

5) Dano:

$m_1, m_2$   
 $v = 1 \text{ uov}$   
 $u = 0 \text{ (uutP)}$   
 $T_{\text{max}} = ?$

Решение!  
 1)  $\Delta$  волеги max едунени ерехти репери орава-  
 ноба

2) уь ЗЛН:  $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v \Rightarrow v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$

3) уь ЗЛТ (пов. есп. репер):  $\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2} + \Delta U$

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

4)  $\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - (m_1 + m_2) v^2 + \frac{3}{2} \Delta T_0 = \frac{3}{2} \Delta T_{\text{max}}$  уь (2) б (4) реперируеи

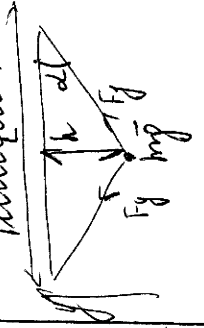
$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2) (m_1 v_1 + m_2 v_2)^2}{2(m_1 + m_2)} + \frac{3}{2} \Delta T_0 = \frac{3}{2} \Delta T_{\text{max}}$  |  $\Delta$  пуоегуи к  
 ооу репи

$\Rightarrow T_{\text{max}} = \frac{m_1 m_2 (v_1 - v_2)^2}{3 \Delta v (m_1 + m_2)} + T_0$   $\leftarrow$  Answer

6) Dano:

$L = 4 \text{ m}$   
 $h = 1,5 \text{ m}$   
 $T = ?$

Решение:



1)  $\text{tg } \alpha = \frac{1,5}{2}$ ,  $\cos \alpha = 0,8$ ,  $\sin \alpha = 0,6$

2) оу:  $2F_T \sin \alpha = mg$   
 $F_T = \frac{K \Delta l}{\Delta l} = K \Delta l$ ,  $\Delta l = \sqrt{2^2 + 1,5^2} = 2,5$

- уь пуоубу реперируеи

3)  $2K \Delta l \sin \alpha = mg \Rightarrow \Delta l = \frac{mg}{2 \Delta l \sin \alpha}$ ,  $\Delta l = 0,5$

4)  $2F_T \sin \alpha = mg - ma$ , ре  $a = -\omega^2 x$  (уь реперируеи

бобу, оуперируеи ва x)

$F_T = K(\Delta l + x)$

$2K(\Delta l + x) \sin \alpha - mg = -ma$

$2Kx \sin \alpha = -ma$

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

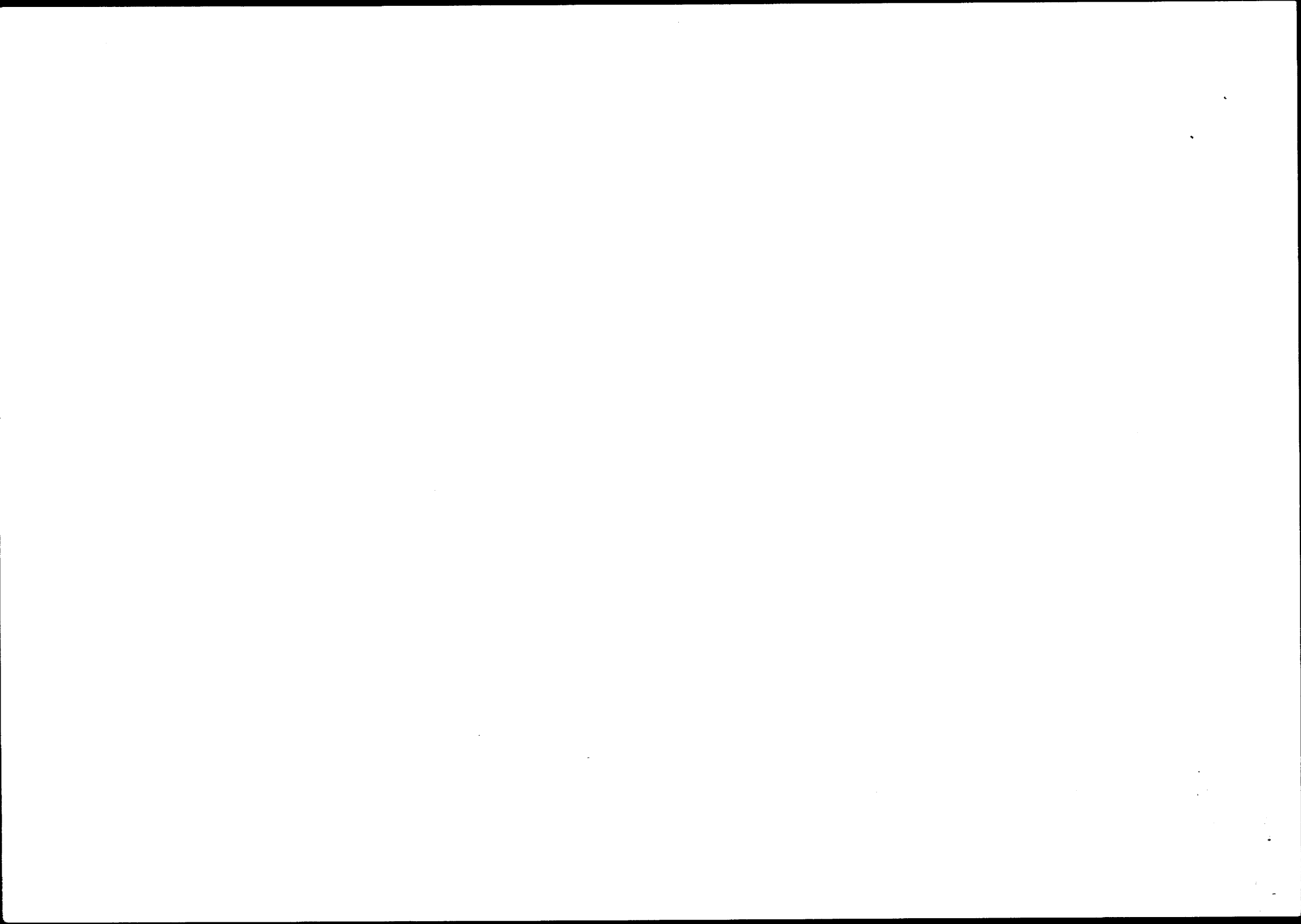
$\omega^2 = \frac{g}{\Delta l}$ ,  $\omega^2 = \frac{g}{2}$   $\Rightarrow \frac{\Delta u}{T} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}} \Delta u$

