

1. Из Серпухова в Чехов экспериментатор Глюк ехал на «Волге» с постоянной скоростью 80 км/ч. На обратном пути трасса была загружена и он ехал столько же времени, сколько затратил на путь от Серпухова до Чехова, со скоростью $v_2 = 100$ км/ч. Определите среднюю скорость автомобиля на всем пути от Серпухова до Чехова и обратно.

Дано:

$$v_1 = 80 \text{ км/ч}$$

$$t_1 = t_2$$

$$v_2 = 100 \text{ км/ч}$$

$$v_{cp} = \frac{S_{всe}}{t_{всe}} ; t = t_1 + t_2 = 2 * t_1 \text{ (т. к. по условию } t_1 = t_2)$$

$$S_{всe} = S_1 + S_2 ; S_1 = v_1 * t_1 ; S_2 = v_2 * t_2 = v_2 * t_1$$

(т. к. по условию $t_1 = t_2$), тогда

$$v_{cp} = \frac{v_1 * t_1 + v_2 * t_1}{2 * t_1} = \frac{t_1 (v_1 + v_2)}{2 * t_1} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{100 + 80}{2} = 90 \text{ км/ч}$$

$$v_{cp} = ?$$

$$\text{Ответ: } v_{cp} = 90 \text{ км/ч}$$

Но ваше условие не корректно т. к. по вашему условию по загруженной трассе автомобиль ехал быстрее чем по не загруженной

2. Кусочек охлажденного льда поместили в калориметр. В таблице приведены результаты измерений температуры содержимого калориметра. Изобразите на одном рисунке графики изменения температуры льда и воды от времени. На основании экспериментальных данных определите удельные теплоемкости льда и воды.

Удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг . Теплоемкость калориметра пренебречь.

$t, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{с}$
-4,8	0
-2,5	5
0,0	10
0,0	15
0,0	20
0,0	320
0,0	330
0,0	340
2,5	350
4,9	360

Дано:

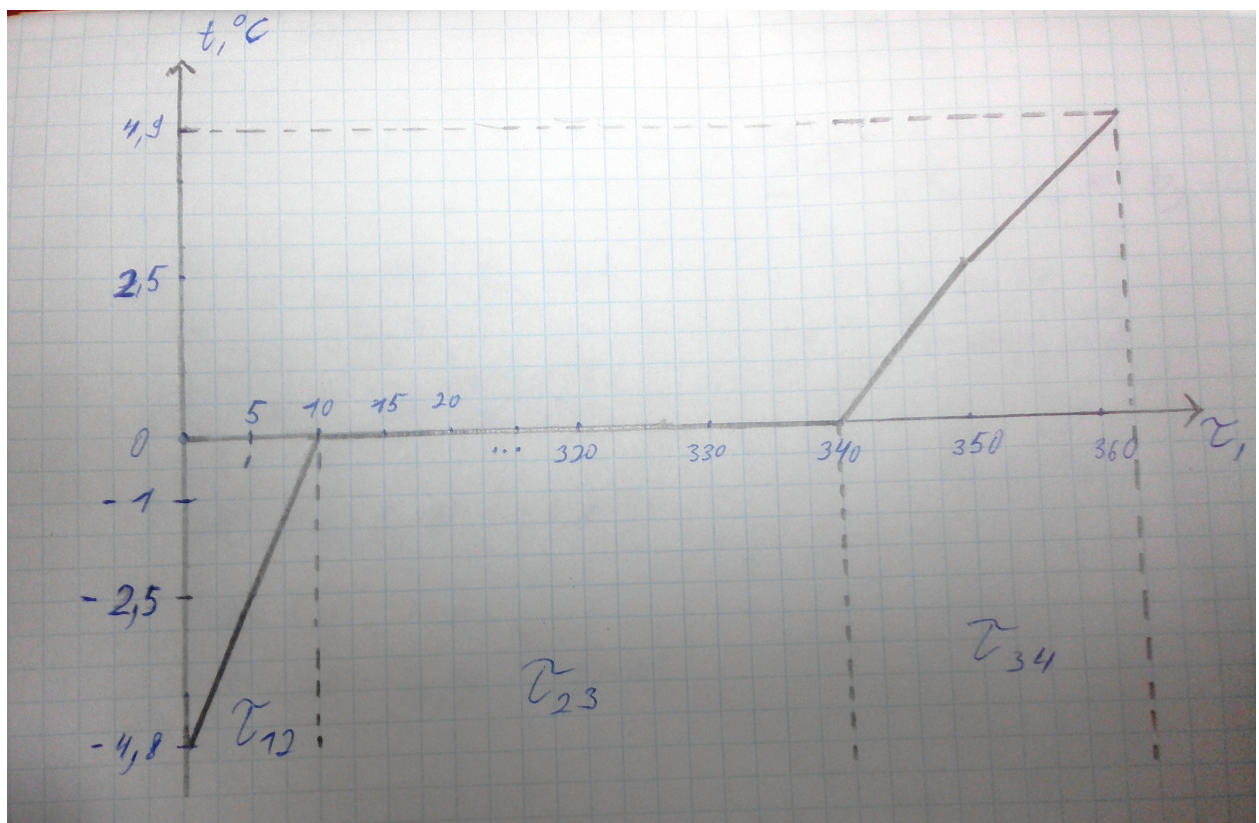
$\tau_{12}=10 \text{ с}$
 $\tau_{23}=330 \text{ с}$
 $\tau_{34}=20 \text{ с}$
 $t_1=-4,8 \text{ }^\circ\text{C}$
 $t_2= 0 \text{ }^\circ\text{C}$
 $t_3= 0 \text{ }^\circ\text{C}$
 $t_4= 4,9 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$

