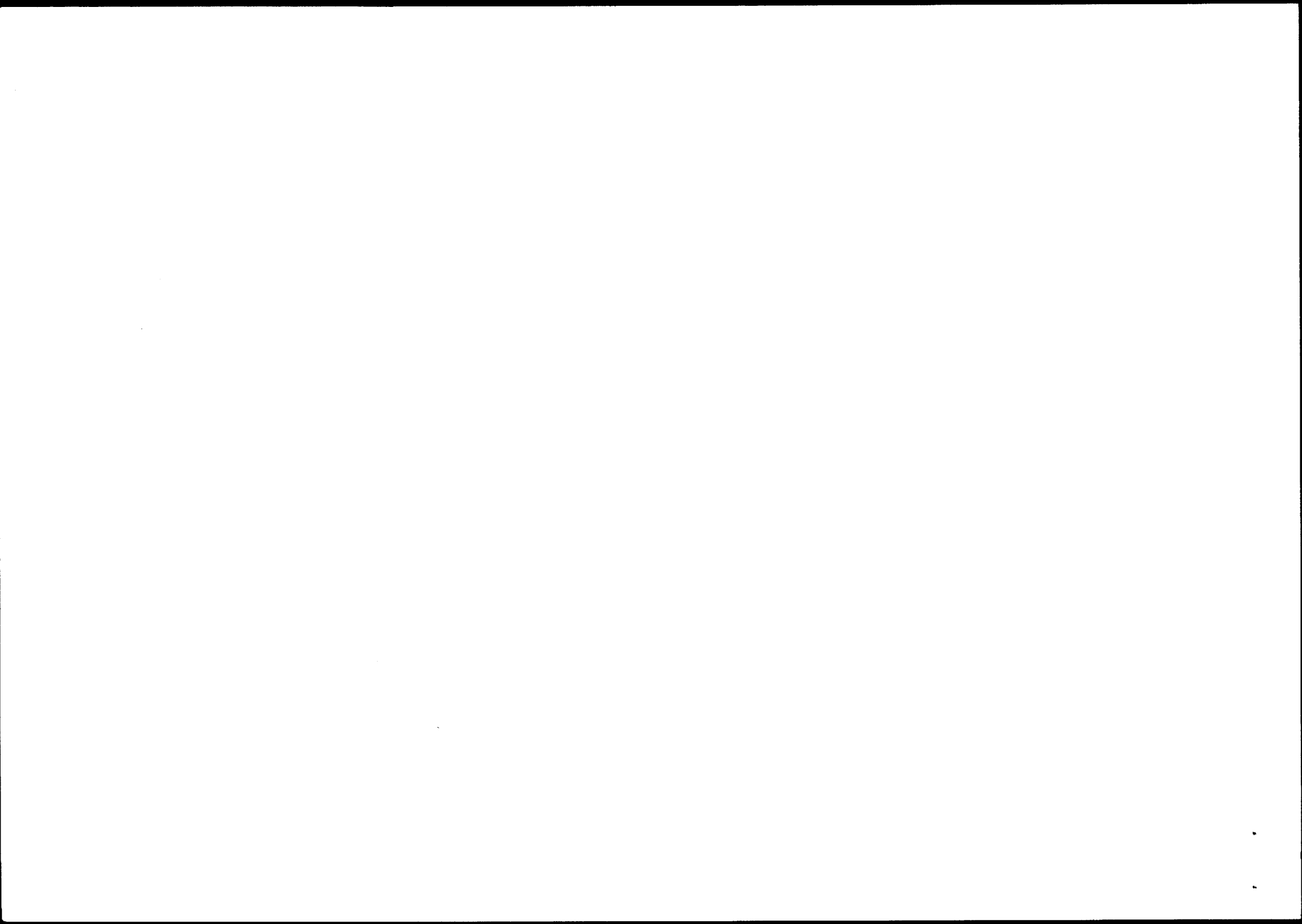


$$T_{max} = \frac{m_1 m_2 (v_1 - v_2) d}{(m_1 + m_2) 3 v B} + T_0.$$

Other:  $T_{max} = \frac{m_1 m_2 (v_1 - v_2) d}{(m_1 + m_2) 3 v B} + T_0$

MA





Получим, что на проводниках, где ток  $I_1$ , вектор магнитной индукции направлен вверх. А на проводнике, где ток  $I_1$ , он направлен вниз.

