

1	2	3	4	5
10	8	10	10	10.

I) Тело движется по кругу так только

в этом случае

в момент когда

$a_y$  минимально

$V_x$  также минимально, а когда

$a_y$  максимальна

$a_y > 0, V_x > 0$

и когда  $a_y < 0, V_x < 0$

и  $a_y = 0, V_x = 0$  и движение равномерное

мы видим из графиков, тогда  $a$  - центростремительное ускорение  $V$  - линейная скорость

$V = \text{const}$  (как движение равномерное)  $\Rightarrow$

$a = \text{const}$  (как центростремительное ускорение)  $\Rightarrow$

В момент в самой нижней точке круга

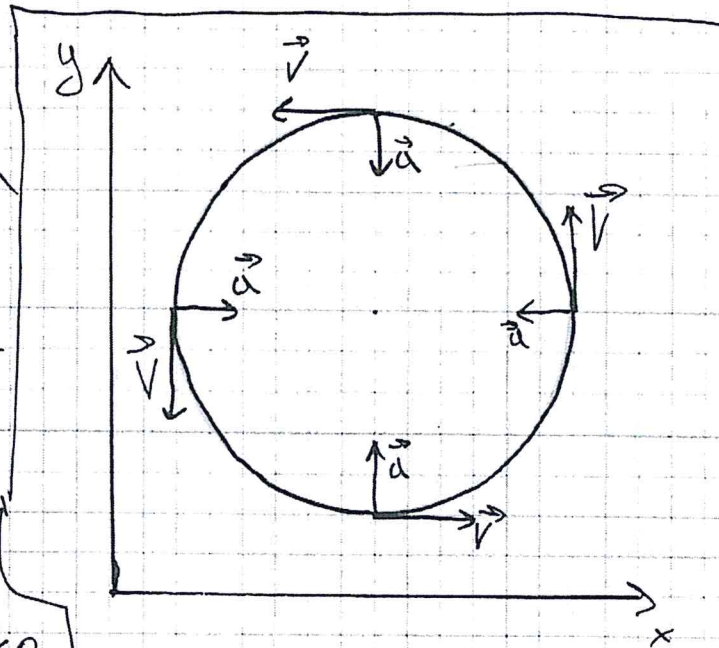
$V_y = 0, V_x = 6 \text{ м/с}$ , а  $a_x = 0, a_y = 3 \text{ м/с}^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow |\vec{V}| = \sqrt{V_y^2 + V_x^2} = 6$   $|\vec{a}| = \sqrt{a_y^2 + a_x^2} = 3$

$\Rightarrow a = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{a} \Rightarrow R = \frac{36}{3} = 12 \text{ м}$

$\Rightarrow L_{\text{окр}} = 2\pi R = 24\pi$  из графиков мы видим

200  $T = 20 \Rightarrow V = \frac{L}{T} = 12\pi \frac{\text{м}}{\text{с}}$



III)

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$h_0 = 13 \text{ м}$$

$$h_1 = 2 \text{ м}$$

$$C = 130 \text{ Дж/кг} \cdot \text{°C}$$

$\Delta t$

$$Q = E_{n1} - E_{n2}$$

$$E_{n1} = mgh_0 = 0,1 \cdot 10 \cdot 13 = 13 \text{ Дж}$$

$$E_{n2} = mgh_1 = 0,1 \cdot 10 \cdot 2 = 2 \text{ Дж}$$

$$Q = 13 - 2 = 11 \text{ Дж}$$

$$Q = cm \Delta t = 0,1 \cdot 130 \cdot \Delta t = 13 \Delta t$$

$$11 \Delta t = 6 \Rightarrow \Delta t = \frac{6}{13} \text{ °C}$$

$$\text{Ответ: } \Delta t = \frac{6}{13} \text{ °C}$$

10.