Решение

см. ниже

$c_{\text{в}}=?$

$c_{\text{л}}=?$



В результате теплообмена содержимое калориметра нагревается. Зная что $Q = N \cdot \tau$ и считая что, мощность (N) постоянна на всем промежутке времени, то количество теплоты затраченное на нагревание льда до температуры плавления равно:

$N \cdot \tau_{12} = c_l \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$ (1). Количество теплоты требуемое для плавления льда равно: $N \cdot \tau_{23} = \lambda \cdot m$ (2). А количество теплоты требуемое для нагревания воды до $4,9^\circ\text{C}$ равно $N \cdot \tau_{34} = c_v \cdot m \cdot (t_4 - t_3)$ (3). Теперь подставив уравнение (2) в (1) и получим: $(\lambda \cdot m \cdot \tau_{12}) / \tau_{23} = c_l \cdot m \cdot (t_2 - t_1) \Rightarrow$
 $\Rightarrow c_l = (\lambda \cdot \tau_{12}) / (\tau_{23} \cdot (t_2 - t_1)) = (330000 \cdot 10) / (330 \cdot (0 - (-4,8))) = 2083,3 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}.$

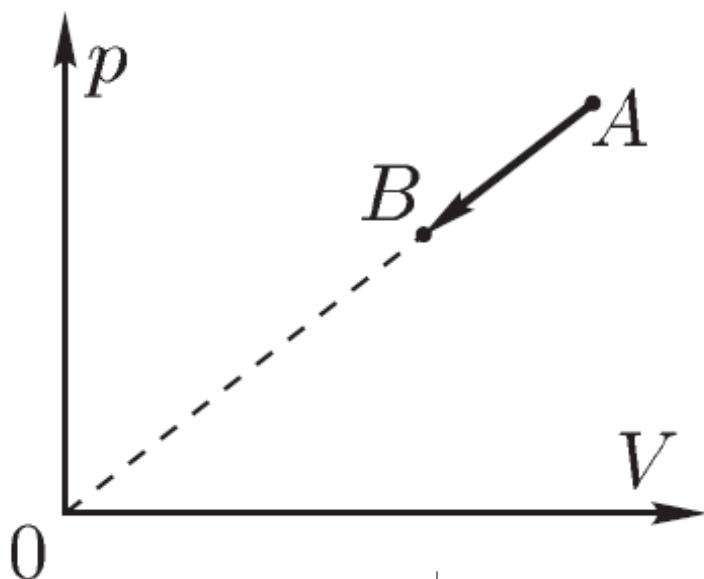
Так же, поставив уравнение (2) в (3) и получим:

$$(\lambda \cdot m \cdot \tau_{34}) / \tau_{23} = c_v \cdot m \cdot (t_4 - t_3) \Rightarrow c_v = (\lambda \cdot \tau_{34}) / (\tau_{23} \cdot (t_4 - t_3)) =$$

$$= (330000 \cdot 20) / (330 \cdot (4,9 - 0)) = 4081,6 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}.$$

Ответ: $c_v = 4081,6 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}.$; $c_l = 2083,3 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}.$

3. При переводе идеального газа из состояния А в состояние В его давление уменьшалось прямо пропорционально объему, а температура понизилась от 127 °С до 51 °С. На сколько процентов уменьшился объем газа?



Дано:

$$t_A = 127\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_B = 51\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$P = k \cdot V$$

k – постоянный коэффициент

Решение:

Запишем уравнение Менделеева -

Клайперона: $P \cdot V = \nu R T$, а по условию

$$P = k \cdot V, \text{ значит } k \cdot V_A^2 = \nu R T_A \quad (1);$$

$$k \cdot V_B^2 = \nu R T_B \quad (2), \text{ теперь разделив (2) на (1)}$$

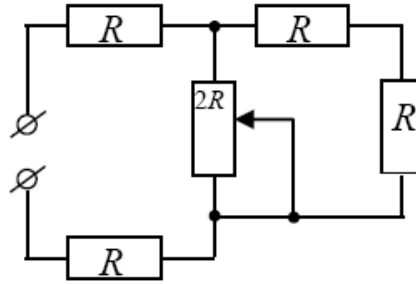
$$\Delta V = ?$$

$$T = t + 273, \text{ получаем что } \frac{V_B}{V_A} = \sqrt{\frac{T_B}{T_A}} = \sqrt{\frac{324}{400}} = 0,9 \text{ отсюда } V_B = 0,9 \cdot V_A, \text{ и}$$

считая, что изначально $V_A = 100\%$ получаем искомое уменьшение объема равное : $\Delta V = (V_A - 0,9 \cdot V_A) = (100\% - 0,9 \cdot 100\%) = 10\%$

Ответ: $\Delta V = 10\%$

4. Постройте график зависимости общего сопротивления цепи от положения ползунка потенциометра. Сопротивление потенциометра между неподвижными контактами $2R$.



Дано

R

$2 \cdot R$

x – перемещение ползунка

L - макс. Перемещение ползунка

Сопротивление потенциометра

будет изменяться в зависимости

от положения ползунка :

$r = (2 \cdot R \cdot x) / L$ (1) . А общее сопротивление цепи будет находиться по формуле:

$$R_o = R + R + \frac{r \cdot (R + R)}{r + (R + R)} = 2 \cdot R + \frac{2 \cdot r \cdot R}{r + 2 \cdot R} \quad (2), \text{ дальше подставляем (1) в (2)}$$

$$R_o = 2 \cdot R + \frac{\frac{2 \cdot 2 \cdot R \cdot x \cdot R}{L}}{\frac{2 \cdot R \cdot x}{L} + 2 \cdot R} = 2 \cdot R + \frac{2 \cdot 2 \cdot R \cdot x \cdot R}{L \cdot \left(\frac{2 \cdot R \cdot x}{L} + 2 \cdot R \right)} = 2 \cdot R + \frac{2 \cdot 2 \cdot R \cdot x \cdot R}{2 \cdot R \cdot x + 2 \cdot R \cdot L}$$

