{RT}$

$$P = 18 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-3} + 100 \cdot 10^5 \cdot 75 \cdot 10^{-3} + 52 \cdot 10^5 \cdot 10^{-3}$$

$$30 \cdot 10^{-3}$$

$$P = 22 \cdot 10^5 = 72 \text{ аттв.}$$

$$PV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{PV}{R\nu} = \frac{P(V_1 + V_2 + V_3)}{\frac{P_1 V_1}{T_1} + 2 + 3}$$

5. ν не извест, max эн. энергия
напрямик спускаю от

сг. 8. сг. сг. сг.

$$m_1 v_1 = m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$V = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = m_1 \frac{v_1 + m_2 v_2}{m_1}$$

$$\frac{P}{P_1} = \frac{T}{T_0} \Rightarrow$$

$$P' = \frac{P \cdot T_0}{T}$$

$$\Delta V = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} \nu RT_0$$

$$\frac{m_1}{2} v_1^2 + \frac{m_2}{2} v_2^2 = \Delta V + \frac{m_1}{2} v^2, \text{ сг.}$$

$$m = m_1 + m_2$$

$$\frac{m_1}{2} v_1^2 + \frac{m_2}{2} v_2^2 = \frac{m_1 + m_2}{2} v^2 = \frac{m_1 + m_2}{2} (v_1 + m_2 v_2)^2$$

$$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = \frac{(m_1 v_1 + m_2 v_2)^2}{m_1 + m_2} + 3 \nu RT_0 = \frac{+3}{2} \nu RT =$$

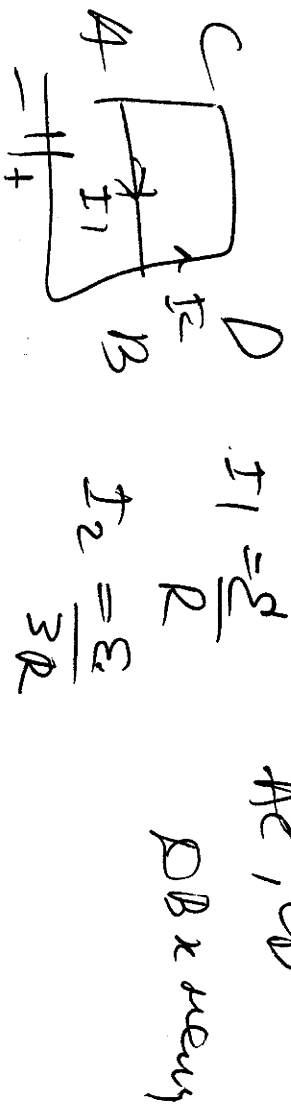
~~3/2~~

~~Рот~~
~~3/2 RT~~

$$2. \frac{(m_1 + m_2)}{(V_1 - V_2)}^2 = m_1 + m_2$$

Group
 unglyr uawaw
 maww

$$\uparrow_{\max} = \frac{m_1 m_2 (V_1 - V_2)^2}{(m_1 + m_2) 3V} \quad \uparrow J$$



But u $B \sim I$ rgr

v - pae e of gaw pwt-6

$$B_3 = 3B_2 - B_1$$

$$B_2 = \frac{B_1}{3}$$

$$B = 0$$

$$G \& B = 0$$

$$\frac{m_2 + m_1}{m_1 (V_1 - V_2)^2} = \frac{m_2 + m_1}{m_1 (V_1 - V_2)^2}$$

$$\frac{P \cdot V_0}{T} = \frac{P \cdot V_1}{T_1} = \frac{P \cdot V_2}{T_2}$$

$$\begin{aligned} \uparrow_{RT} &= \frac{P \cdot V_1}{T_1} = \frac{P \cdot V_2}{T_2} \\ V &= \frac{P \cdot V_2}{T_2} \\ P &= \frac{P \cdot V_2}{T_2} \\ P &= \frac{P \cdot V_2}{T_2} \end{aligned}$$



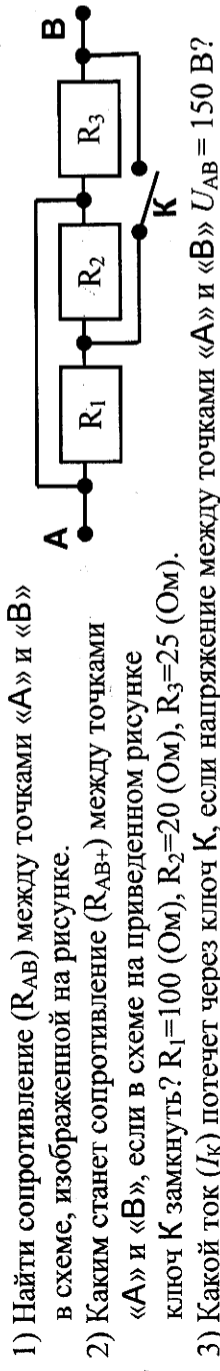
ЗАДАЧА № 4.