Но т.к.  $I_1 = 3I_2$  и  $B_1 \sim I_1$ , то  $B_1 = 3B_2$ . То есть сумма векторов магнитной индукции в разные стороны равна:

$$\vec{B}_1 + 3 \vec{B}_2 = 0.$$

Значит,  $B = 0$ .

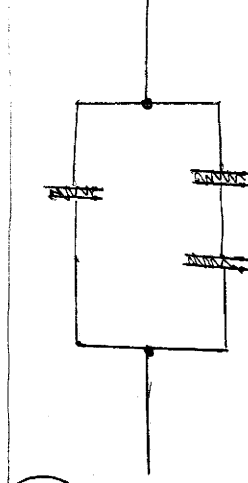
Ответ:  $B = 0$ .

7. а)

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{a}; \quad \cos \delta = C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}.$$



б)



$$\frac{1}{C_1} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C}; \quad C_1 = \frac{C}{2}.$$

$$C_{\text{од.}} = C + C_1 = C + \frac{C}{2} = \frac{3}{2}C.$$

$$C_{\text{од.}} = 15 \cdot \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}.$$

15

Ответ: а)  $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{a}$ ,  
б)  $C = \frac{3\epsilon \epsilon_0 S}{2a}$ .

8. Дано:

$m_1$

$m_2$

$V_1$

$V_2$

$T_0$

$T_{\text{max}} - ?$

Решение:

В момент максимального относительной скорости породы равнозначности.

По закону сохранения энергии:

$$m_1 V_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) V$$

$$V = \frac{m_1 V_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

По закону сохранения энергии:

$$\frac{m_1 V_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \Delta U + \frac{m V^2}{2}, \quad \text{где } m = m_1 + m_2.$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \rho B T_{\text{max}} - \frac{3}{2} \rho B T_0$$

$$\frac{m_1 V_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - \frac{(m_1 V_1 + m_2 v_2)^2}{2(m_1 + m_2)} + \frac{3 \rho B T_0}{2} = \frac{3}{2} \rho B T_{\text{max}}$$

$$T_{\text{max}} = \frac{m_1 V_1^2 + m_2 v_2^2 - \frac{(m_1 V_1 + m_2 v_2)^2}{m_1 + m_2}}{3 \rho B T_0} + 3 \rho B T_0$$

9.

30 B

Answerbook

$$P = \frac{P'}{T} ; P' = \frac{P T_0}{T} = \frac{180 \cdot 280}{289} = 178 \text{ atm.}$$

Other: 180 atm; 283 K; 178 atm.

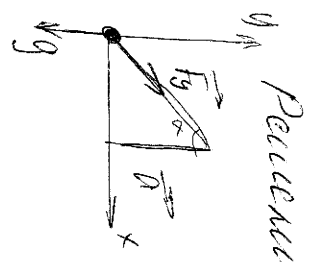
3. Dams:

$$k_0 = 2 \text{ cm}$$

$$m = 2 \text{ kg}$$

$$k = 40 \text{ N/cm}$$

$$T = ?$$



Peilnenn:  $O_x:$

$$F_{y \text{ sind}} = mg$$

$$O_y: F_{y \text{ sind}} = mg$$

$$F_{y \text{ cos} \alpha} = mg$$

$$\alpha\text{-moment} \Rightarrow \cos \alpha = 1.$$

$$F_y = mg; k \Delta L = mg$$

$$\Delta L = \frac{mg}{k} = \frac{20}{40} = 0.5 \text{ m.}$$

$$F_{y \text{ sind}} = m \cdot O_y ; A_y = \omega^2 R$$

$$R = k \sin \alpha$$

$$mg \text{ sind} = m \omega^2 R \sin \alpha$$

$$g = \omega^2 L = \omega^2 (k_0 + \Delta L); \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$g = \frac{4\pi^2}{T^2} (k_0 + \Delta L)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{k_0 + \Delta L}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{2.5}{10}} = \pi.$$

Other:  $T = \pi.$

W

1.