IV)

Дано:

$$R_1 = 80 \Omega$$

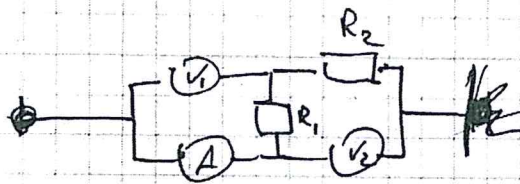
$$R_2 = 10 \Omega$$

$$U_{\text{общ}} = 9 \text{ В}$$

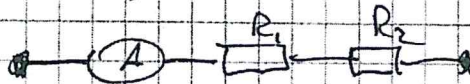
$$U_1$$

$$U_2$$

$$I_1$$

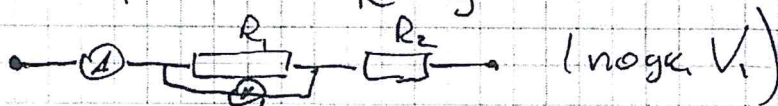


Тк вольтметры и цепи они мы можем считать их за разрыв цепи  $\Rightarrow$

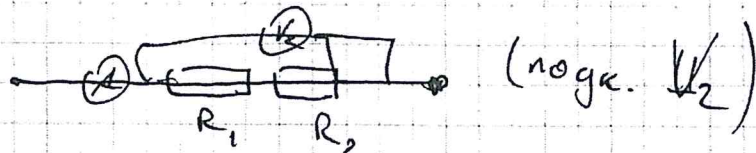


$$\Rightarrow U_{\text{общ}} = 9 \text{ В} \quad R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 = 90 \Omega$$

$$\Rightarrow I_1 = I_{\text{общ}} = \frac{U}{R} = \frac{9}{90} = 0,1 \text{ А}$$



$$\Rightarrow U_1 = I_1 R_1 = 1 \cdot 8 = 8 \text{ В}$$



$$\Rightarrow U_2 = I_1 (R_1 + R_2) = 1 \cdot 4 = 4 \text{ В}$$

10

$$\text{Ответ: } I = 1 \text{ А } U_1 = 8 \text{ В } U_2 = 4 \text{ В}$$

V)

$$C = 100 \text{ Дж/}^\circ\text{C}$$

$$m = 0,3 \text{ кг}$$

$$R = 100 \text{ Ом}$$

$$I = 2 \text{ А}$$

$$\Delta t = 5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_b = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$$

€

$$Q = Pt$$

$$P = I^2 R$$

$$Q_b = c_b m \Delta t \quad Q_k = C \Delta t$$

$C_{\text{общ}} = C + c_b m$  — эквивалентная теплоемкость и тогда нагрев идет

$$Q_{\text{общ}} = Q_b + Q_k \Rightarrow !$$

$$\Rightarrow Q_{\text{общ}} = (c_b m + C) \Delta t$$

$$Q_{\text{общ}} = I^2 R t$$

$$\Rightarrow (4200 \cdot 0,3 + 100) \cdot 5 = 6800 \text{ Дж}$$

$$6800 \text{ Дж} = 2^2 \cdot 100 \cdot t$$

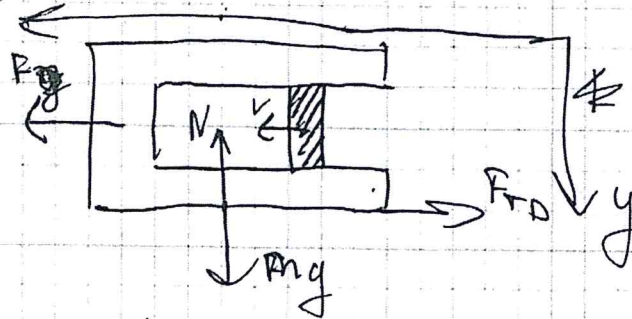
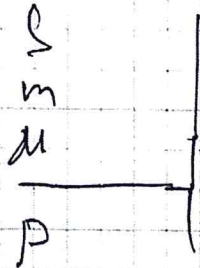
$$t = \frac{6800}{40} = 170 \text{ сек}$$

Ответ: 170 секунды

Ответ: ~~12π~~ ⇒  $\Delta z_{\text{срок}} =$

$V \cdot t_0 = 12\pi \frac{4}{4}$  Ответ:  $12\pi \text{ м}$

II) Дано:



Тело сдвинется с места когда

$F_y \geq F_{\text{тр}} \Rightarrow$  в момент сдвига

$F_y = F_{\text{тр}} \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu N$  тк тело