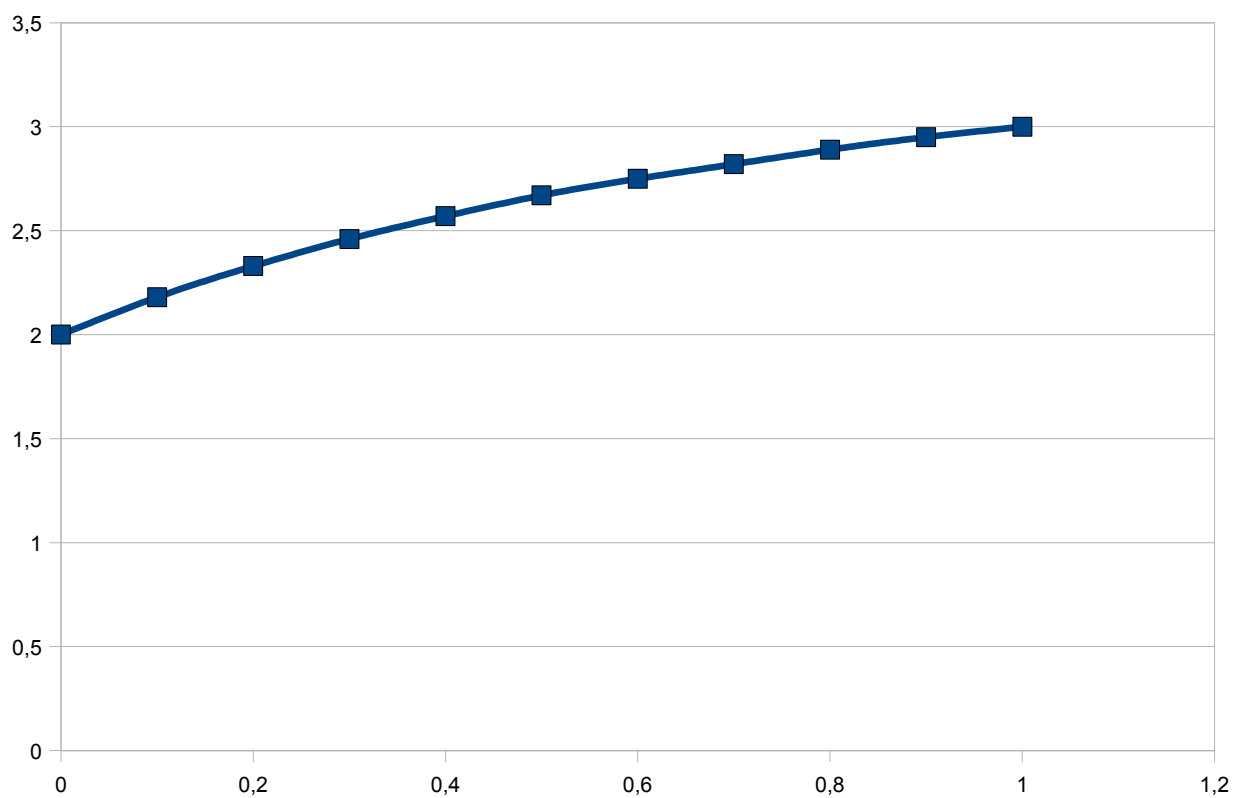
$$R_o = 2 \cdot R \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R \cdot x}{2 \cdot R \cdot (x + L)} \right) = 2 \cdot R \cdot \left(1 + \left(\frac{x}{x + L} \right) \right) = 2 \cdot R \cdot \left(\left(\frac{x + L}{x + L} \right) + \left(\frac{x}{x + L} \right) \right) = 2 \cdot R \cdot \left(\frac{2 \cdot x + L}{x + L} \right)$$

Зная формулу общего сопротивления можно составить график.

