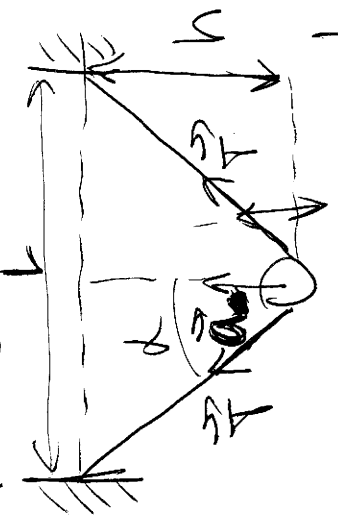


Условие

① Дано:  $l = 3 \text{ м}$   
 $h = 2 \text{ м}$   
 $T = ?$



Трос натянут, опоры соединены на уровне  $x$   
 II 3-х точек:

$Q_m = 2l \cos \alpha$ ;  $\cos \alpha = \frac{h-x}{\sqrt{(h-x)^2 + (\frac{l}{2})^2}}$   
 $T = k \Delta l$ ;  $\Delta l = \left( \sqrt{(h-x)^2 + (\frac{l}{2})^2} - \frac{l}{2} \right)$   
 Т.к.  $x \ll h$ , то  $Q = x''$

$x'' + 2 \frac{x k}{\sqrt{h^2 + \frac{l^2}{4}}} \left( \sqrt{h^2 + \frac{l^2}{4}} - \frac{l}{2} \right) = \text{const}$   
 где const - это константа, постоянная величина.

Для наст. положения груза:



$mg = 2T \cos \alpha$   
 $mg = 2k \frac{\Delta l}{\sqrt{h^2 + \frac{l^2}{4}}} h$   
 $\Rightarrow 2 \frac{\Delta l k}{\sqrt{h^2 + \frac{l^2}{4}}} = \frac{mg}{h}$

$x'' + \frac{x g}{h} = \text{const}$

$T = 251 \sqrt{\frac{h}{g}}$ ;  $T = 2,314 \sqrt{\frac{2}{10}} = 2,81 \text{ кН}$   
 Ответ:  $251 \sqrt{\frac{h}{g}} = 2,81 \text{ кН}$



ЧУСТОВИК

5) проголосувати:

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

$$W_1 = \frac{m_1 D_1^2}{2} + \frac{m_2 D_2^2}{2}$$

$$W_2 = \frac{(m_1 D_1 - m_2 D_2)^2}{2(m_1 + m_2)}$$

$$\frac{3}{2} \nu R T_{max} = \frac{m_1 D_1^2}{2} + \frac{m_2 D_2^2}{2} - \frac{(m_1 D_1 - m_2 D_2)^2}{2(m_1 + m_2)} + \frac{3}{2} \nu R T_0$$

$$T_{max} = \frac{2}{3R} \left( \frac{m_1 D_1^2}{2} + \frac{m_2 D_2^2}{2} - \frac{(m_1 D_1 - m_2 D_2)^2}{2(m_1 + m_2)} \right) + \frac{3}{2} \nu R T_0$$

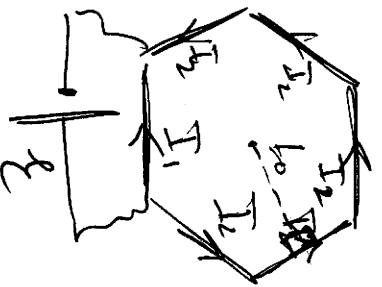
Дублем: ①  $V = \frac{m_1 V_1 - m_2 V_2}{m_1 + m_2}$

②  $T_{max} = \frac{2}{3R} \left( \frac{m_1 D_1^2}{2} + \frac{m_2 D_2^2}{2} - \frac{(m_1 D_1 - m_2 D_2)^2}{2(m_1 + m_2)} \right) + \frac{3}{2} \nu R T_0$

8) Варо: Равенств:



B-?



