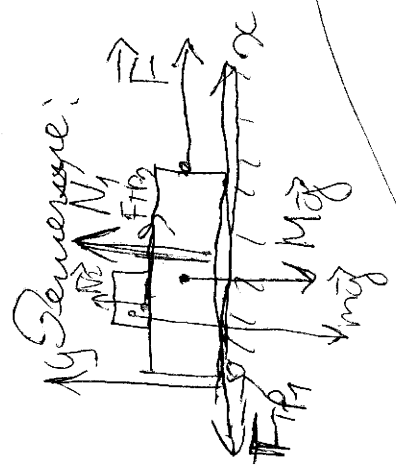


Умови

Задано?
 Дано:
 $M = 10 \text{ кг}$
 $m = 15 \text{ кг}$
 $\mu_2 = 0,6$
 $F^* = 150 \text{ Н}$
 $\mu_1 = ?$



Сумамо II з'являюна
 в напрямку на осі ох
 у ох:
 Дві сили F рухати:
 $оx: a(M+m) = F - F_{тр1}$

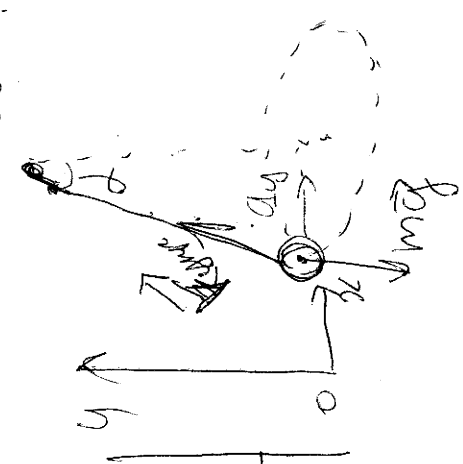
~~оx: $a(M+m) = F - F_{тр1}$~~
 два сили напрямку;
 осі: $N_1 - N_2 - Mg = 0$
 два напрямки:
 оy: $N_2 - mg = 0$
 осі: $ma = F - F_{тр2}$

$F_{тр1} = \mu_1 N_1, F_{тр2} = \mu_2 N_2 = \mu_2 mg$
 $\Rightarrow a = \frac{\mu_2 mg}{m} = \mu_2 g$

Розв'язок:
 $a(M+m) = F^* - \mu_1 N_1 = F^* - \mu_1 (N_2 + Mg) \Rightarrow$
 $\Rightarrow \mu_2 g (M+m) = F^* - \mu_1 g (m+M) \Rightarrow$
 $\Rightarrow \mu_1 = \frac{F^* - \mu_2 g (M+m)}{g (m+M)} = \frac{150 - 0,6 \cdot 10 (10+15)}{10(10+15)} =$
 $= 0$

11

Задано?
 Дано:
 $k = 100 \text{ Н/м}$
 $m = 8 \text{ кг}$
 $F = 90 \text{ с}$
 $L_0 = ?$



Сумамо II з'являюна в напрямку осі ох:
 $\Delta \ll 1 \text{ рад} \Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha, \cos \alpha \approx 1$

осі: $may = F_{пруж} \sin \alpha = F_{пруж} \alpha$
 зглед $F_{пруж} = k \Delta x \Rightarrow$
 $\Rightarrow may = k \Delta x \alpha$
 осі: $F_{пруж} \cos \alpha = mg \Rightarrow k \Delta x \alpha = mg \Rightarrow \Delta x = \frac{mg}{k}$