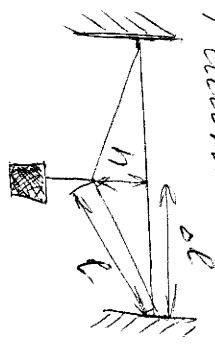
Dams:

$$k = 4 \text{ m}$$

$$h = 1.5 \text{ m}$$

$$T = ?$$

Peilnenn:



$$\Delta L = \frac{1}{2} L = 2 \text{ m}$$

$$h = 1.5 \text{ m}$$

$$L = \sqrt{h^2 + \Delta L^2} = \sqrt{2.25 + 4} = 2.5 \text{ m.}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{2.5}{10}} = 2\pi \cdot \frac{1}{2} = \pi.$$

W

Other:  $T = \pi.$

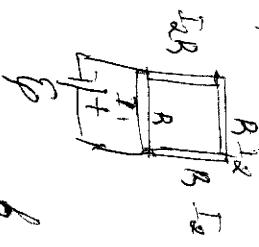
18.

Dams:

$$F_B$$

$$I_B = ?$$

Peilnenn:



$$I_1 = \frac{B^3}{12};$$

$$I_2 = \frac{B^3}{3B}$$

$$\Rightarrow I_1 = 3I_2$$

The rotating makes pyren basissein, & kangev vroporev vavpovoren B.

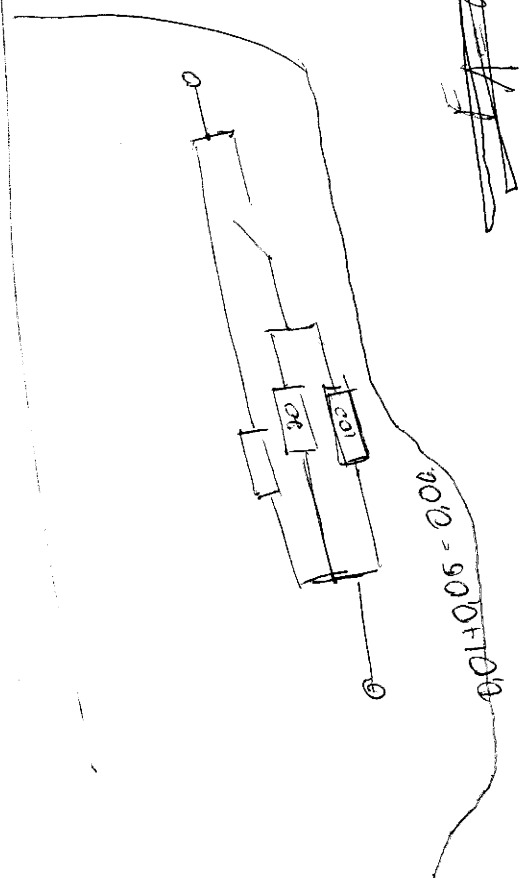
3.

непробур

$$\frac{1}{B} + \frac{1}{3B} = \frac{1}{R_0}$$

$$\frac{4}{3B} = \frac{1}{R} = \frac{2}{4} = 0,75B$$

$$I = \frac{4E}{3B} = \frac{4E}{3B}$$



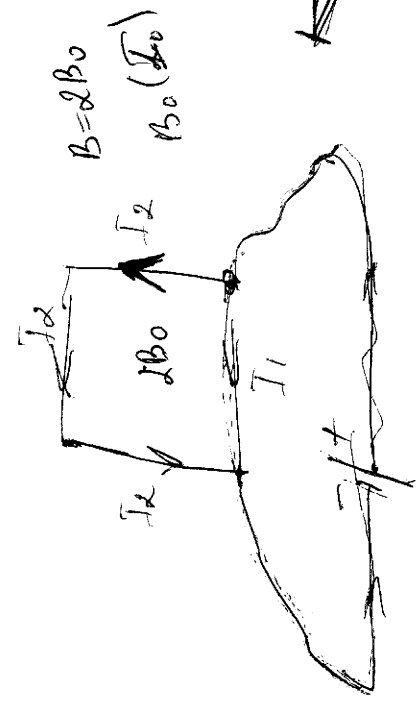
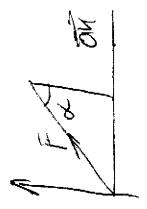
$$\frac{P_1}{T_0} = \frac{P_1}{T}$$

$$P_1' = \frac{P_1 T}{T_0} = 29 \text{ aPM}$$

$$P_2' = \frac{P_2 T}{T_2} = 94,3 \text{ aPM}$$

$$P_3' = \frac{P_3 T}{T_3} = 56,6$$

$$180.$$



8.  $I_1 = \frac{E_0}{B}; I_2 = \frac{E_0}{3B} = \frac{I_1}{3} = 3I_0$

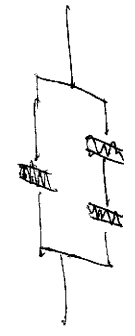
$$C = \frac{E_0 E S}{a} \approx \cos \delta = C$$