1.  $B = 5B_2 - B_1$

$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_1}{L_0}$

$L_0 = \frac{3}{2} L$

$B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_2}{\frac{3}{2} L}$

$B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi \frac{3}{2} L} (5I_2 - I_1)$

2.  $R_{обвс} = \frac{5R_2}{6R_1} = \frac{5}{6} \frac{R}{R}$

$I_1 = \frac{I_1 R}{R}$

$I_2 = \frac{I_2 R}{R}$

3.  $B = \frac{\mu_0}{6\pi L} \left( \frac{I}{R} - \frac{I}{R} \right) = 0 T_u$

Дублем: 0 T\_u

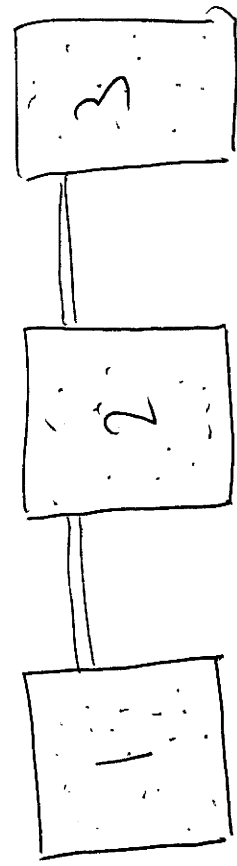
15

**Условие**

4) Дано:

- $V_1 = 10 \text{ л}$
- $P_1 = 14 \text{ атм}$
- $T_1 = +7^\circ\text{C}$
- $V_2 = 30 \text{ л}$
- $T_2 = +27^\circ\text{C}$
- $P_2 = 50 \text{ атм}$
- $V_3 = 20 \text{ л}$
- $P_3 = 26 \text{ атм}$
- $T_3 = -13^\circ\text{C}$

Решение:



1. Заменим  $P_0$ . Менее чем  $P_0$  - кувалда

- 1)  $P_1 V_1 = P_0 R T_0$
- 2)  $P_2 V_2 = P_0 R T_2$
- 3)  $P_3 V_3 = P_0 R T_3$
- 4)  $P_0 (V_1 + V_2 + V_3) = (P_1 V_1 + P_2 V_2 + P_3 V_3) R T_0$

~~$P_0 = V_0 = V_1 + V_2 + V_3$~~

$P_0 = ?$ ,  $T_0 = ?$   
 $P^* = ?$ ,  $Q_{отд} = Q_{пр}$  (го нуль)

$\frac{1}{2} R (V_1 T_1 + V_2 T_2 + V_3 T_3) = \frac{1}{2} R (V_1 + V_2 + V_3) T_0$

$T_0 = \frac{V_1 T_1 + V_2 T_2 + V_3 T_3}{V_1 + V_2 + V_3} = \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2 + P_3 V_3}{\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} + \frac{P_3 V_3}{T_3}}$

$T_0 = \frac{14 \times 10 + 50 \times 30 + 26 \times 20}{\frac{14 \times 10}{273} + \frac{50 \times 30}{300} + \frac{26 \times 20}{260}} = \frac{140 + 1500 + 520}{\frac{140}{273} + 5 + \frac{130}{13}} = \frac{2160}{1.5 + 5 + 10} = \frac{2160}{16.5} = 130.9 \text{ K} = 130.9 - 273 = -142.1^\circ\text{C}$

$P_0 = \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2 + P_3 V_3}{V_1 + V_2 + V_3} = \frac{140 + 1500 + 520}{10 + 30 + 20} = \frac{2160}{60} = 36 \text{ атм}$

3. Т.к. кувалда - гыканыннан бар, то  $i = 5$  молдундун температурасын аныктуу керек.

$P_0 V_0 = (V_1 + V_2 + V_3) R T_0$   
 $P^* V_0 = (V_1 + V_2 + V_3) R T^*$

$P^* = \frac{T_1}{T_0} P_0$ ;  $P^* = \frac{273}{130.9} \times 36 = 37.5 \text{ атм}$

Оубени: 1)  $T_0 = 130.9 \text{ K}$  нем  $-142.1^\circ\text{C}$

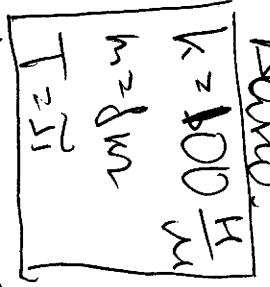
$P_0 = 36 \text{ атм}$

2)  $P^* = 37.5 \text{ атм}$

11

5

5



Paaritud:

$\delta - \text{puud}$

•  $F_g \cos \delta = mg$   
 $T = \frac{2517\pi}{\delta} \Rightarrow \delta = \frac{2517\pi}{T}$   
 •  $k \cos \delta = mg$