$a_{ог} = \frac{v^2}{R}, R = (L_0 + \Delta x) \sin \alpha =$
 $= \frac{2,5 \Delta x (L_0 + \Delta x)}{L_0}$
 $\Rightarrow v = \frac{2,5 \Delta x (L_0 + \Delta x)}{L_0} = k \Delta x \alpha \Rightarrow m \frac{4,5 \Delta x^2 (L_0 + \Delta x)}{L_0^2} = k \Delta x \alpha \Rightarrow$

$$\Rightarrow 4m S^2 (L_0 + \frac{mg}{k}) = k \Delta x T^2 \quad \text{neglecting } (T)!$$

$$4m S^2 (L_0 + \frac{mg}{k}) = mg T^2 \Rightarrow 4m S^2 L_0 + \frac{4m^2 g S^2}{k} = mg T^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L_0 = \frac{mg T^2 - \frac{4m^2 g S^2}{k}}{4m S^2} = \frac{mg S^2 k - 4m^2 g S^2}{k \cdot 4m S^2} = \frac{g(k - 4m)}{4k} =$$

$$= \frac{10(100 - 4 \cdot 8)}{4 \cdot 100} = \boxed{1,7 \text{ m}}$$

Зарядка 4,

Сечение:

3) because connection of problems was too time-consuming

$V_1 = 10 \text{ A}$
 $P_1 = 14 \text{ amu}$

1) $P_1 V_1 = \frac{1}{2} R T_1$ 2) $P_2 V_2 = \frac{1}{2} R T_2$ 3) $P_3 V_3 = \frac{1}{2} R T_3$

3. C. 9. go directly to previous problem because connection

$T_1 = +7^\circ \text{C}$
 $V_2 = 30 \text{ A}$
 $P_2 = 50 \text{ amu}$

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

$V_3 = 20 \text{ A}$
 $P_3 = 26 \text{ amu}$
 $T_3 = -13^\circ \text{C}$

$T_1 = 280 \text{ K}$
 $T_2 = 300 \text{ K}$
 $T_3 = 260 \text{ K}$

$W_1 \Rightarrow V_1 = \frac{P_1 V_1}{R T_1}$, $V_2 = \frac{P_2 V_2}{R T_2}$, $V_3 = \frac{P_3 V_3}{R T_3}$, moreover:

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

$= \boxed{288 \text{ K}}$ (more 15°C)

Зарядка P0:

$P_0 (V_1 + V_2 + V_3) = (V_1 + V_2 + V_3) R T_0 \Rightarrow P_0 = \frac{(V_1 + V_2 + V_3) R T_0}{V_1 + V_2 + V_3} =$

$= \frac{(\frac{P_1 V_1}{R T_1} + \frac{P_2 V_2}{R T_2} + \frac{P_3 V_3}{R T_3}) R T_0}{V_1 + V_2 + V_3} = \boxed{96 \text{ amu}}$ (more $\approx 3,6 \cdot 10^6 \text{ Pa}$)

Focus main solution:

$P^* = \frac{(V_1 + V_2 + V_3) R T_1}{V_1 + V_2 + V_3} = \frac{(\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} + \frac{P_3 V_3}{T_3}) T_1}{V_1 + V_2 + V_3} =$

$= \boxed{95 \text{ amu}}$, (more $\approx 3,5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$)

Задача 5.
Дано:

- $m_1, m_2 (m_1 > m_2)$
- $V_1, V_2 (V_1 > V_2)$
- $T_0, V = 1 \text{ моль}$
- $T_{\text{max}} - ?$
- $U_1 - ?$
- $U_2 - ?$

Решение:
~~Два моля идеального газа - Удельная теплоемкость $C_{p0} = \frac{5}{2} R$~~
 Два моля идеального газа - Удельная теплоемкость $C_{p0} = \frac{5}{2} R$

Состав 3, с. 2, ~~3, с. 2, 3, с. 2~~

$m_1 V_1 + m_2 V_2 = (m_1 u_1 + m_2 u_2)$
 В момент максимального сжатия
 одновременно сжатие происходит
 одновременно при $u_1 = u_2 = u$, и тогда:
 $m_1 V_1 + m_2 V_2 = (m_1 + m_2) u \quad (I)$

Состав 3, с. 2, 3, с. 2

$$\frac{m_1 V_1^2}{2} + \frac{m_2 V_2^2}{2} + U_1 = U_2 + \frac{(m_1 + m_2) u^2}{2} \quad (II)$$