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C}$$

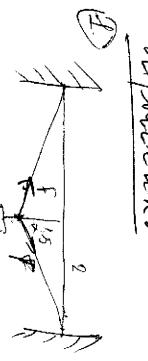
$$C' = \frac{C}{2}$$

$$\cos \delta = C + C' = C + \frac{C}{2} = \frac{3}{2}C$$

$$\cos \delta = 1,5 \times \frac{E_0 S}{a}$$



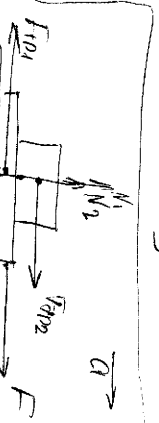
24. пружина.



$$T = k \frac{l}{g} = 80 \frac{1}{g} \frac{1}{g}$$



$$\frac{2.5}{10} = \frac{1}{4} \frac{1}{g}$$



$$m \cdot a = F + F_{tr} + F_{sp2}$$

$$(m+M) \cdot a = F + N_1 \mu_1 + N_2 \mu_1$$

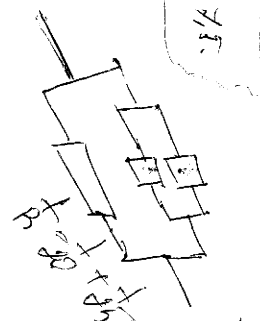
$$(m+M) \cdot a = F + (m+M) \mu_1 + M \mu_2$$

$$\mu_1 x = \frac{(m+M) \mu_1 - F}{M \mu_2} = \frac{150 \cdot 0.1 - 120}{100} \approx 0.3 \text{ кг}$$

1.  $B_3$
2.  $B_2 = 20 \text{ Ом}$
3.  $I_k = 7.5 \text{ А}$

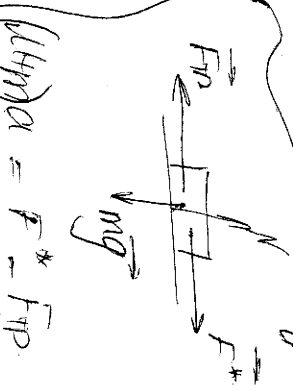
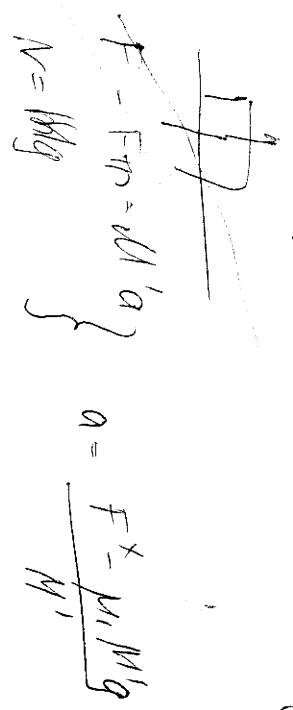
$$A = \frac{3}{2} \text{ Вб/с}$$

$$C = \frac{360 \text{ С}}{30} = \frac{8 \text{ С}}{a}$$



1.  $\frac{1}{2}$ ; 1 Вт
2.  $20 \text{ Вт}$
3.  $2 \cdot 1.5 \text{ тс}$
4.  $283 \text{ К}$ ;  $180 \text{ Ом}$
- 5.
6.  $B_3$
7.  $20 \text{ Ом}$
- 8.

Рассчитать гравитационную энергию в к. обь. ван. 15.



