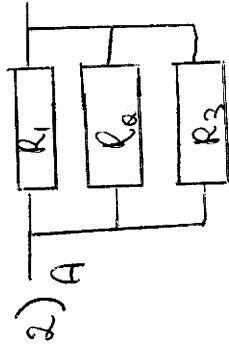


$R_{AB} = ?$
 $R'_{AB} = ?$
 $I_k = ?$

$U_{AB} = 150 \text{ В}$

$R_{AB} = R' + R_3 = 41,7 \text{ Ом}$



$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{100} + \frac{1}{20} + \frac{1}{25}$

$R_{AB} = \frac{100}{10} = 10 \text{ Ом}$

3) $I_k = I_1 + I_2 = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} = \frac{150}{100} + \frac{150}{20}$

$I_k = 1,5 + 7,5 = 9 \text{ А}$

Ответ: 1) 41,7 Ом

2) 10 Ом

3) 9 А.

~~1) 41,7 Ом~~
~~2) 10 Ом~~
~~3) 9 А.~~



2

З8.

Дано:

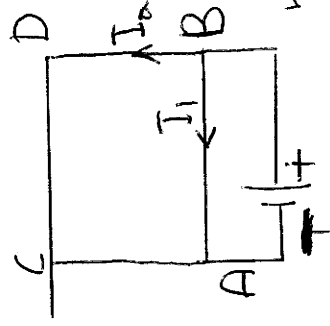
\mathcal{E}

R

L

$r = 0$

$B = ?$



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

Определить направления электрических токов по ветвям цепи

Направление электрического тока по ветви AB направлено от нас и является B_1 .

Направление электрического тока по ветви AC, CD и DB направлено к нам и является B_2 .

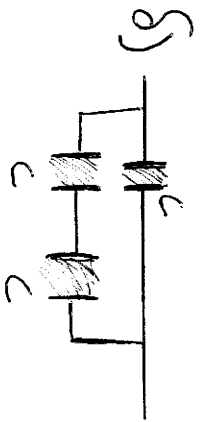
$B \sim I$, $B \sim \frac{1}{r}$ (r - расстояние от проводника до центра)

$B = 3B_2 - B_1$, $B_2 = \frac{B_1}{3} \implies B = 0$ 15

Ответ: $B = 0$.

З7.

а) $C_{BC} = \frac{\mathcal{E} \cdot \mathcal{E} \cdot S}{d}$, $\cos \delta = C$



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

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

Метод Бунд 2.

$$C_0 \delta = C + C' = C + \frac{C}{2} = \frac{3}{2} C$$

$$C_0 \delta = 1,5 \cdot \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$$

✓

Омберн: а) $C_{CB} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$

б) $C_{CB} = 1,5 \cdot \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$

а4.

Дано:

- $V_1 = 5 \cdot 10^3 \text{ м}^3$
- $P_1 = 28 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- $T_1 = T_0 = 280 \text{ К}$
- $V_2 = 15 \cdot 10^{-3}$
- $P_2 = 100 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- $T_2 = 300 \text{ К}$
- $V_3 = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
- $P_3 = 52 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- $T_3 = 290 \text{ К}$

Решение: по уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$PV = \nu RT, \quad \nu = \frac{PV}{RT}$$

$$\nu_1 = \frac{P_1 V_1}{RT_1}, \quad \nu_2 = \frac{P_2 V_2}{RT_2}, \quad \nu_3 = \frac{P_3 V_3}{RT_3}$$

м.к. тем методом Бунд с открыт. сосудов, то $\Delta U = 0$.

$$U_1 + U_2 + U_3 = U$$

$$\frac{5}{2} \nu_1 RT_1 + \frac{5}{2} \nu_2 RT_2 + \frac{5}{2} \nu_3 RT_3 = \frac{5}{2} \nu RT$$

$$\nu = \nu_1 + \nu_2 + \nu_3$$

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

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

$$P = \frac{28 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-3} + 100 \cdot 10^5 \cdot 15 \cdot 10^{-3} + 52 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{30 \cdot 10^{-3}} = \frac{(28 \cdot 5 + 100 \cdot 15 + 52 \cdot 10) \cdot 10^5}{30} = 72 \cdot 10^5 \text{ Па} = 72 \text{ атм.}$$

$$pV = pRT; T = \frac{pV}{pR} = \frac{p(V_1 + V_2 + V_3)}{pR} = \frac{p_1 V_1}{T_1} + \frac{p_2 V_2}{T_2} + \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

$$= \frac{528 \cdot 10^2}{280} + \frac{15 \cdot 100 \cdot 10^2}{300} + \frac{52 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{290}$$