~~Состав~~

$$U_{B1} = \frac{1}{2} V R T_0, \quad U_{B2} = \frac{1}{2} V R T_{\text{max}}$$

U_2 (I) знаем:

$$U = \frac{m_1 V_1 + m_2 V_2}{m_1 + m_2} \quad \text{масса, скорость под 3, с. 2, и с 3, с. 2}$$

U_1 :
 одновременно с сжатием

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

Тогда из (II):

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

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

$$\frac{m_1 m_2 (V_1 + V_2)^2}{2(m_1 + m_2)} = \Delta U, \quad \Delta U = U_{B2} - U_{B1}$$

$U_{B2} = \Delta U + U_{B1} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} V R T_{\text{max}} = \Delta U + \frac{1}{2} V R T_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_{\text{max}} = \frac{2 \Delta U}{V R} + T_0 = \frac{m_1 m_2 (V_1 + V_2)^2}{V R (m_1 + m_2)} + T_0$$

11

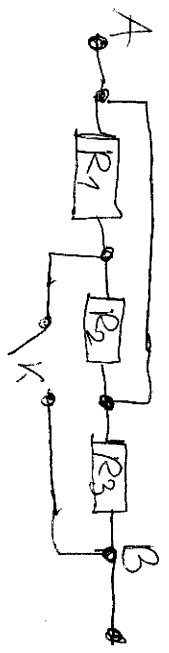
Нам известно: масса газа, по которой мы не знаем в каком направлении сжатия масса.

Умножен

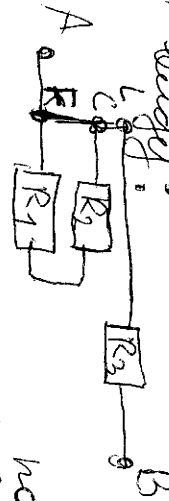
Завдання 6. Розв'язати:

Дано:
 $R_1 = 6 \text{ Ом}$
 $R_2 = 30 \text{ Ом}$
 $R_3 = 20 \text{ Ом}$
 $I_{\text{лс}} = 12 \text{ А}$

- 1) $R_{\text{АВ}} = ?$
- 2) $R_{\text{АВ}+} = ?$
- 3) $U_{\text{АВ}3} = ?$



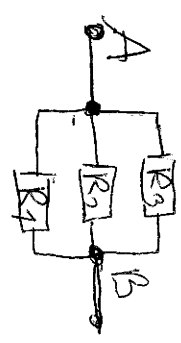
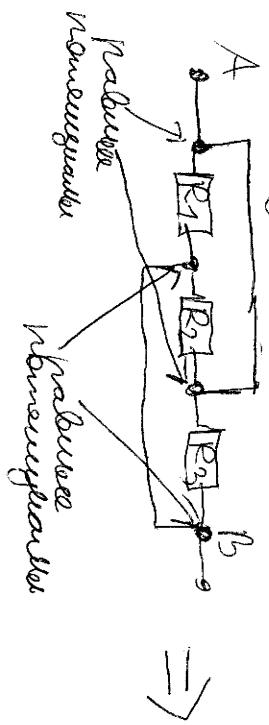
1.) Складіть схему і адекватно розв'яжіть задачу.



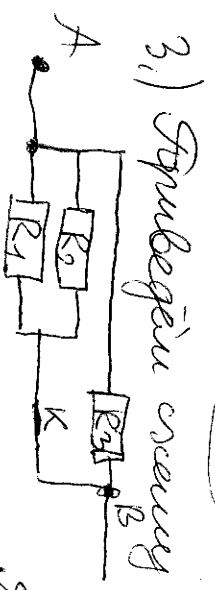
Оскільки бачимо, що номінальний потік $I_{\text{лс}}$ протікає по всьому ланцюгу, то R_2 і R_3 можна замінити $R_{\text{АВ}}$.