В кислородном баллоне объемом $V_1=5$ л давление газа $P_1=28$ атмосфер. Он стоит на складе, где поддерживается температура $T_0=+7^\circ\text{C}$. Туда принесли еще 2 баллона: один из цеха (его параметры $V_2=15$ л, $P_2=10$ ат, $T_2=+27^\circ\text{C}$), а другой с улицы ($V_3=10$ л, $P_3=52$ ат, $T_3=-13^\circ\text{C}$). Все 3 баллона соединили короткими шлангами и открыли вентили, сделав их объемами сообщающимися. Найти общее давление и температуру в баллонах сразу после перемешивания, считая, что теплообмен с атмосферой еще не начался. Какое давление установится после теплообмена с атмосферой?

ЗАДАЧА № 5

В гладкостенной трубе два поршня массами m_1 и m_2 сближаются, двигаясь **в одну сторону**. Между поршнями находится один моль идеального газа. За поршнями - вакуум. В некоторый момент скорости поршней равны, соответственно, V_1 и V_2 при температуре газа T_0 . Найти температуру газа (T_{max}) и скорости поршней в момент их максимального сближения. Газовый процесс считать адиабатическим.

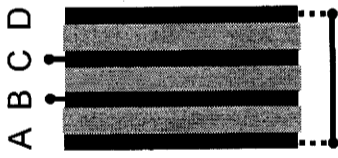
ЗАДАЧА № 6.



- 1) Найти сопротивление (R_{AB}) между точками «А» и «В» в схеме, изображенной на рисунке.
- 2) Каким станет сопротивление (R_{AB+}) между точками «А» и «В», если в схеме на приведенном рисунке ключ К замкнуть? $R_1=100$ (Ом), $R_2=20$ (Ом), $R_3=25$ (Ом).
- 3) Какой ток (I_K) потечет через ключ К, если напряжение между точками «А» и «В» $U_{AB} = 150$ В?

ЗАДАЧА № 7.

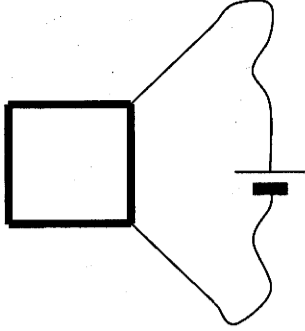
«Сэндвич» состоит из четырех одинаковых тонких металлических пластин А, В, С и D (черные полоски на рисунке), проложенных листами тонкой бумаги с диэлектрической проницаемостью ϵ (серые полоски на рисунке) и плотно прижатых друг к другу. Площадь каждой пластины и бумажной прокладки равна S , толщина бумаги d (причем $d^2 \ll S$).



- а) Какова емкость (C_{BC}) между пластинами В и С в исходном состоянии, когда все пластины свободны (изолированы друг от друга)?
- б) Какой станет емкость ($C_{ВС}$) между пластинами В и С, если пластины А и D соединить между собой тонким металлическим проводом?

Задача № 8

Из проволоки сделан плоский каркас в виде квадрата со стороной L . К соседним вершинам при помощи длинных прямых проводов, направленных в центр каркаса, подведен источник постоянного тока с ЭДС \mathcal{E} . Определить величину вектора индукции магнитного поля в центре квадрата, если электрическое сопротивление каждой из его сторон равно R . Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

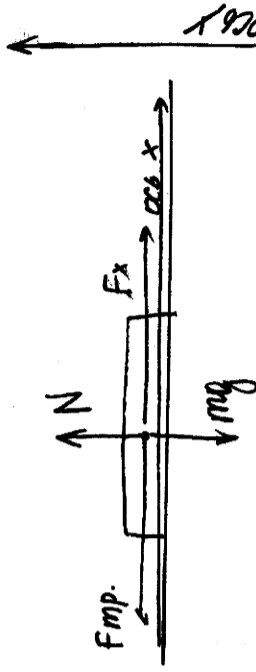


2) Дано:

$M = 10$ м
 $m = 5$ кг
 $\mu_1 = 0,1$
 $F^* = 120$ Н
 $\mu_2 = ?$

Решение:

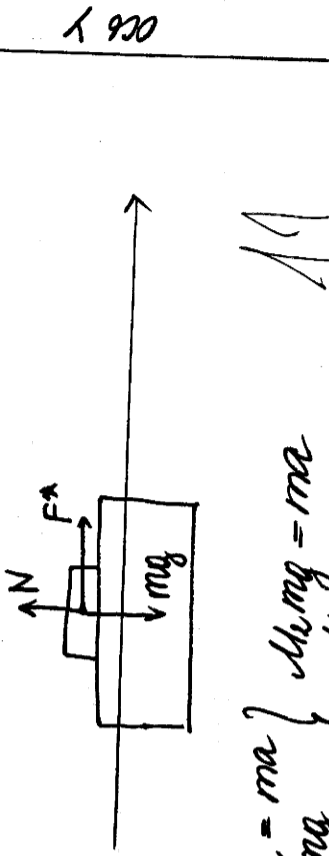
а) Рассмотрим движущиеся саночки.



ось x : $F^* - F_{mp} = Ma$
 ось y : $N - Mg = 0$ } $a = \frac{F^* - \mu_1 Mg}{M}$

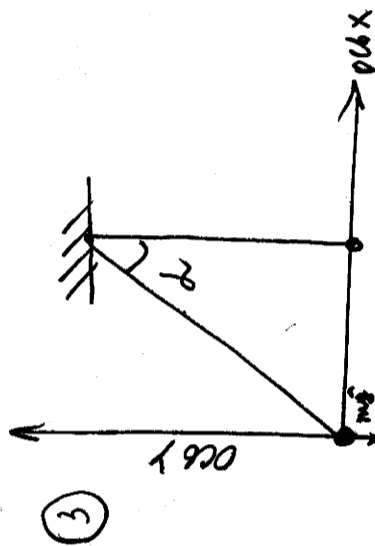
$a(\max) = \frac{120 - 0,1 \cdot 15 \cdot 10}{15} = 0,7 \text{ м/с}^2$

б) Рассмотрим движущиеся каретки.



ось x : $F_{mp} = ma$
 ось y : $N = mg$ } $\mu_2 mg = ma$
 $\mu_2 = \frac{a}{g} = 0,7$

Ответ: $\mu(\min) = 0,7$.



Решение:

ось x : $F_y \sin \alpha = mg$
 ось y : $F_y \cos \alpha = mg$
 $\tan \alpha = \frac{mg}{mg} = 1$ (по условию), но $\cos \alpha = 1$
 $F_y = mg$; $\tan \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$
 $\frac{mg}{k} = \frac{20}{90} = 0,22$

Дано: $k = 90 \text{ Н/м}$
 $L = 20$ м
 $m = 20$ кг
 $T = ?$
 $\frac{20}{90} = 0,22$

$F_{\text{прод}} = m \cdot a_y$
 $m \cdot g - F_{\text{прод}} = m \cdot w^2 \cdot L \cdot \text{прод}$ $R = L \cdot \text{прод}$

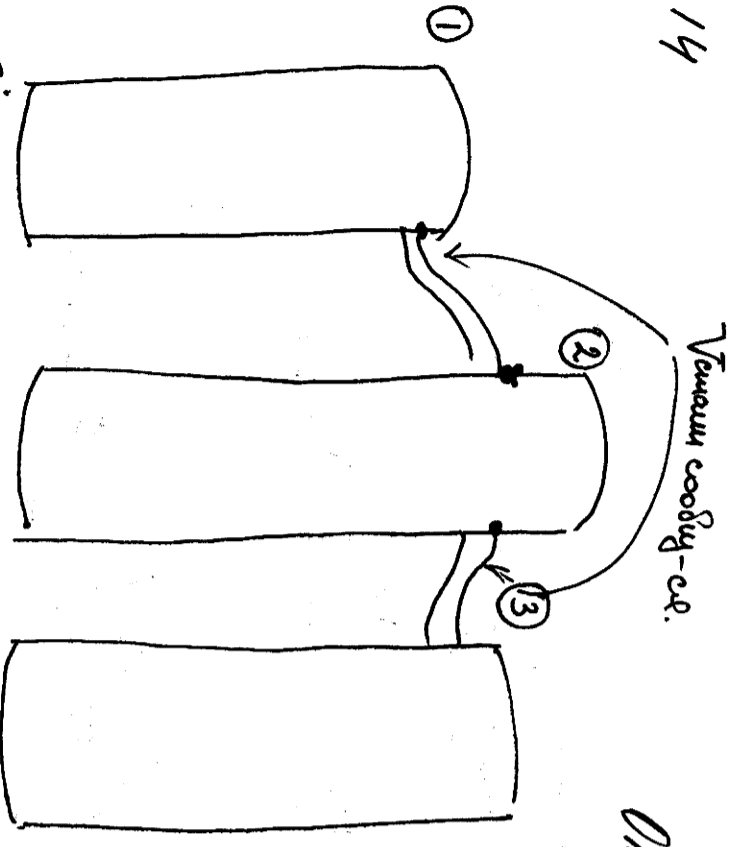
$g = w^2 (L_0 + \Delta L)$; $m \cdot w^2 = \frac{21}{R}$, тогда