$$= 296 \text{ K}$$

$$\frac{p}{p'} = \frac{T}{T_0}; p' = \frac{pT_0}{T}$$

$$p' = \frac{72 \text{ атм} \cdot 280 \text{ K}}{296 \text{ K}} = 68 \text{ атм}$$

$$\text{Ответ: } T = 296 \text{ K}$$

$$P = 72 \text{ атм} \quad (72 \cdot 10^5 \text{ Па})$$

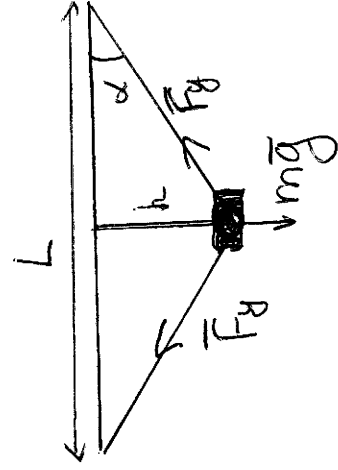
$$P' = 68 \text{ атм} \quad (68 \cdot 10^5 \text{ Па})$$

Дано:

$$L = 4 \text{ м}$$

$$h = 1,5 \text{ м}$$

$T = ?$



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1,5}{2} = \frac{3}{4}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 0,75$$

$$\cos \alpha = 0,8$$

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$1) \text{ о } y: 2 F_y \cdot \sin \alpha = mg$$

$$F_y = k \cdot \Delta l$$

$$2k \Delta l \cdot \sin \alpha = mg \quad (\text{условие равновесия})$$

$$\Delta l = \sqrt{2^2 + 1,5^2} - 2 = 0,5 \text{ м}$$

$$k = \frac{mg}{2 \Delta l \cdot \sin \alpha}$$

2) болгогч хүчтэй нь равнобеуц, орхиуцруу
2Fy3 нах:

$$2 F_y \cdot \sin \alpha - mg = -ma, \text{ зге } a = -\omega^2 x$$

Уучуубуу 3)

$$F_y' = k(\Delta l + x)$$

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

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

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

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

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta l}{g}} = 6,28 \sqrt{\frac{0,5}{10}}$$

$$T = 1,4 \text{ s}$$

Omswern: 1,4 s

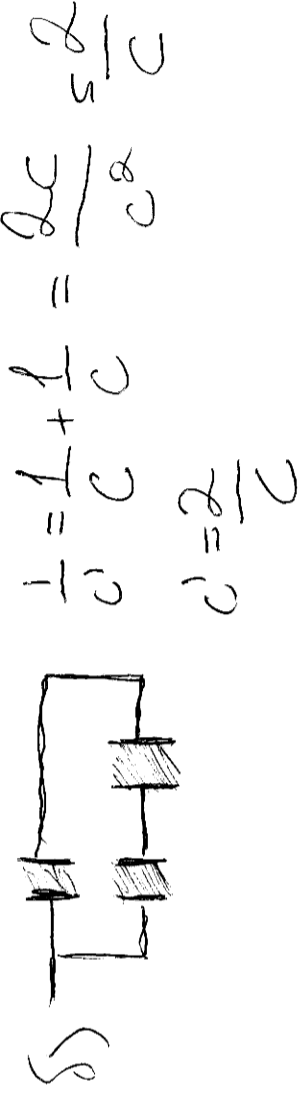
~~1,4~~ 3

VacuumBeweis 4'

57.



$C_{\text{общ}} = C$



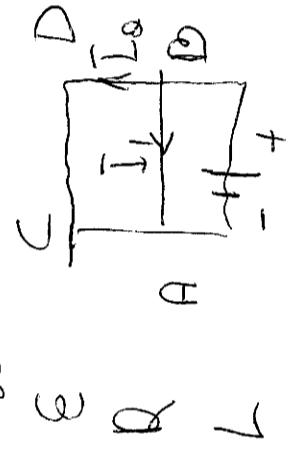
$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C} + \frac{1}{2C} = \frac{2C}{C \cdot 2} = \frac{2}{2C}$

$C' = 2C$

$C_{\text{общ}} = C + C' = C + 2C = 3C$

$C_{\text{общ}} = 1,5 \cdot \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$

58



$I_1 = \frac{\epsilon}{R}$ $I_2 = \frac{\epsilon}{3R}$

Опрег. напряжений φ-ий элект. поле в каждой из ветвей цепи

Углы элект. поле. поле элект. AB направл. от нас и элект. B

Углы элект. поле. поле элект. AC; CD и

DB направл. к нам. $B \sim I, B \sim \frac{1}{r}$ углы элект. поле. элект. B₂) r-расст. от центра

