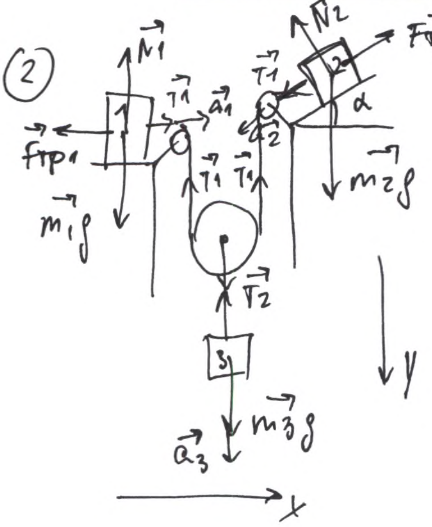
Место для скобы

Шифр Ф-67

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
45б сорок пять баллов	17.03.21	Потапова Е.И.	[signature]

②



~~2ой закон Ньютона в проекциях:~~

1) система в равновесии $\Rightarrow$ $\sum \vec{F_i} = 0$

$\sum F_{iy} = 0$ $\sum F_{ix} = 0$

③ $T_2 = m_3 g$ блок $T_2 = 2T_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow T_1 = \frac{T_2}{2} = \frac{m_3 g}{2}$

1

2) Блок невесомый. 2ой закон Ньютона для блока на оу: $M_б$ - масса блока, $a_б$ - ускорение блока

$M_б a_б = T_2 - 2T_1$ (0)

$2T_1 = T_2$ 1

③ оу: $m_3 a_3 = m_3 g - T_2$ 1

$m_3 a_3 = m_3 g - 2T_1$

$a_3 = g - \frac{2T_1}{m_3}$

① $m_1 a_1 = T_1$ 1

$a_1 = \frac{T_1}{m_1}$

② $m_2 a_2 = T_1 + m_2 g \sin\alpha$

$a_2 = \frac{T_1}{m_2} + g \sin\alpha$ 1

Рассмотрим зависимость ускорений грузов:

s_1 - расстояние, пройденное 1ым грузом

s_2 вторым

s_3 - третьим

т.к. груз m_3 подвешен к оси подвижного блока:

$s_3 = \frac{s_1 + s_2}{2} = \frac{s_1}{2} + \frac{s_2}{2}$

$\Delta s_3 = \frac{\Delta s_1}{2} + \frac{\Delta s_2}{2} \;|\div \Delta t$

$v_3 = \frac{v_1}{2} + \frac{v_2}{2}$

$\Delta v_3 = \frac{\Delta v_1}{2} + \frac{\Delta v_2}{2} \;|\div \Delta t$

$a_3 = \frac{a_1}{2} + \frac{a_2}{2}$

2

$2a_3 = a_1 + a_2$

Подставим значение ускорений в зависимость между ускорениями

$$2g - \frac{4T_1}{m_3} = \frac{T_1}{m_1} + \frac{T_1}{m_2} + g\sin\alpha$$

$$T_1\left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} + \frac{4}{m_3}\right) = 2g - g\sin\alpha \Rightarrow T_1 = \frac{g(2-\sin\alpha)}{\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} + \frac{4}{m_3}}$$

$$a_1 = \frac{T_1}{m_1} = \frac{g(2-\sin\alpha)}{m_1\left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} + \frac{4}{m_3}\right)} = \frac{g(2-\sin\alpha)}{1 + \frac{m_1}{m_2} + \frac{4m_1}{m_3}}$$ 2

$$a_2 = \frac{T_1}{m_2} + g\sin\alpha = \frac{g(2-\sin\alpha)}{1 + \frac{m_2}{m_1} + \frac{4m_2}{m_3}} + g\sin\alpha$$ 2

$$a_3 = g - \frac{2T_1}{m_3} = g - \frac{2g(2-\sin\alpha)}{\frac{m_3}{m_1} + \frac{m_3}{m_2} + 4}$$ 2