$$F - F_{tr} = M a$$

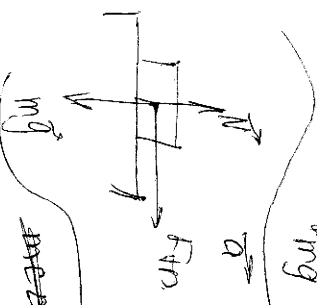
$$N = M g$$

$$a_{\text{max}} = \frac{180 - 0.1 \cdot 15 \cdot 10}{15} = 7$$

$$(M+m) \cdot a = F - F_{tr}$$

$$N = (m+M) \cdot g$$

$$a = \frac{F - N \mu_1}{m+M} = \frac{F - (m+M) \mu_1}{m+M}$$



$$m \cdot a - F_{tr} = m \mu_1 a$$

$$\mu_1 C (N_2 - T_1) = \mu_1 V_3 \rho (T_2 - T_1)$$

$$V_2 T_2 - V_2 T_1 - V_3 T_1 - V_3 T_2$$

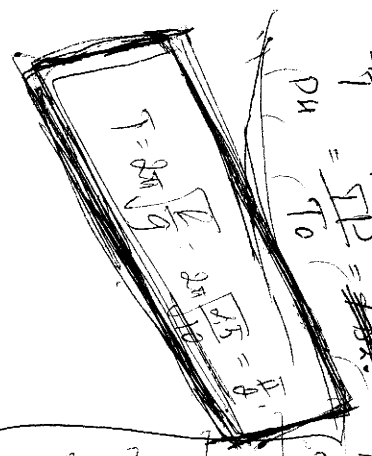
$$\mu_1 (V_1 + V_2) = \mu_1 (V_2 + V_3) V_2 T_2 + V_3 T_1$$

$$T_1 = \frac{V_2 T_2 + V_3 T_1}{V_3 + V_2} = \frac{300 \cdot 15 + 260 \cdot 10}{25} = 284$$

$$m \cdot g = 1 \text{ Н}$$

$$20 = 10 \times$$

$$x = 0.5 \text{ м}$$



$$\frac{P \cdot V}{T_0} \approx 1 \text{ тл}$$

$$\frac{P \cdot V}{T_0} = \frac{P \cdot V}{T_0}$$

$$T_1 = \frac{V_2 T_2 + V_3 T_1}{V_3 + V_2} = \frac{300 \cdot 15 + 260 \cdot 10}{25} = 284$$

$$P(V_2 + V_3) \rho (T - T_1) = P V_1 \rho (T_0 - T_1)$$

$$(V_2 + V_3) T - (V_2 + V_3) T_1 = V_1 T_0 + (V_2 + V_3) T_1$$

$$T = \frac{V_1 T_0 + (V_2 + V_3) T_1}{V_1 + V_2 + V_3} = \frac{280 \cdot 5 + 85 \cdot 284}{80} = 283.5 \text{ К}$$

24. 10 °C

ЗАДАЧА № 4.

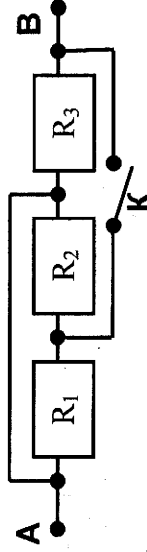
В кислородном баллоне объемом  $V_1=5\text{л}$  давление газа  $P_1=28\text{атмосфер}$ . Он стоит на складе, где поддерживается температура  $T_0=+7^\circ\text{C}$ . Туда принесли еще 2 баллона: один из цеха (его параметры  $V_2=15\text{л}$ ,  $P_2=100\text{ат}$ ,  $T_2=+27^\circ\text{C}$ ), а другой с улицы ( $V_3=10\text{л}$ ,  $P_3=52\text{ат}$ ,  $T_3=-13^\circ\text{C}$ ). 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 ( $T_{\text{max}}$ ) и скорости поршней в момент их максимального сближения. Газовый процесс считать адиабатическим.

ЗАДАЧА № 6.

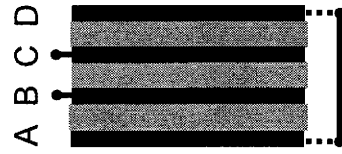
1) Найти сопротивление ( $R_{AB}$ ) между точками «А» и «В» в схеме, изображенной на рисунке.  
 2) Каким станет сопротивление ( $R_{AB+}$ ) между точками «А» и «В», если в схеме на приведенном рисунке ключ К замкнут?  $R_1=100\text{ Ом}$ ,  $R_2=20\text{ Ом}$ ,  $R_3=25\text{ Ом}$ .  
 3) Какой ток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



ЗАДАЧА № 7.