Если считать что ось Y - это общее сопротивление которое измеряется в (R) , а ось X – это отношение x/L , то можно составить график по точкам (таблица) (считаем что $L = 1$, тогда $x/L = x$)

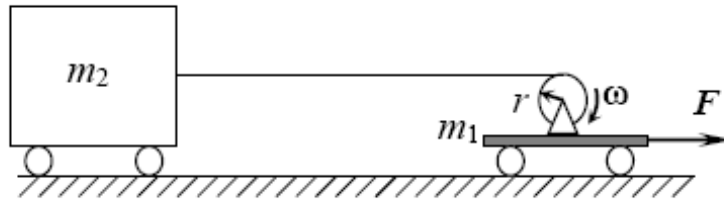
x/L	$R_o, (R) (R_o = 2 \cdot R \cdot ((2 \cdot x + L)/(x + L)))$
0	2
0,1	2,18
0,2	2,33
0,3	2,46
0,4	2,57
0,5	2,67
0,6	2,75
0,7	2,82
0,8	2,89
0,9	2,95
1	3

Далее по точкам приведенным в таблице строим график:



(график построен в Excel)

5. Найдите силу натяжения нити, соединяющей две тележки массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 3$ кг, которые катятся по горизонтальной плоскости, если передний конец нити наматывается на легкую катушку радиусом $r = 0,1$ м, установленную на передней тележке. Катушка вращается с постоянной угловой скоростью ω . Переднюю тележку тянут горизонтальной силой $F = 12$ Н.



Дано
 $m_1 = 1$ кг
 $m_2 = 3$ кг
 $F = 12$ Н
 $\omega = \text{const}$
 $r = 0,1$ м

Решение:

Так как катушка вращается равномерно, то нить укорачивается с постоянной скоростью и связь между ускорениями тел такая же, как и без катушки.

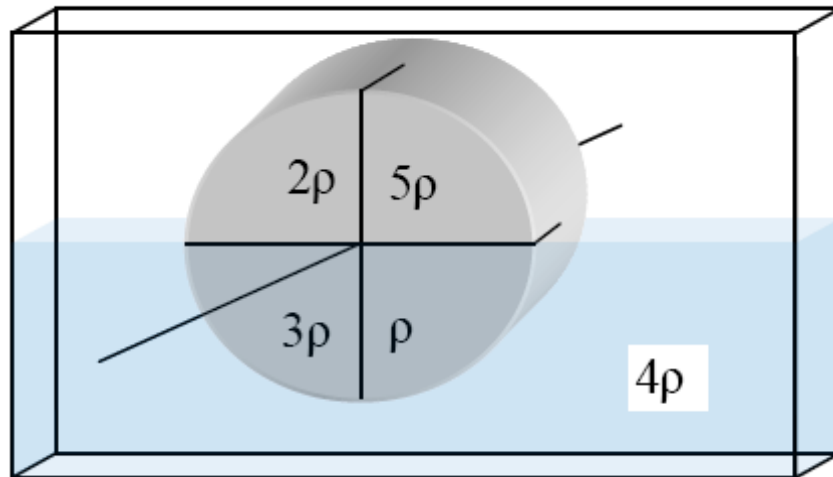
Значит тележки движутся с одинаковым ускорением.

Далее запишем второй закон Ньютона для обеих тележек: для первой $F = (m_1 + m_2) \cdot a$ (1), а для второй: $T = m_2 \cdot a$ (2). И

$T = ?$ поскольку ускорения тележек равны то мы можем подставить уравнение (1) в (2) и получим: $T = (m_2 \cdot F) / (m_1 + m_2) = (3 \cdot 12) / (1 + 3) = 9$ Н

Ответ: $T = 9$ Н

6. Цилиндр, разделённый на 4 равных сектора, плотности которых ρ , 3ρ , 2ρ , 5ρ соответственно (Рис.). Он может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через его центр. Цилиндр опускают в кювету с жидкостью, имеющей плотность 4ρ до тех пор, пока уровень жидкости не достигнет оси цилиндра. После чего цилиндр раскручивают и он, сделав несколько оборотов, останавливается. Найдите для каждого сектора долю δ погруженной в жидкость части. Трения в оси нет.