$F_y = F_{\text{тр}} + F_{\text{mg}} + N$

$F_x = F_y - F_{\text{тр}}$

$F_y = N - mg$

$F_y = 0$  тк тело неподвижно по

оси  $oy \Rightarrow N = mg \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu mg$

$F_y = pS \Rightarrow pS = \mu mg \Rightarrow$

$\Rightarrow p = \frac{\mu mg}{S}$  Ответ:  $p = \frac{\mu mg}{S}$

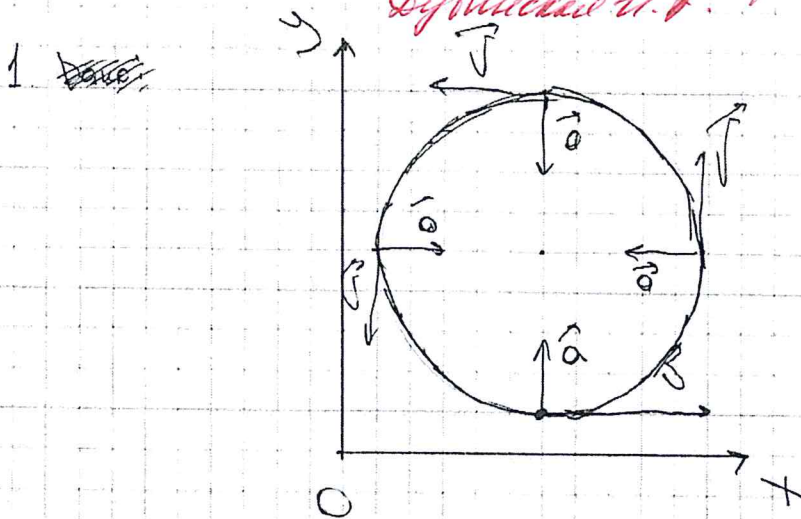
преп. Игорь Николаевич Ш  
уч. Игорь - Тараева Г  
Артёмов И

1	2	3	4	5
9	8	10	10	10

Председатели жюри: Лоскут  
 Шишицкий  
 Марагове И.В.  
 Дудинский И.В.

ШИФР Физ-мех-04

Для отмет  
жюри



По графику можем сказать, что когда  $a_y < 0 \Rightarrow v_x < 0$ ,  
 а когда  $a_y > 0$ , то  $v_x > 0 \Rightarrow a_y = 0, v_x = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow$  тело движется по кругу  $\rightarrow a$  - центростре-  
 мительное,  $v$  - тангенциальное  $\vec{v} = \omega r \vec{e}_\tau, \vec{a} = \omega^2 r \vec{e}_r$   
 Рассмотрим момент времени, когда тело

находится в нижней точке круга:

$$v_y = 0,4/c \Rightarrow v_x = 6,4/c, a_x = 0,4/c^2, a_y = 3,6/c^2$$

$$|\vec{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 6,4/c$$

$$|\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 3,6/c^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{v}{R} \Rightarrow R = \frac{v}{a} = \frac{36}{3} = 12 \text{ м}$$