$\Rightarrow T = 6,18 \sqrt{\frac{9,5}{10}} = 1,4 \text{ c}$

Answer:  $T = 1,4 \text{ c}$

~~Answer: 3~~





ЗАДАЧА № 4.

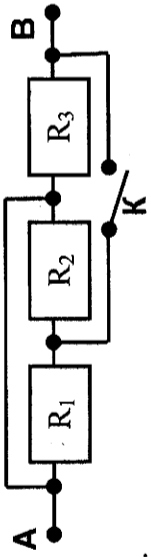
В кислородном баллоне объемом  $V_1=5$ л давление газа  $P_1=28$ атмосфер. Он стоит на складе, где поддерживается температура  $T_0=+7^\circ\text{C}$ . Туда принесли еще 2 баллона: один из цеха (его параметры  $V_2=15$ л,  $P_2=100$ ат,  $T_2=+27^\circ\text{C}$ ), а другой с улицы ( $V_3=10$ л,  $P_3=52$ ат,  $T_3=-13^\circ\text{C}$ ). Все 3 баллона соединили короткими шлангами и открыли вентили, сделав их объемами сообщающимися. Найдите 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  $T_0$ . Найдите температуру газа ( $T_{max}$ ) и скорости поршней в момент их максимального сближения. Газовый процесс считать адиабатическим.

ЗАДАЧА № 6.

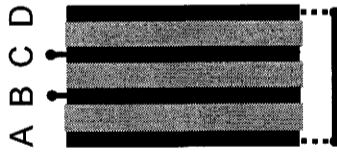
1) Найдите сопротивление ( $R_{AB}$ ) между точками «А» и «В» в схеме, изображенной на рисунке.  
 2) Каким станет сопротивление ( $R_{AB+}$ ) между точками «А» и «В», если в схеме на приведенном рисунке ключ К замкнут?  $R_1=100$  (Ом),  $R_2=20$  (Ом),  $R_3=25$  (Ом).  
 3) Какой ток ( $I_K$ ) потечет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



ЗАДАЧА № 7.

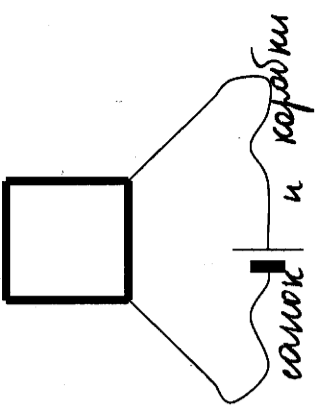
«Сэндвич» состоит из четырех одинаковых тонких металлических пластин А, В, С и D (черные полосы на рисунке), проложенных листами тонкой бумаги с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  (серые полосы на рисунке) и плотно прижатых друг к другу. Площадь каждой пластины и бумажной прокладки равна S, 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 ( $C^*_{BC}$ ) 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 =  $\epsilon$ . Определите величину вектора индукции магнитного поля в центре квадрата, если электрическое сопротивление каждой из его сторон равно R. Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