•  $T = (l_0 + l) \sin \delta$

•  $Q_g m = F_g \sin \delta$   
 $\frac{g}{T} m = k l \sin \delta$

$\frac{451^2 g m}{T} = k l \sin \delta ; \frac{451^2 T}{T^2} m = k l \sin \delta$   
 $\frac{451^2 (l + l_0) m = T^2 k l \sin \delta ; \frac{451^2 (l + l_0) \sin \delta m}{k l \sin \delta} = T^2$   
 $\Rightarrow l = \frac{mg}{k}$

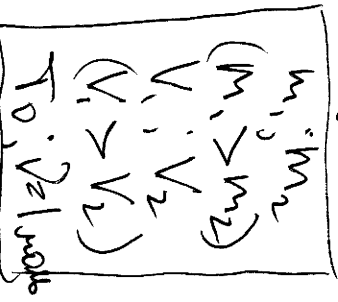
$451^2 mg + 451^2 l_0 = T^2 g \Rightarrow l_0 = \frac{T^2 g - \frac{451^2 mg}{k}}{451^2}$   
 $l_0 = \frac{55^2 \cdot 10 - \frac{451^2 \cdot 80}{100}}{451^2} = \frac{10 - 0,8}{4} = 2,3 \text{ m}$

Duplem: 2,3 m.

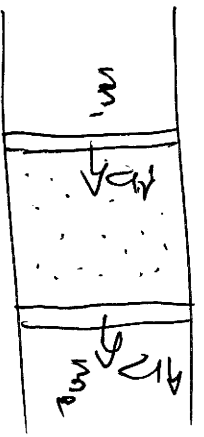
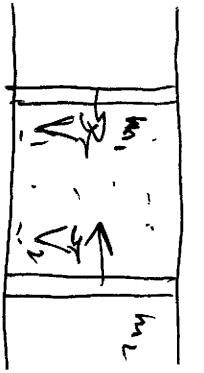
15

5

Arvud:



Paaritud:



Tasakaal ja moodulite seadusest  
 saadakse  $h$  ja  $h'$  väärtused, mis  
 on võrdsed. Seega saame leida  
 (võrre võrdustest) kogu  
 kogumassi, mis on  $h'$  poola

SCM:  $m_1 V_1 - m_2 V_2 = (m_1 + m_2) V$

$V = \frac{m_1 V_1 - m_2 V_2}{m_1 + m_2}$

F.k. saadakse  $h$  ja  $h'$  väärtused, mis  
 on võrdsed.

$\Delta U = W_1 - W_2$

ЗАДАЧА № 4.

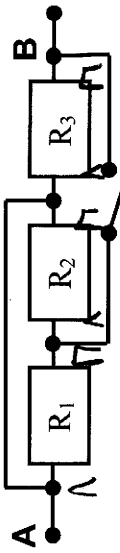
В кислородном баллоне объемом  $V_1=10$ л давление газа  $P_1=14$ атмосфер. Он стоит на складе, где поддерживается температура  $T_0=+7^\circ\text{C}$ . Тула принесли еще 2 баллона: один из цеха (его параметры  $V_2=30$ л,  $P_2=50$ ат,  $T_2=+27^\circ\text{C}$ ), а другой с улицы ( $V_3=20$ л,  $P_3=26$ ат,  $T_3=-13^\circ\text{C}$ ). Все 3 баллона соединили короткими шлангами и открыли вентили, сделав их объемы сообщающимися. Найдите общее давление ( $P_0$ ) и температуру ( $T_0$ ) в баллонах сразу после перемешивания, считая, что теплообмен с атмосферой еще не начался. Какое давление ( $P^*$ ) установится после теплообмена с атмосферой?

ЗАДАЧА № 5.

В гладкостенной трубе два поршня массами  $m_1$  и  $m_2$  ( $m_1 > m_2$ ) движутся навстречу друг другу. Между поршнями находится один моль идеального газа. За поршнями - вакуум. В некоторый момент скорости поршней равны, соответственно,  $V_1$  и  $V_2$  ( $V_1 > V_2$ ) при температуре газа  $T_0$ . Найдите температуру газа ( $T_{max}$ ) и скорости поршней в момент их максимального сближения. Газовый процесс считать адиабатическим.

ЗАДАЧА № 6.