$R_{\text{АВ}} = R_3 = 20 \text{ Ом}$

Будь:
 2.) Складіть схему і адекватно розв'яжіть задачу.



$$\frac{1}{R_{\text{АВ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_{\text{АВ}+} = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} = \frac{6 \cdot 30 \cdot 20}{30 \cdot 20 + 6 \cdot 30 + 6 \cdot 20} = 4 \text{ Ом}$$



3.) Складіть схему і адекватно розв'яжіть задачу. Оскільки бачимо, що $I_{\text{лс}} = I_2 + I_1$

Слід зауважити наступне: при паралельному з'єднанні резисторів $I_1 = I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$, $I_2 = I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$, $I_3 = I \cdot \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$, $I_4 = I \cdot \frac{R_4}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$

Отже, $I_1 = I \cdot \frac{2}{3}$, $I_2 = I \cdot \frac{2}{3}$, $I_3 = I \cdot \frac{1}{5}$, $I_4 = I \cdot \frac{1}{5}$

Отже, $I_{\text{лс}} = \frac{2}{3} I + \frac{2}{3} I = \frac{4}{3} I \Rightarrow I = \frac{5}{4} I_{\text{лс}} = 15 \text{ А}$

Саме так само знайти $U_{\text{АВ}3} = R_{\text{АВ}3} \cdot I = 20 \cdot \frac{5}{4} \cdot 12 = 60 \text{ В}$

Задача 7.

Дано:

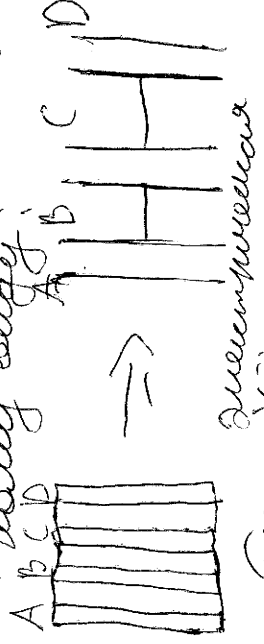
$$\epsilon, S, d(d^2 \times L)$$

а) $C_{ABD} - ?$

б) $C_{ABD}^* - ?$

Решение:

а) Трибегіи сцену к аномепнамуб-
наму бугу;



\Rightarrow

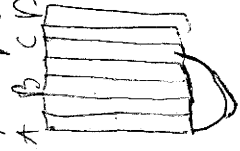
двумпневна

Тогага, ёмоаме гоморо грамма
робна сумапрон ёмоаме глеп, нонегобамеам-
саггеміамбесе агуамобаме саггеміамбесе, жуамеамі;

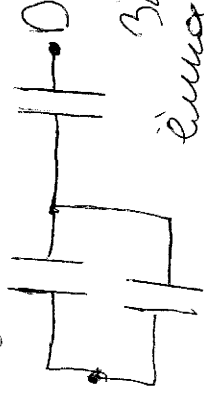
$$C_{ABD} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C_{ABD} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \quad \text{м.к. } C_1 = C_2 \Rightarrow C_{ABD} = \frac{C^2}{2C} = \frac{C}{2}$$

намаму $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} \Rightarrow C_{ABD} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{2d}$

б) Трибегіи сцену к аномепнамубнаму бугу;



\Rightarrow



Знам сумепневна
ёмаме грамма BD робаме
суме ёмоамеі глеп, нонегобамеамеаме
к мемі; нонегобамеамеаме

$$C^I = C + C = 2C, \quad C^{II} = C, \quad C_{ABD} = \frac{1}{C^I} + \frac{1}{C^{II}} \Rightarrow C_{ABD}^* = \frac{C \cdot C^I}{C^I + C^{II}} =$$

$$= \frac{2C^2}{3C} = \frac{2}{3}C = \frac{2}{3} \cdot \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} = \frac{2\epsilon_0 \epsilon S}{3d}$$