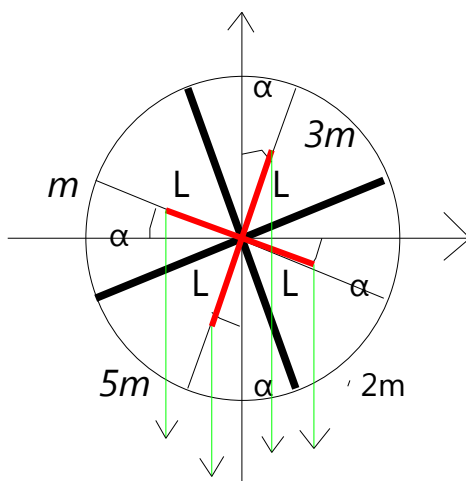


Поскольку части цилиндра однородны, то массы этих частей пропорциональны плотностям и равны соответственно m , $2*m$, $3*m$ и $5*m$.

т. к. погруженная части цилиндра симметрична, то линия действия силы Архимеда проходит через ось вращения и не создает вращательного момента относительно оси.

Пусть L — расстояние от оси до центра тяжести сектора (поскольку секторы однородны, значит L для всех одинаково). Угол между центром масс любого сектора и его границей равен $90^\circ/2 = 45^\circ$.

Пусть α — угол между вертикалью и направлением на центр масс для сектора массой $5*m$



(зеленые стрелки это сила тяжести каждого сектора)

В равновесии сумма моментов сил тяжести относительно оси равна нулю:

$5*m*g*l_1 - 2*m*g*l_2 - 3*m*g*l_3 + m*g*l_4 = 0$, тут l - длина плеча. Проецируя это на ось OY получаем:

$5*m*g*L*\sin \alpha - 3*m*g*L*\sin \alpha = 2*m*g*L*\cos \alpha - m*g*L*\cos \alpha$, отсюда $\tan \alpha = 0,5$, а угол $\alpha \approx 27^\circ$. И поскольку $\alpha < 45^\circ$ груз массой $5*m$ окажется в низу, а груз массой $2*m$ выше m .

Обозначим поперечное сечение цилиндра через S а толщину через R получим, и теперь вычислим долю погруженной части для каждого сектора:

$\delta_{3\rho} = V_{\text{погр}3} / V_{\text{полн}3} = V_{\text{погр}3} / 0,25*V_{\text{полн}}$ но так как сектор с плотностью $3*\rho$ не погружен в воду то $V_{\text{погр}3} = 0$ и тогда $\delta_{3\rho} = 0$

$\delta_{5\rho} = V_{\text{погр}5} / V_{\text{полн}5} = V_{\text{погр}5} / 0,25*V_{\text{полн}}$ сектор с плотностью $5*\rho$ будет погружен полностью, значит $\delta_{5\rho} = 1/1 = 1$

$\delta_{2\rho} = V_{\text{погр}2} / V_{\text{полн}2} = V_{\text{погр}2} / 0,25*V_{\text{полн}} = (R*S_{\text{погр}2}) / (0,25*S*R) =$
 $= (S*(45^\circ + \alpha) / 360^\circ) / (0,25*S) = (45^\circ + 27) / 360^\circ / 0,25 = 0,8$

$\delta_{\rho} = V_{\text{погр}1} / V_{\text{полн}1} = V_{\text{погр}1} / 0,25*V_{\text{полн}} = (R*S_{\text{погр}1}) / (0,25*S*R) =$
 $= (S*(45^\circ - \alpha) / 360^\circ) / (0,25*S) = (45^\circ - 27) / 360^\circ / 0,25 = 0,2$

Ответ: $\delta_{3\rho} = 0$; $\delta_{5\rho} = 1$; $\delta_{2\rho} = 0,8$; $\delta_{\rho} = 0,2$