$g = \frac{4 \cdot 10^2}{R \cdot T_0^2}$; $T = 21 \sqrt{\frac{L_0 + \Delta L}{g}} = 21 \sqrt{\frac{2,5}{10}} = 21 \cdot 0,5$, тогда:

$T = 10 = 3,14$

④ Дано:

- $V_1 = 5 \mu$
- $P_1 = 280 \text{ мм рт.ст.}$
- $T_0 = +17^\circ \text{C}$
- $V_2 = 15 \mu$
- $P_2 = 100 \text{ мм рт.ст.}$
- $T_2 = +24^\circ \text{C}$
- $V_3 = 10 \mu$
- $P_3 = 50 \text{ мм рт.ст.}$
- $T_3 = -15^\circ \text{C}$



По формуле Шварцшильда - Кавендиша:

$PV = \nu RT$, тогда $\nu = \frac{PV}{RT}$, масса:

$\nu_1 = \frac{P_1 V_1}{R T_1}$, $\nu_2 = \frac{P_2 V_2}{R T_2}$, $\nu_3 = \frac{P_3 V_3}{R T_3}$

$\Delta U = 0$, где ν - количество вещества

$\nu_1 + \nu_2 + \nu_3 = \nu$; $\frac{5}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{5}{2} \nu_2 R T_2 + \frac{5}{2} \nu_3 R T_3 = \frac{5}{2} \nu R T$

$\frac{5}{2} (P_1 V_1 + P_2 V_2 + P_3 V_3) = \frac{5}{2} P (V_1 + V_2 + V_3)$

$P = \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2 + P_3 V_3}{V_1 + V_2 + V_3} = \frac{280 \cdot 10^{-5} \cdot 5 \cdot 10^{-3} + 100 \cdot 10^{-5} \cdot 15 \cdot 10^{-3} + 50 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-3}}{39 \cdot 10^{-3}}$

$PV = \nu RT$, тогда $T = \frac{PV}{R \nu} = \frac{P (V_1 + V_2 + V_3)}{R (\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} + \frac{P_3 V_3}{T_3})}$

$\frac{P}{P_1} = \frac{T}{T_0} \Rightarrow P_1 = \frac{P T_0}{T}$

$T = 280 \text{ К}$

Уравнение на сайте 12



5804

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ

2016-2017

заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады ФИЗИКА (11 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада Иркутская

Дата 12.03.2017

Вариант 2

(Во всех задачах по умолчанию считать $g = 10 \text{ м/с}^2$)

ЗАДАЧА № 1.

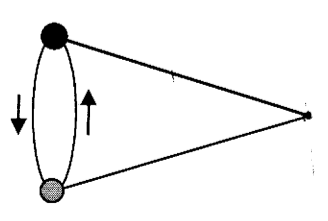
К противоположным стенам комнаты (шириной $L = 4 \text{ м}$) прикрепили на одном уровне концы легкого резинового троса такой же длины L . Затем к середине троса подвесили груз и аккуратно отпустили. В итоге груз «просел» на «глубину» $h = 1,5 \text{ м}$ относительно исходного уровня. Определить период малых вертикальных колебаний груза около этого положения.

ЗАДАЧА № 2.

На снегу стоят санки (без спинки) массой $M = 10 \text{ кг}$. На них лежит коробка массой $m = 5 \text{ кг}$. Коэффициент трения санок о снег $\mu_1 = 0,1$. Санки тянут с горизонтальной силой F , которую постепенно увеличивают. Когда она достигает значения $F^* = 120 \text{ Н}$, коробка начинает соскальзывать с санок назад и падает на снег. Найти коэффициент трения (μ_2) санок о коробку.

ЗАДАЧА № 3.

Пружина жесткостью $k = 40 \text{ Н/м}$ имеет длину l в ненапряженном состоянии $L_0 = 2 \text{ м}$. На ней к потолку подвесили груз массой $m = 2 \text{ кг}$ и раскрутили его в горизонтальной плоскости так, что он начал ходить по кругу, а пружина — описывать коническую поверхность (см. рисунок). Чему будет равен период (T) обращения груза в самом конце процесса, когда его движение почти затухнет и угол пружины с вертикалью станет исчезающе малым?



82

26