1) Найдем коэффициент μ

из уравнений равновесия для грузов 1 и 2

$T_1 = \mu m_1 g$ 1 $T_1 + m_2 g\sin\alpha = m_2 g\cos\alpha\,\mu$ 1

$\mu m_1 g + m_2 g\sin\alpha = \mu m_2 g\cos\alpha$

$\mu(m_2 g\cos\alpha - m_1 g) = m_2 g\sin\alpha$

$$\mu = \frac{m_2 g\sin\alpha}{m_2 g\cos\alpha - m_1 g} = \frac{m_2\sin\alpha}{m_2\cos\alpha - m_1}$$ 1

Ответ: 1) $\mu = \frac{m_2\sin\alpha}{m_2\cos\alpha - m_1}$ $T_2 = m_3 g$ $T_1 = \frac{m_3 g}{2}$

2) $a_1 = \frac{g(2-\sin\alpha)}{1 + \frac{m_1}{m_2} + \frac{4m_1}{m_3}}$

$a_2 = \frac{g(2-\sin\alpha)}{1 + \frac{m_2}{m_1} + \frac{4m_2}{m_3}} + g\sin\alpha$

$a_3 = g - \frac{2g(2-\sin\alpha)}{\frac{m_3}{m_1} + \frac{m_3}{m_2} + 4}$

165

56

Место для скобы

Шифр Ф-67

Найдем подведенное кол-во теплоты $\Delta T = T_2 - T_1$

(4) $Q = \Delta U + A$ $\quad \Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T$ (1) объем газа изменился => совершалась работа

$Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \nu R \Delta T =$ (1) $\quad \Delta pV = \nu R \Delta T \Rightarrow A = \nu R \Delta T$ (по Менделеева-Клапейрона)

$= \frac{5}{2}\nu R \Delta T = \frac{5}{2}\nu R (T_2 - T_1)$

Найдем КПД газа η

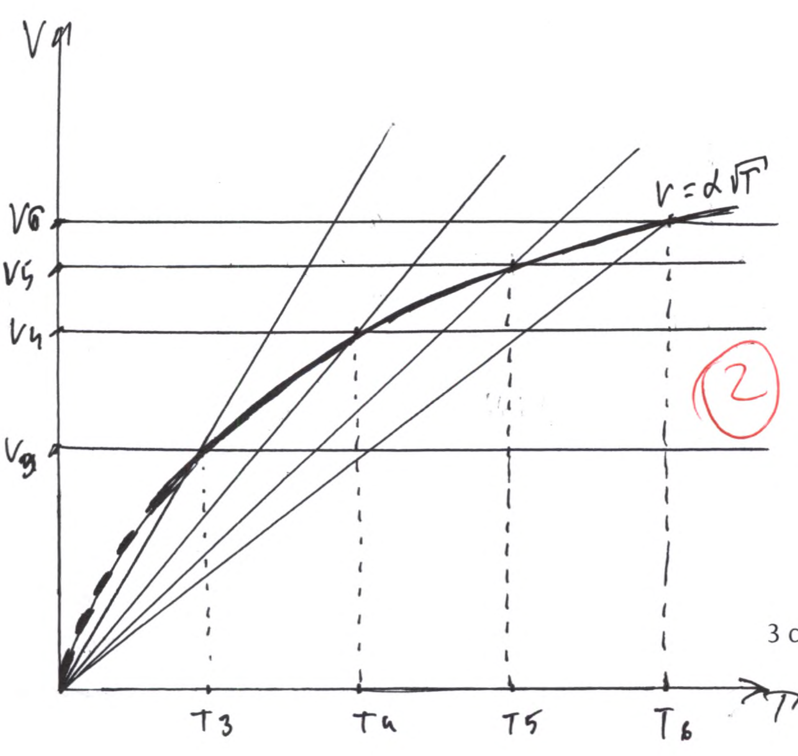
$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{\nu R(T_2 - T_1)}{\frac{5}{2}\nu R (T_2 - T_1)} = \frac{2}{5} = 0{,}4 \Rightarrow \eta = 40\%$ (1)

$Q = C\,\Delta T \cdot \nu = C(T_2 - T_1)\nu \Rightarrow C = \frac{Q}{(T_2 - T_1)\nu} = \frac{\frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_1)}{(T_2 - T_1)\nu} = \frac{5}{2}R = C$ – средняя молярная теплоемкость газа

т.к. $Q = cm\Delta T = cM\nu\Delta T = C\nu\Delta T$ (1)

Молярная теплоёмкость C будет постоянной на протяжении всего процесса, ~~[illegible]~~ если при равномерном притоке тепла Q, давление, объем и температура газа будут изменяться равномерно.