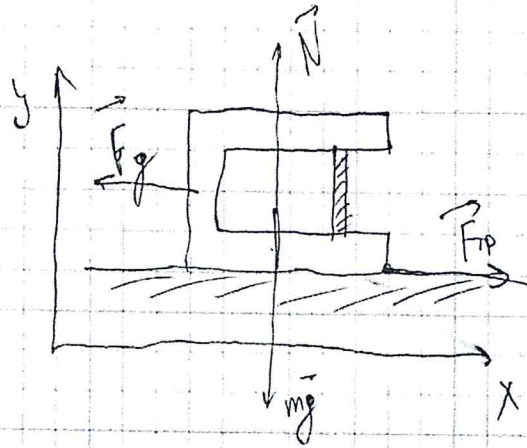
$$L_{\text{путь}} = 2\pi R = 24\pi$$

по графику:  $\cdot T = 2\pi \Rightarrow$  тело за  $2\pi$  проходит  $24\pi$

$$\Rightarrow \text{за } t = 1 \text{ с: } \frac{24\pi}{2} = 12\pi$$

Ответ:  $12\pi$  м

2. Дано:  
 $S, \mu, m$   
 Найти:  
 $P$



$$\vec{F}_g + \vec{F}_{тр} + \vec{N} + \vec{mg} = \vec{0}$$

$$x: F_{gx} - F_{трx} = 0 \quad -2.$$

$$F_{gx} = F_{трx}$$

$$y: N - mg = 0$$

$$N = mg$$

$$F_{трx} = \mu \cdot N = \mu \cdot mg \Rightarrow$$

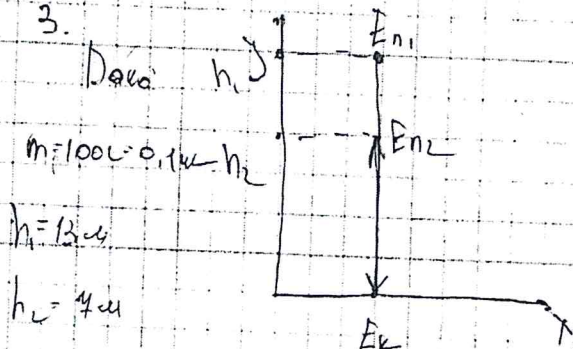
$$\Rightarrow F_{gx} = \mu \cdot mg$$

$$P \cdot S = \mu \cdot m \cdot g$$

$$P = \frac{\mu \cdot m \cdot g}{S}$$

$$\text{Ответ: } P = \frac{\mu \cdot m \cdot g}{S}$$

3.



$m = 100 \text{ e} = 0,1 \text{ кг} \cdot h_2$

$h_1 = 13 \text{ м}$

$h_2 = 4 \text{ м}$

$c = 130 \text{ Дж/кг} \cdot \text{C}$

Контур:



Решение:

$E_{n1} = E_k$

$E_{n2} = E_k - Q$

$E_{n2} = E_{n1} - Q$

$m \cdot g \cdot h_2 = m \cdot g \cdot h_1 - mQ$

$4 \cdot 9,8 \text{ Дж} = 13 \text{ Дж} - Q$

$Q = 6 \text{ Дж}$

$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$

$0,1 \cdot 130 \cdot \Delta t = 6$

$\Delta t = \frac{6}{13}$

Ответ:  $\Delta t = \frac{6}{13}$

4

Дано:

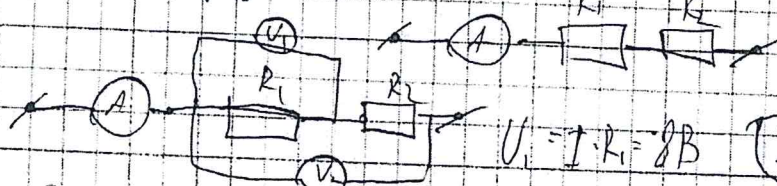
$R_1 = 20 \text{ Ом}$

$R_2 = 10 \text{ Ом}$

$U = 9 \text{ В}$

Контур:

$\Delta \rightarrow V_1, V_2$



Решение:  
переключатель схемы!

т.к. вольтметр идеален  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  считается что за разомкнутыми

$U = 9 \text{ В}$

$R = R_1 + R_2 = 1 + 8 = 9 \text{ Ом}$

$U_1 = I \cdot R_1 = 8 \text{ В}$

$I = \frac{U}{R} = 1 \text{ А}$

Ответ:  $1 \text{ А}, 8 \text{ Ом}, 9 \text{ Ом}, 8 \text{ В}, 9 \text{ В}$   
 $U_2 = I \cdot R = I \cdot (R_1 + R_2) = 1 \cdot 9 = 9 \text{ В}$

5. Дано:

$$C_k = 100 \text{ Дж/}^\circ\text{C}$$

$$m = 0,3 \text{ кг}$$

$$R = 100 \text{ Ом}$$

$$I = 2 \text{ А}$$

$$\Delta t = 5^\circ\text{C}$$

$$C_B = 4200 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$$

Найти:

$$t$$

Решение:

$$Q = P \cdot t$$

$$Q = \cancel{m \cdot c \cdot \Delta t} Q_1 + Q_2$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$Q_1 = C_B \cdot m \cdot \Delta t$$