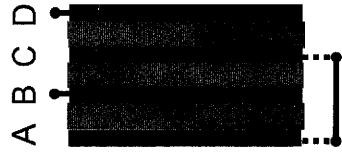
- 1) Найти сопротивление ( $R_{AB}$ ) между точками «А» и «В» в схеме, изображенной на рисунке.
- 2) Каким станет сопротивление ( $R_{AB+}$ ) между точками «А» и «В», если в схеме на приведенном рисунке ключ К замкнуть?  $R_1=6$  (Ом),  $R_2=30$  (Ом),  $R_3=20$  (Ом)
- 3) Определите напряжение ( $U_{AB}$ ) между точками «А» и «В», если через ключ К потечет ток  $I_K = 12$  А.



ЗАДАЧА № 7

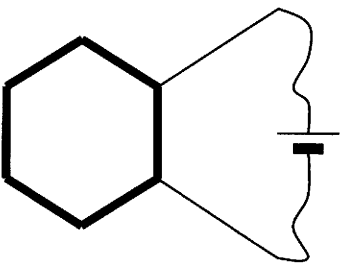
«Сэндвич» состоит из четырех одинаковых тонких металлических пластин А, В, С и D (черные полоски на рисунке), проложенных листами тонкой бумаги с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  (серые полоски на рисунке) и плотно прижатых друг к другу. Площадь каждой пластины и бумажной прокладки равна 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

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

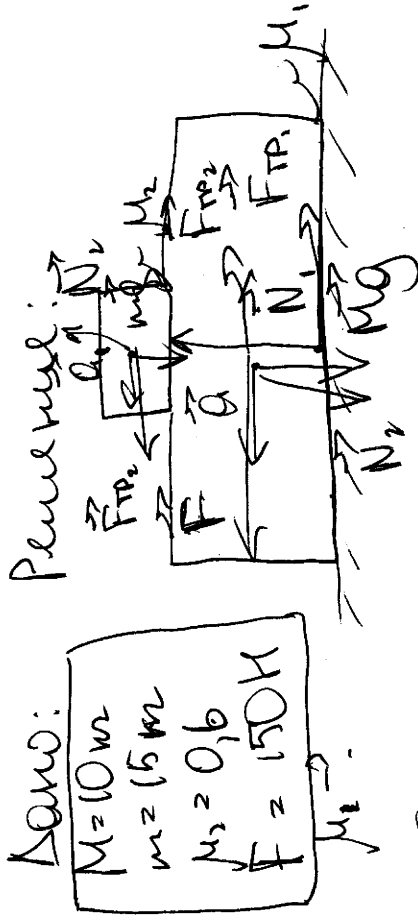


Задача № 8

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



2



коробка начнет двигаться с оскол, когда  $a_1 < a$

Для крайний случай, когда  $a_1 = a$   
заменим II з-н Ньютона - дур пороб му.

$$\begin{cases} \mu_1 m = F_{TR2} \\ \mu_2 m g \end{cases}$$

$a = \mu_2 g$   
дур оскол

$$\begin{cases} \mu_1 m = F - F_{TR2} - F_{TR1} \\ \mu_2 m g \end{cases}$$

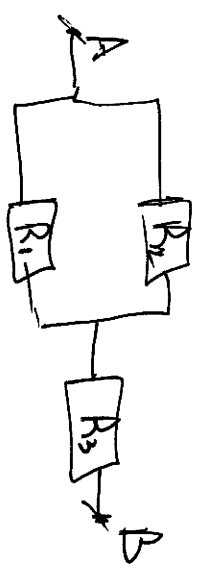
$m g$  шмем пороб му:

$$\begin{aligned} \mu_1 m g &= F - \mu_2 m g - \mu_1 (M + m) g \\ \mu_1 &= \frac{F - \mu_2 g (m + M)}{(M + m) g} ; \mu_1 = \frac{150 - 6(25)}{75 \times 10} = 0 \end{aligned}$$