до элект. поле

$B = 3B_2 - B_1, B_2 = \frac{B_1}{3} \Rightarrow B = 0$

$$V_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$P_1 = 28 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$T_1 = T_0 = 280 \text{ К}$$

$$V_2 = 15 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$P_2 = 100 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$T_2 = 300 \text{ К}$$

$$V_3 = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$P_3 = 52 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$T_3 = 290 \text{ К}$$

$$T = ?$$

$$P = ?$$

$$P'$$

V_3 газ - смесь Менделеев. - Кран:

$$pV = \nu RT, \quad \nu = \frac{pV}{RT}$$

$$\nu_1 = \frac{P_1 V_1}{R T_1}, \quad \nu_2 = \frac{P_2 V_2}{R T_2}$$

$$\nu_3 = \frac{P_3 V_3}{R T_3}$$

T.к. нет теплообмена

$$\Delta U = 0$$

$$U_1 + U_2 + U_3 = U$$

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

$$\nu = \nu_1 + \nu_2 + \nu_3$$

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

$$P = \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2 + P_3 V_3}{V_1 + V_2 + V_3} = 28 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5$$

~~$$P = 28 \cdot 10^5$$~~

$$pV = \nu RT, \quad T = \frac{pV}{\nu R} = \frac{P(V_1 + V_2 + V_3)}{P' \left(\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} + \frac{P_3 V_3}{T_3} \right)}$$

$$\frac{P}{P'} = \frac{T}{T_0}, \quad P_3 = \frac{P T_0}{T}$$

$$P' = 72 \text{ атм} \cdot 280 \text{ К}$$

$$\frac{296 \text{ К}}{280 \text{ К}} = 68 \text{ атм}$$

$$P = \frac{28 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-3} + 100 \cdot 10^5 \cdot 15 \cdot 10^{-3} + 52 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{30 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= (28 \cdot 5 + 100 \cdot 15 + 52 \cdot 10) \cdot 10^5 = 72 \cdot 10^5 \text{ Па} = 72 \text{ атм}$$

30

Шифр:

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА ЧАСТИ
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
2016-2017**

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады МАТЕМАТИКА

Город, в котором проводится Олимпиада _____

Дата _____

Вариант 6

- Ожерелье состоит из 100 красных и некоторого количества синих 6-отрезке ожерелья, содержащем 10 красных бусинок, есть не менее 7 с-ство синих бусинок может быть в этом ожерелье? (Бусинки в ожере-есть последняя соседствует с первой.)
- У 100-значного натурального числа одну из цифр заменили нулем (если В результате число уменьшилось в 13 раз. Найдите все числа, для кс
- Найдите минимальное значение выражения

$$A = (5(\cos x_1 + \dots + \cos x_n) + \sin x_1 + \dots + \sin x_n) \cdot (\cos x_1 + \dots + \cos x_n)$$
- В прямоугольном треугольнике ABC с прямым углом B проведены би пересекаются в точке D. Прямая AD пересекает сторону BC в точке E AEL, если известно, что $EL = x$.
- Каждая из клеток доски $m \times n$ покрашена в черный или белый цвет. доски количество клеток, имеющих с ней общую сторону и одинако пары натуральных чисел m и n , для которых это возможно.
- На столе стоят на основаниих три конуса, касаясь друг друга. Радиуси На стол поставили меньшим основанием вниз усеченный конус, котори конусов общую образующую. Найдите площадь меньшего основания

ЗАДАЧА № 4.

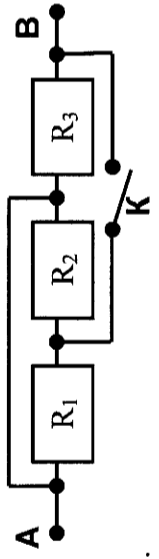
В кислородном баллоне объемом $V_1=5$ л давление газа $P_1=28$ атмосфер. Он стоит на складе, где поддерживается температура $T_0=+7^\circ\text{C}$. Туда принесли еще 2 баллона: один из цеха (его параметры $V_2=15$ л, $P_2=100$ ат, $T_2=+27^\circ\text{C}$), а другой с улицы ($V_3=10$ л, $P_3=52$ ат, $T_3=-13^\circ\text{C}$).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

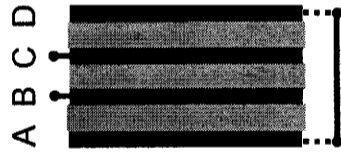
- 1) Найти сопротивление (R_{AB}) между точками «А» и «В» в схеме, изображенной на рисунке.
- 2) Каким станет сопротивление (R_{AB+}) между точками «А» и «В», если в схеме на приведенном рисунке ключ К замкнуть? $R_1=100$ (Ом), $R_2=20$ (Ом), $R_3=25$ (Ом).
- 3) Какой ток (I_K) потечет через ключ К,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



ЗАДАЧА № 7.