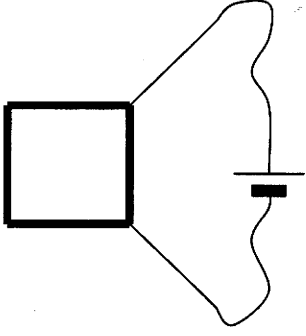
«Сэндвич» состоит из четырех одинаковых тонких металлических пластин А, В, С и D (черные полоски на рисунке), проложенных листами тонкой бумаги с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  (серые полоски на рисунке) и плотно прижатых друг к другу. Площадь каждой пластины и бумажной прокладки равна 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

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



Задача № 8

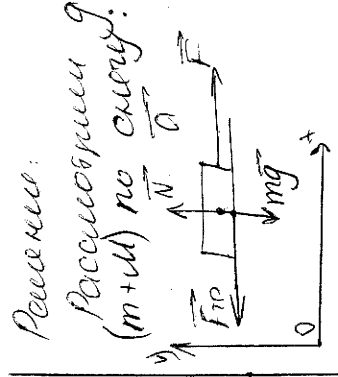
Из проволоки сделан плоский каркас в виде квадрата со стороной  $L$ . К соседним вершинам при помощи длинных прямых проводов, направленных в центр каркаса, подведен источник постоянного тока с ЭДС  $\epsilon$ . Определить величину вектора индукции магнитного поля в центре квадрата, если электрическое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



2) Дано:

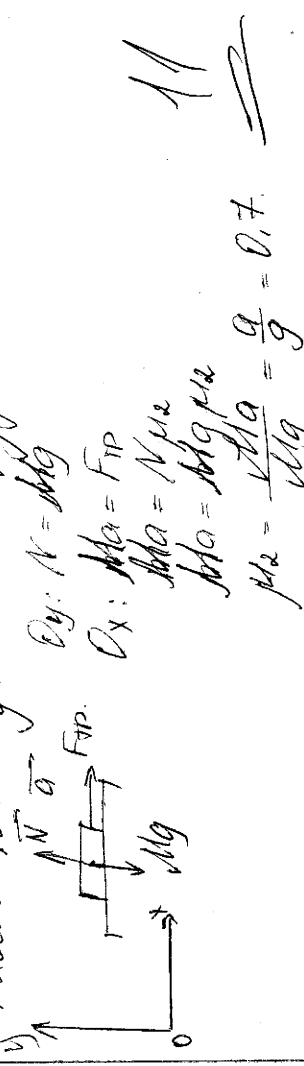
- $m = 10\text{ кг}$
- $l = 5\text{ кг}$
- $\mu = 0,1$
- $F = 120\text{ Н}$
- $\mu_2 = ?$

Решение:



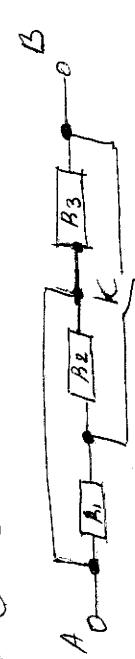
Рассмотрим движущиеся вместе с грузом массы  $(m+l)$  по следу:  
 $\Sigma F_y: N = mg$   
 $\Sigma F_x: mg = F - F_{\text{тр}}$   
 $m_0 a = F - \mu N$   
 $m a = F - m_0 g \mu$   
 $a = \frac{F - m_0 g \mu}{m_0} = \frac{120 - 5 \cdot 10 \cdot 0,1}{15} = 7 \text{ м/с}^2$

Рассмотрим движущиеся грузы по салахам:



Ответ: 0,7.

6.



1) Найти:  $R_{AB}$ .

Решение:

Т.к. ключ разомкнут, то у тока два пути, ток всегда идет по пути наименьшего сопротивления, т.е. по цепи  $B_1$  и  $B_2$  и пойдет только через  $B_3$ .

Значит,  $R_{AB} = R_3$

2) К замкнут,  $R_1 = 100\text{ Ом}$ ,  $R_2 = 20\text{ Ом}$ ,  $R_3 = 25\text{ Ом}$ .

Найти:  $R_{AB+}$ .

Решение:

Т.к. ключ замкнут, то ток идет по цепи  $B_1$  и  $B_2$  и пойдет только через  $B_3$ .



1341

ЛИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ 2016-2017

Заключительный этап

ФИЗИКА (11 КЛАСС)

НЕФТЕКАМСК

Дата 12.03.2017

Вариант 2

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

ЗАДАЧА № 1.