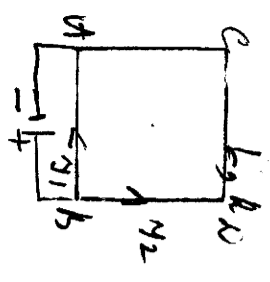


Решение: 1) Рассеянный свитч  
 общий массой  $M=15m$   
 $F^* \rightarrow F^*$   
 $Mg \rightarrow Mg$   
 $a = \frac{120 - 0,1 \cdot 15 \cdot 10}{15} = 7 \text{ м/с}^2$   
 свитч коробки  
 $OX: F^* - F_{TP} = Ma$   
 $OY: N - Mg = 0$   
 $Ma = \frac{F^*}{\sqrt{2}}$   
 $N = Mg = 0,7$   
 Ответ: 0,7

Решение:  
 1)  $OX: F_y \sin \alpha = mg$   
 $OY: F_y \cos \alpha = mg$   
 $\Rightarrow \Delta l = \frac{mg}{\frac{g}{L}} = \frac{2 \cdot 10}{40} = 0,5 \text{ м}$   
 2)  $F_y \sin \alpha = mg$  (где  $ay = \omega^2 R$ )  
 $mg \sin \alpha = m \omega^2 L \sin \alpha$   
 $g = \omega^2 (L + \Delta l)$ , а  $\omega = \frac{\Delta \varphi}{T}$   
 $g = \frac{4\pi^2}{T^2} (L + \Delta l) \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{L + \Delta l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{2,5}{10}} = \pi$   
 Ответ:  $T = \pi$  ( $\approx 3,14$ )

Решение:  
 1)  $R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3 = 100 + 20 + 25 = 145 \text{ Ом}$   
 2)  $R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3 = 100 + 20 + 25 = 145 \text{ Ом}$   
 3)  $I_K = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{150}{100 + 20} = 1,25 \text{ А}$   
 Ответ: 1,25 А

18



Дано:  $\epsilon_1, L, R, \Delta \Phi$  - вектор  
Найти:  $B$

Решение:  $y_1 \sim \frac{\epsilon}{R}, y_2 \sim \frac{\epsilon}{3R}$

1) Вычислите наибольшее индуктивное сопротивление каждого проводника

2) АВ: наибольшая от нас и меньшей  $B_1$ , индукция вверх.  
Искать проводников АС, если  $B_2$  направлена к нам и меньшей  $\epsilon - k_2$

3)  $B \sim y; B \sim \frac{1}{r}$ , где  $r$  - расстояние от центра до проводника

4)  $B_1 \sim \frac{1}{3} B_2$ ;  $B_2 \sim \frac{1}{3} B_1 \Rightarrow B > 0$

Ответ:  $B > 0$

17

Дано:  $\epsilon, S, d (d \ll \epsilon)$   
Найти:

Решение: а) Когда все пластины соединены, то  $C \sim \frac{\epsilon S}{d}$

б) Когда А и В соединены проводником, то  $C \sim \frac{\epsilon S}{2d}$

Решение:  $C = \frac{Q}{U} = \frac{Q}{\frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2}} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$   
 $C_1 = \frac{\epsilon S}{d}, C_2 = \frac{\epsilon S}{2d}$   
 $C = \frac{\frac{\epsilon S}{d} \cdot \frac{\epsilon S}{2d}}{\frac{\epsilon S}{d} + \frac{\epsilon S}{2d}} = \frac{\frac{\epsilon^2 S^2}{2d^2}}{\frac{3\epsilon S}{2d}} = \frac{\epsilon S}{3d}$

Ответ: а)  $\frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$  б)  $1,5 \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$

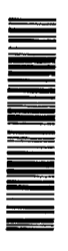
14

Дано:  $V_1 = 75 \text{ мВ}, R_1 = 28 \text{ Ом}$   
 $V_2 = 15 \text{ мВ}, R_2 = 100 \text{ Ом}$   
 $V_3 = 10 \text{ мВ}, R_3 = 5 \text{ Ом}$

$T_0 = 7^\circ \text{C}$   
 $T_2 = 17^\circ \text{C}$   
 $T_3 = -13^\circ \text{C}$   
Найти:  $P$

Решение:  $P = I^2 R$   
 $I = \frac{V_1}{R_1} = \frac{75 \text{ мВ}}{28 \text{ Ом}}$   
 $P = \left(\frac{75 \text{ мВ}}{28 \text{ Ом}}\right)^2 \cdot 28 \text{ Ом} = 0,96 \text{ Вт}$

5)  $\frac{P}{P_1} = \frac{T}{T_0} \Rightarrow P_1 = \frac{P T_0}{T}$   
 $P_1 = \frac{0,96 \text{ Вт} \cdot 280 \text{ К}}{288 \text{ К}} = 0,93 \text{ Вт}$



7405

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ

2016-2017

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ФИЗИКА (11 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада

1. Невомекассик

Дата 12.03.2017

Вариант 2

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

ЗАДАЧА № 1.

К противоложному 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 опустили. 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 ( $T$ ) обращения груза в самом конце процесса, когда его движение почти затухнет и угол пружины с вертикалью станет исчезающе малым?