Определить, равномерно ли изменение параметров, можно с помощью графика в координатах V(T) при известной зависимости объема от температуры $V = \alpha\sqrt{T}$ график - ветвь параболы.



(2)

Отметим равные промежутки на оси температуры. расстояние между точками равное => изменение температуры равномерно. Отметим точки, соответствующие выбранным значениям температуры на графике. Проведем через них изохоры и изобары. Расстояние между прямыми (отчетливо видно на примере изохор) неравное => изменение не равномерное

В случае неравномерного изменения объёма, зависимость которого представлено на графике, можно утверждать что молярная теплоёмкость газа С не будет постоянной на протяжении всего процесса.

Ответ: $Q = \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_1)$

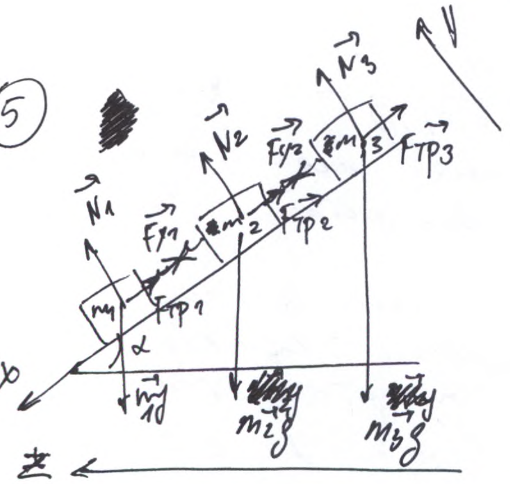
$\eta = 40\%$

$C = \frac{5}{2}R$ средняя молярная теплоёмкость газа не постоянна

Задача решена с ошибками

65

(5)



Рассмотрим систему в момент, когда её состояние не устойчиво, но все тела покоятся

Зная, что сила трения покоя меньше силы трения скольжения, рассмотрим момент, когда сила трения покоя практически равна силе трения скольжения

пробарим предположительное направление сил в системе

Запишем условие равновесия для всех тел $\sum \vec{F_i} = 0$ $\sum F_{ix} = 0$ $\sum F_{iy} = 0$

пусть m_1 - масса 1ого груза
m_2 - 2ого груза
m_3 - 3его груза

} запишем общий случай, подходящий для всех возможных расположений грузов относительно друг друга

рассмотрим нижний груз

Ox:

① $m_1 g \sin\alpha = F_{у1} + F_{тр1}$ $F_{тр1} = N_1 \cdot \mu$ $F_{у1} = k\Delta l_1$ (1)

$m_1 g \sin\alpha = k\Delta l_1 + \mu m_1 g \cos\alpha$ Oy: $N_1 = m_1 g \cos\alpha$

$m_1 g \sin\alpha = k\Delta l_1 + 2 m_1 g \sin\alpha$ (3)

$-m_1 g \sin\alpha = k\Delta l_1$ — из этого следует, что $F_{у1}$ и $F_{тр1}$ направлены в разные стороны независимо от массы груза => сила упругости пружины настолько велика, что способна преодолеть остальные силы, действующие на груз, и направить движение груза вверх по наклонной плоскости

0,65

Место для скобы

Шифр Ф-67

Продолжение задачи ⑤

Из этого следует, что мы можем поместить вниз максимально тяжелый груз с массой $3m$, именно все равно останется в равновесии, а значение Δh_1 будет максимальным

$$\Delta h_1 = \frac{3mg\sin\alpha}{k}$$

Рассмотрим верхний груз.