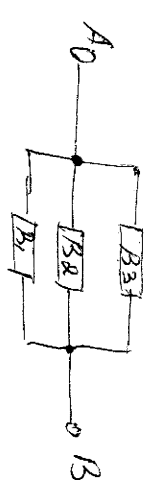
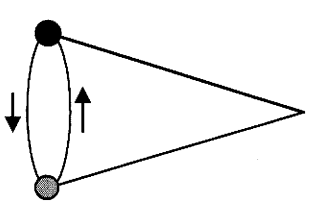
К противоположным стенам комнаты (шириной  $L=4\text{м}$ ) прикрепили на одном уровне концы легкого резинового троса такой же длины  $L$ . Затем к середине троса подвесили груз и аккуратно опустошили. В итоге груз «просел» на «глубину»  $h=1,5\text{м}$  относительно исходного уровня. Определить период 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 ( $\mu_2$ ) санок о коробку.

ЗАДАЧА № 3.

Пружина жесткостью  $k=40\text{Н/м}$  имеет длину 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 (Т) обращения груза в самом конце процесса, когда его движение почти затухнет и угол пружины с вертикалью станет исчезающе малым?



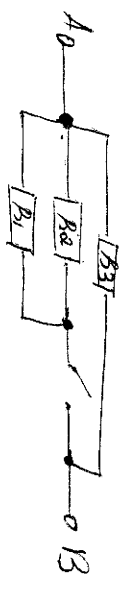
Вычислить,  $R_{123+} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ .

$$\frac{1}{R_{123+}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{20} + \frac{1}{25} = \frac{1}{10}; R_{123+} = 10\Omega$$

3)  $U_{AB} = 150\text{В}$   
Мастити:  $I_k$

Решение:

К ключу так будет течь через соединившиеся  $R_1$  и  $R_2$ , т.е. у нас несколько параллельных ветвей.



Вычисил,  $\frac{1}{R_k} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$$\frac{1}{R_k} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{100} + \frac{1}{20} = 0,06;$$

$$R_k = 16,67 \Omega$$

$I_k = \frac{U}{R_k} = \frac{150}{16,67} \approx 9 \text{ А.}$

Ответ: 1)  $R_{123+} = 10 \Omega$ ,  
2)  $R_{123+} = 10 \Omega$ ,  
3)  $I_k = 9 \text{ А.}$

4) Дано:

- $V_1 = 5\text{л}$
- $P_1 = 280\text{Вт}$
- $T_0 = +7^\circ\text{C}$
- $V_2 = 15\text{л}$
- $P_2 = 100\text{Вт}$
- $T_0 = +27^\circ\text{C}$
- $V_3 = 10\text{л}$
- $P_3 = 520\text{Вт}$
- $T_3 = -13^\circ\text{C}$
- $P - ?$
- $T - ?$
- $P' - ?$

Решение:

Продолжим для системы элементов 2 и 3 санкой, а резини габитим 1. Тогда:

$P_{123} = (V_2 - V_1) \rho_{123} = P_{123} (T_2 - T_3)$   $T_2$  — температура

$V_2 (T_2 - T_1) = V_3 (T_2 - T_3)$

$V_2 T_2 - V_2 T_1 = V_3 T_2 - V_3 T_3$

$T_2 = \frac{V_2 T_2 + V_3 T_3}{V_2 + V_3} = \frac{80 \cdot 15 + 260 \cdot 10}{25} = 284 \text{ К.}$

$P_{123} = (V_2 + V_3) (T_2 - T_1) \rho_{123} = P_{123} (T_2 - T_1)$

$(V_2 + V_3) T_2 - (V_2 + V_3) T_1 = P_{123} (T_2 - T_1)$

$T = \frac{V_1 T_0 + (V_2 + V_3) T_2}{V_1 + V_2 + V_3} = \frac{280 \cdot 5 + 25 \cdot 284}{30} \approx 283 \text{ К.}$

Добавили в санки некие увеличившиеся температуры  $T'$ :

$P_1' = \frac{P_{123}}{T_1'}$ ,  $P_2' = \frac{P_2 T_2'}{T_1'}$ ,  $P_3' = \frac{P_3 T_3'}{T_1'}$

$P = P_1' + P_2' + P_3' = T_1' \left( \frac{P_1}{T_0} + \frac{P_2}{T_2} + \frac{P_3}{T_3} \right) \approx 180 \text{ Вт.}$

Добавили в санки некие температуры  $T_0'$ :  
аналогично, санки температура  $T_0'$ :