Ответ: 0

6)  $\Delta$  как:  $R_1 = 6 \Omega$ ,  $R_2 = 30 \Omega$ ,  $R_3 = 20 \Omega$

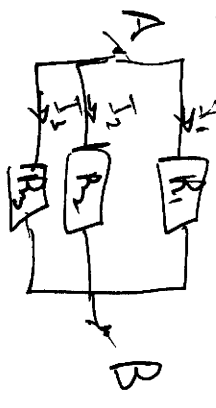
Решение: 1. Анализ цепи ①



$R_{AB} = ?$   
 $R_{AB+} = ?$   
 $U_{AB} = ?$ , если  $I_A = 12A$

$R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3$   
 $R_{AB} = \frac{6 \times 30}{36} + 20 = 25 \Omega$

2. Анализ цепи ②



$R_{AB+} = \frac{6 \times 30 \times 20}{60 + 30 + 20} = 0,25 \Omega$

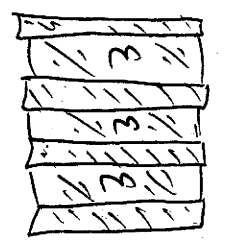
8

3.  $I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = I_5 = I_6 = I_7 = I_8 = I_9 = I_{10} = I_{11} = I_{12} = I_{13} = I_{14} = I_{15} = I_{16} = I_{17} = I_{18} = I_{19} = I_{20}$  через цепь может течь ток столько

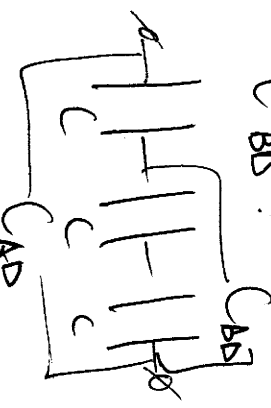
$U = I R_{AB+}$ ;  $U = 12 \times \frac{1}{4} = 3V$   
 Ответ: ① 25  $\Omega$ ; ② 0,25  $\Omega$ ; ③ 3V

7) Какое: Решение:

$\epsilon, S, d$

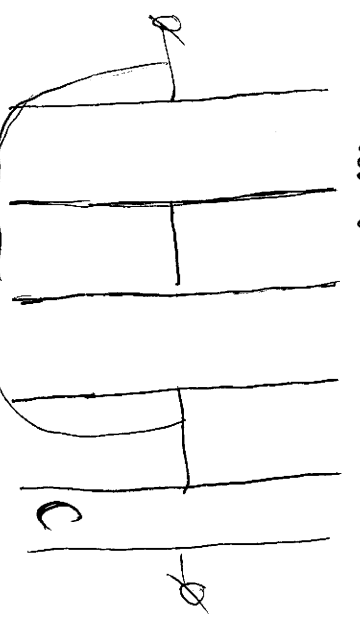


Тянет "самый толстый диэлектрик" т.е. самый тонкий диэлектрик



$\frac{1}{C_{AB}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} \Rightarrow C_{AB} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{2d}$

1. После введения диэлектрика емкость увеличится



$C_{AB} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$   
 $C_{AB} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{2d}$

Шифр:

86

9038



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ 2016-2017

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады ФИЗИКА (11 КЛАСС)  
 Город, в котором проводится Олимпиада Саратов

Дата 16.03.2017

Вариант 1

ЗАДАЧА № 1. (Во всех задачах по умолчанию считаем  $g = 10m/s^2$ )

К противоположным стенам комнаты (шириной  $L = 3m$ ) 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»  $h = 2m$  относительно исходного уровня. Определить период малых вертикальных колебаний груза около этого положения.

ЗАДАЧА № 2.

На снегу стоят санки (без спинки) массой  $M = 10kg$ . На них лежит коробка массой  $m = 15kg$ . Коэффициент трения санок о коробку  $\mu_2 = 0,6$ . Санки тянут с горизонтальной силой  $F$ , которую постепенно увеличивают. Когда она достигает значения  $F^* = 150N$ , коробка начинает соскальзывать с санок назад и падает на снег. Найти коэффициент трения ( $\mu_1$ ) санок о снег.

ЗАДАЧА № 3.

На пружине жесткостью  $k = 100 N/m$  к потолку подвесили груз массой  $m = 8kg$  и раскрутили его в горизонтальной плоскости так, что он начал ходить по кругу, а пружина — описывать коническую поверхность (см. рисунок). В самом конце процесса, когда движение груза почти затухло и угол пружины с вертикалью стал исчезающе малым, период обращения груза по окружности асимптотически подошел к значению  $T = \pi$  секунд. Чему равна длина пружины ( $L_0$ ) в ненапряженном состоянии?