AS

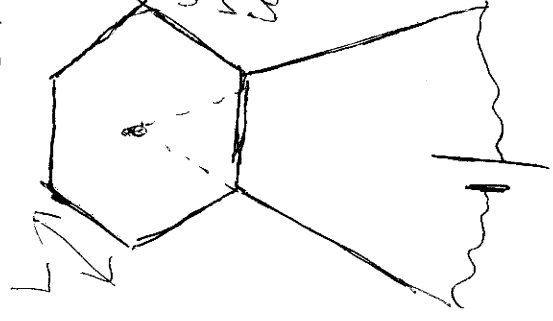
Задача 8)

Дано:

$$L, \epsilon, R$$

B-?

Решение:



То гомобо нроба, нонегобаме
не бегум капкаса, гомомеаме
номаму нонегобамеаме беміаміам
мамуаміам нона, нонегобамеаме
мамуаміам. Тогага;
нубегіаме суму к бугу, нонегобаме
аму глеп нонегобамеаме мемі;



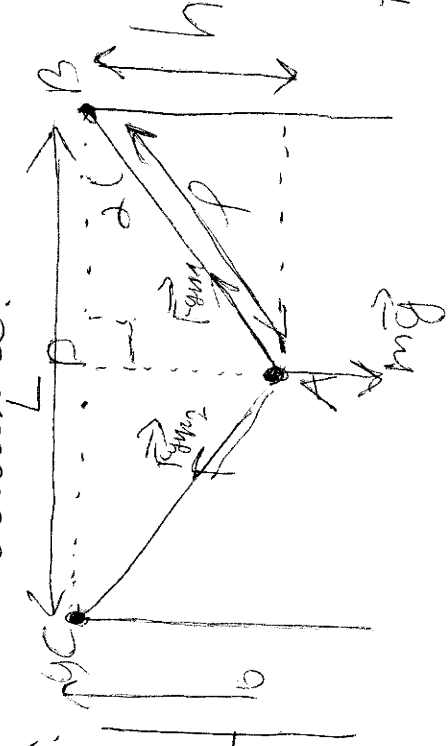
Задача 1. Девятое:

Дано:

$$L = 3 \text{ м}$$

$$h = 2 \text{ м}$$

$T = ?$



~~200 м~~ ~~мг~~

200 м
мг
ΔABD:

$$\sin \alpha = \frac{h}{l}$$

$$l = \sqrt{\frac{L^2}{4} + h^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{2h}{\sqrt{L^2 + 4h^2}} \quad (III)$$

Решим задачу методом виртуальных перемещений $k_0 = \frac{ES}{L}$, сила сопротивления пружины k_0

AC и $BA - k$, $k = \frac{2ES}{L} \Rightarrow k = 2k_0$

Вибрав произвольное положение при произвольном
напряжении пружины определим состояние II з. Аксиома:

$$mg = 2F_{гр} \sin \alpha \quad (\text{м.к. состояния II з. Аксиома})$$

$$\Rightarrow mg = 2 \cdot k \Delta l \sin \alpha \quad \text{где } \Delta l = l - \frac{L}{2} = \sqrt{\frac{L^2}{4} + h^2} - \frac{L}{2} \quad (II)$$

$$\frac{m}{k} = \frac{2 \Delta l \sin \alpha}{g} \quad (I)$$

$$F_{гр0} = 2F_{гр} \sin \alpha$$

Состояние II з. Аксиома где горизонтальная проекция в направлении на ось Ox (на рисунке влево):

$$-mg = F_{гр} - mg \Rightarrow a + \frac{F_{гр}}{m} - g = 0 \quad \text{где } F_{гр1} = F_{гр0} = 2k \Delta l \sin \alpha$$

$\Delta y = \frac{\Delta z}{\sin \alpha}$ где Δz - изменение длины пружины по оси Oy означенного направления пружины, тогда:

$$a + \frac{2k \Delta l \sin \alpha}{m} - g = 0 \quad \text{Горизонтальную проекцию пружины;}$$