3

② $m_3 g\sin\alpha + F_{y2} = F_{тр3}$ $F_{y2} = k\Delta h_2$ $F_{тр3} = \mu m_3 g\cos\alpha$

$m_3 g\sin\alpha + k\Delta h_2 = \mu m_3 g\cos\alpha$ (аналогично с 1ым) грузом

$m_3 g\sin\alpha + k\Delta h_2 = 2m_3 g\sin\alpha$

2

$$\Delta h_2 = \frac{m_3 g\sin\alpha}{k}$$

Δh_2 будет максимальным при помещении на место верхнего груза груза массой $2m$

$$\Delta h_2 = \frac{2mg\sin\alpha}{k}$$

95.

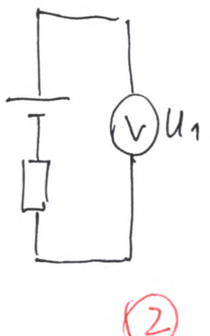
$$h = \Delta h_1 + \Delta h_2 = \frac{5mg\sin\alpha}{k}$$

Расположение грузов массой $2m$ и $3m$ может быть изменено на противоположное: $3m$ - верхний груз, $2m$ - нижний груз.

Это изменит лишь то, какая пружина сильнее растянется, но сумма удлинений двух пружин останется прежней.

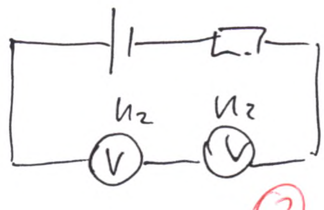
Ответ: $h = \frac{5mg\sin\alpha}{k}$

③ 1)



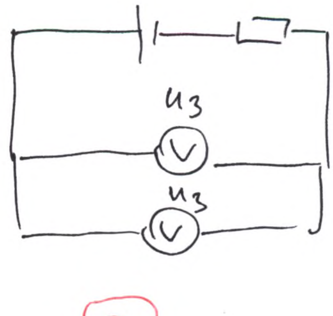
2

2)



2

3)



2

Если вольтметр идеальной, то это значит, что через него не течет ток из-за очень большого внутреннего сопротивления в сравнении с остальными элементами цепи.

Рассмотрим ситуацию, когда через вольтметр течет ток (схема цепи на странице 5)

1) $\frac{\mathcal{E}}{R_V+r} = I$ — R_V - сопротивление вольтметра, r - внутреннее сопротивление элемента (сопротивление резистора при элементе)

2

$I = \frac{U_1}{R_V}$

$\frac{\mathcal{E}}{R_V+r} = \frac{U_3}{R_V}$

2) $R_0 = 2R_V$, $U_0 = 2U_2$ 2 $\frac{\mathcal{E}}{R_0+r} = \frac{\mathcal{E}}{2R_V+r} = I = \frac{U_0}{R_0} = \frac{U_2}{R_V}$

3) $R_0 = \frac{R_V}{2}$, $U_0 = U_3$ 2 $\frac{\mathcal{E}}{\frac{R_V}{2}+r} = I = 2I_V = \frac{2U_3}{\frac{R_V}{2}} = \frac{4U_3}{R_V}$

$$\begin{cases} \frac{\mathcal{E}}{R_V+r} = \frac{U_1}{R_V} \quad (1) \\ \frac{\mathcal{E}}{2R_V+r} = \frac{U_2}{R_V} \quad (2) \\ \frac{\mathcal{E}}{\frac{R_V}{2}+r} = \frac{4U_3}{R_V} \end{cases}$$

$\begin{cases} (1) \\ (2) \end{cases} \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{(R_V+r)U_1}{R_V} = U_1 + \frac{U_1 r}{R_V}$

$\mathcal{E} = 2U_2 + \frac{U_2 r}{R_V} \Rightarrow \frac{r}{R_V} = \frac{\mathcal{E}}{U_2} - 2$

$\mathcal{E} = U_1 + U_1 \cdot \frac{r}{R_V} = U_1 + \mathcal{E}\frac{U_1}{U_2} - 2U_1 = \mathcal{E}\frac{U_1}{U_2} - U_1$

$\mathcal{E}\left(\frac{U_1}{U_2} - 1\right) = U_1$

$\mathcal{E} = \frac{U_1}{\frac{U_1}{U_2} - 1} = \frac{U_1 U_2}{U_1 - U_2}$ 2

Ответ: $\mathcal{E} = \frac{U_1 U_2}{U_1 - U_2}$

14б.

8-9