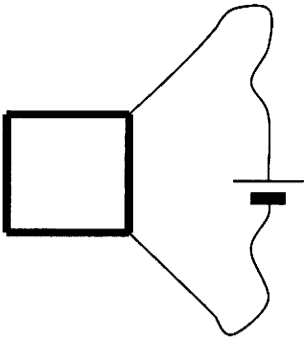
«Сэндвич» состоит из четырех одинаковых тонких металлических пластин А, В, С и D (черные полоски на рисунке), проложенных листами тонкой бумаги с диэлектрической проницаемостью ϵ (серые полоски на рисунке) и плотно прижатых друг к другу. Площадь каждой пластины и бумажной прокладки равна S , толщина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



Решение:

- Дано:
 $M = 10$ кг
 $m = 5$ кг
 $\mu_1 = 0,1$
 $F^* = 120$ Н

1) рассмотрим движение санок и коробки, как движение одного тела.
 $Ox: -F - F_{\text{тр}1}^* - F_{\text{тр}2} = (M+m)a$
 $Oy: N - (M+m)g = 0$
 $\Rightarrow a = \frac{-F - \mu_1(M+m)g}{(M+m)}$

$a(\text{max})$ будет при $F^* : a = \frac{120 - 0,1 \cdot (5+10) \cdot 10}{(5+10)} = 7 \text{ м/с}^2$

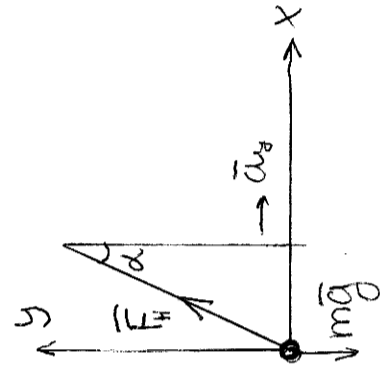
2) рассмотрим движение коробки:

$Ox: F_{\text{тр}2} = ma$
 $N = mg$
 $\Rightarrow \mu_2 = \frac{a}{g} = \frac{7}{10} = 0,7$

Ответ: 0,7

Решение:

- Дано:
 $k = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
 $L_0 = 2$ м
 $m = 2$ кг
 $T = ?$



$a_y = \omega^2 R$
 $R = L \cdot \sin \alpha$
 $\omega = \frac{2\pi}{T}$

$Ox: F_n \cdot \sin \alpha = ma_y$
 $Oy: F_n \cdot \cos \alpha = mg$
 Т.к. угол α очень мал, то $\cos \alpha = 1$
 $F_n = mg$, $k \Delta l = mg$
 $\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{20}{40} = 0,5$ м

$F_n \cdot \sin \alpha = m a_y$
 $mg \cdot \sin \alpha = m \cdot \omega^2 \cdot L \cdot \sin \alpha$
 $g = \omega^2 (L_0 + \Delta l)$
 $g = \frac{4\pi^2}{T^2} (L_0 + \Delta l)$
 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L_0 + \Delta l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{2,5}{10}} = \pi$

Омквен: $T = \pi$

11

Дано:

В момент максимума скорости движущаяся скорость нерви-
вый будет орудителем.

Уз закона сохранения ф импульса:

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

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

Закоме сохранения энергии:

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

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

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

$$= \frac{3}{2} D R T_{max}$$

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

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

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

11

Омквен: $v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m}$ (где $m = m_1 + m_2$)

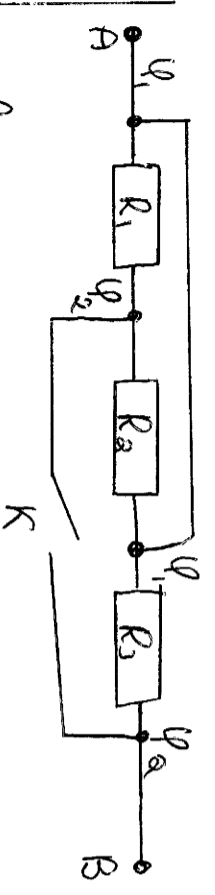
$$T_{max} = \frac{m_1 m_2 (v_1 - v_2)^2}{(m_1 + m_2) 3 D R} + T_0$$

Дано:

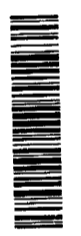
$R_1 = 100 \text{ Ом}$

$R_2 = 20 \text{ Ом}$

$R_3 = 25 \text{ Ом}$



$R' = \frac{R_2 \cdot R_1}{R_1 + R_2} = \frac{100 \cdot 20}{120} = 16,7 \text{ Ом}$



1 770

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ

2016-2017

заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ФИЗИКА (11 КЛАСС)

Город, в котором проводится Олимпиада

Нефтекамск

Дата 12.03.1999

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. Найдти 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?