→ горизонтальная, не растягивая
→ изменение длины пружины
→ намере константа

→ углы за счет силы g , по формуле $= W^2 \Rightarrow W = \sqrt{\frac{2k}{m}} \Rightarrow$

Соединим (I) и (II) и (III):

$$\Rightarrow T = \frac{2\sqrt{2}b}{W} = 2\sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{m}{2k}} = 2\sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{m}{k} \sin \alpha} = 2\sqrt{2} \sqrt{\frac{\Delta l \sin \alpha}{g}} = g$$

$$= 2\sqrt{2} \sqrt{\frac{\sqrt{\frac{L^2}{4} + h^2} - \frac{L}{2}}{g} \cdot \frac{2h}{\sqrt{L^2 + 4h^2}}} = 2\sqrt{2} \sqrt{h - \frac{Lh}{\sqrt{L^2 + 4h^2}}} = 2\sqrt{2} \sqrt{\frac{h(\sqrt{L^2 + 4h^2} - L)}{g \sqrt{L^2 + 4h^2}}} =$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \sqrt{25 - 3}}{20 \cdot \sqrt{25}}} \approx (1,78 \text{ с})$$



ЗАДАЧА № 4.

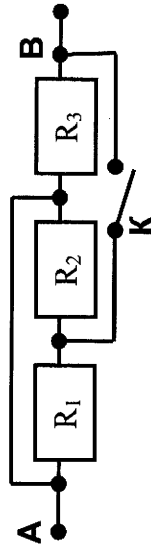
В кислородном баллоне объемом $V_1=10$ л давление газа $P_1=14$ атмосфер. Он стоит на складе, где поддерживается температура $T_0=+7^\circ\text{C}$. Туда принесли еще 2 баллона: один из цеха (его параметры $V_2=30$ л, $P_2=50$ ат, $T_2=+27^\circ\text{C}$), а другой с улицы ($V_3=20$ л, $P_3=26$ ат, $T_3=-13^\circ\text{C}$). Все 3 баллона соединили короткими шлангами и открыли вентили, сделав их объемами 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) Найдите 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

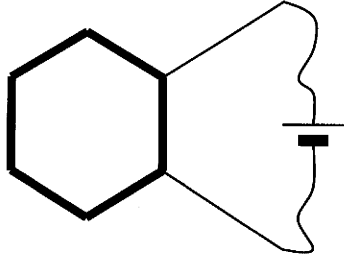
«Сэндвич» состоит из четырех одинаковых тонких металлических пластин А, В, С и D (черные полоски на рисунке), проложенных листами тонкой бумаги с диэлектрической проницаемостью ϵ (серые полоски на рисунке) и плотно прижатых друг к другу. Площадь каждой пластины и бумажной прокладки равна S , толщина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

- а) Какова емкость ($C_{ВД}$) 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.



Шифр:

88

7086

1



**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ
2016–2017**
Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады **ФИЗИКА (11 КЛАСС)**

Город, в котором проводится Олимпиада _____

Дата _____

Вариант 1

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

ЗАДАЧА № 1.

К противоположным стенам комнаты (шириной $L = 3 \text{ м}$) прикрепили на одном уровне концы *легкого* резинового троса такой же длины L . Затем к середине троса подвесили груз и аккуратно опустили. В итоге груз «просел» на «глубину» $h = 2 \text{ м}$ относительно 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 $m = 15 \text{ кг}$. Коэффициент трения санок о коробку $\mu_2 = 0,6$. Санки тянут с горизонтальной силой F , которую постепенно увеличивают. Когда она достигает значения $F^* = 150 \text{ Н}$, коробка начинает соскальзывать с санок назад и падает на снег. Найти коэффициент трения (μ_1) санок о снег.

ЗАДАЧА № 3.

На пружине жесткостью $k = 100 \text{ Н/м}$ к потолку подвесили груз массой $m = 8 \text{ кг}$ 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?