$$Q_2 = C_k \cdot \Delta t$$

$$Q_1 + Q_2 = \Delta t (C_B \cdot m + C_k)$$

$$Q = P \cdot t$$

$$\Delta t (C_B \cdot m + C_k) = I^2 \cdot R \cdot t$$

$$t = \frac{\Delta t (C_B \cdot m + C_k)}{I^2 R}$$

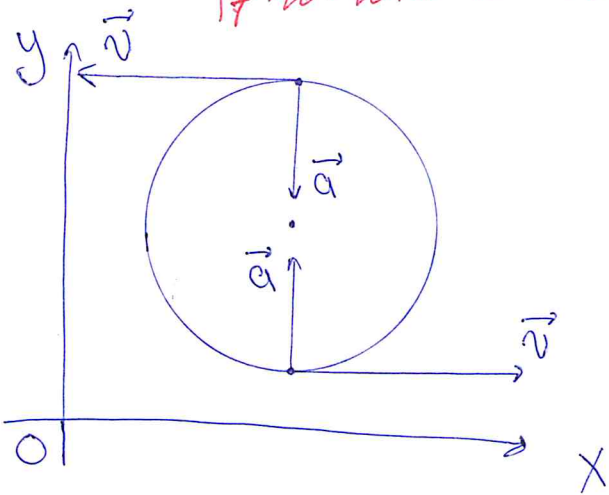
$$t = \frac{5 \cdot (4200 \cdot 0,3 + 100)}{4 \cdot 100} =$$

$$= \frac{5 \cdot 1360}{40} = 170 \text{ с}$$

$$\text{Ответ: } t = 170 \text{ с}$$



1	2	3	4	5	итого
7	10	10	10	10	47



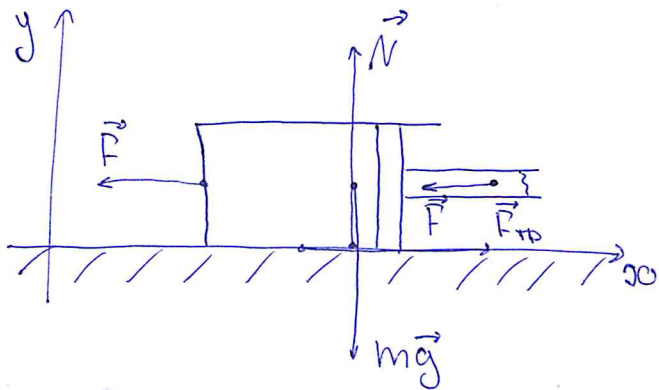
1  
 Движение периодично (т.к. значения проекции  $v_x$  и  $a$  повторяются через каску.  $2c$ ), также  $a$  - единичная нормаль.  $a$ , т.к. тело движется равномерно, т.е.  $a$  не зависит на  $|v| (= \text{const})$ . Следовательно тело движется по окружности.

при этом период движения тела составляет  $2c \Rightarrow$   
 $\Rightarrow L(T) = v \cdot T = 6 \frac{M}{c} \cdot 2c = 12M$  (за  $v$  берем  $|v|$ ). Так как движение равномерно,  $L(\frac{T}{2}) = \frac{L(T)}{2}$  (т.к.  $t_{\text{пол}} = 2c = \frac{2c}{2} = \frac{T}{2}$ ):

$$\Rightarrow L(1c) = \frac{12M}{2} = 6M$$

Ответ:  $6M$

2



1) Сила, с которой воздух давит на сосуд, равна силе, с которой поршень давит на воздух:

$$p = \frac{F}{S} \Rightarrow F = pS$$

2) Запишем 2 3-и Ньютона:

$$mg + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} = \vec{F}$$

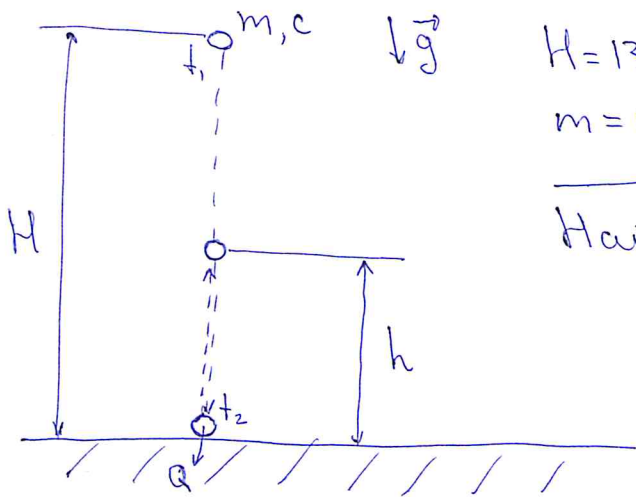
В проекциях на ось:

$$O_x: F_{\text{тр}} - F = 0 \Rightarrow F = F_{\text{тр}} \Rightarrow pS = N\mu \Rightarrow p = \frac{N\mu}{S}$$

$$O_y: N - mg = 0 \Rightarrow N = mg$$

$$\Rightarrow p = \frac{mg \cdot \mu}{S}$$

Ответ:  $p = \frac{mg}{S} \cdot \mu$



$$H = 13 \text{ м}, h = 7 \text{ м}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}, c = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Найти:  $\Delta t$

Запишем закон сохранения энергии для данного процесса:

$$E_{n1} = Q + E_{n2}$$

$$mghH = Q + mgh$$

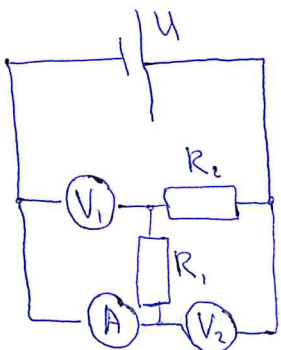
$$Q = mc\Delta t \text{ - кол-во теплоты, отданное шариком}$$

$$\Rightarrow mghH = mc\Delta t + mgh \quad | : m =$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{g(H-h)}{c} = \frac{10 \cdot (13-7)}{130} \approx 0,46^\circ\text{C}$$

Ответ: температура шарика уменьшилась на  $0,46^\circ\text{C}$ .

4



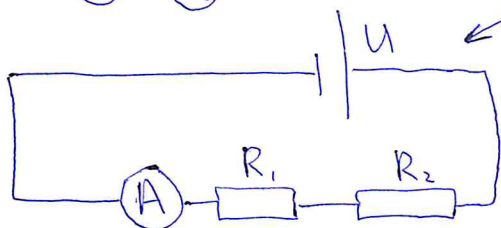
$$U = 9 \text{ В}$$

$$R_1 = 80 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 10 \text{ Ом}$$

1) Найдем показание амперметра.

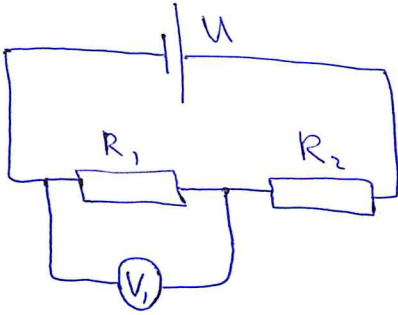
Для этого заменим из цепи вольтметры, заменив их на разрывы цепи (т.к. приборы идеальны). Тогда схема:



Рассчитаем показание амперметра:

$$I_A = \frac{U}{R_{\text{общ}}} = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{9 \text{ В}}{80 \text{ Ом} + 10 \text{ Ом}} = 1 \text{ А}$$

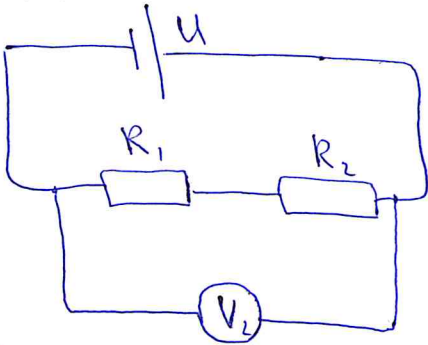
2) Найдём показания вольтметра 1. Для этого исключим из цепи вольтметр 2, заменив его на разрыв цепи, и амперметр, заменив его на перемычку. Тогда получим цепь:



Рассчитаем показания вольтметра:

$$U_{V_1} = I \cdot R_1 = I_{\text{цепи}} \cdot R_1 = 1 \text{ A} \cdot 80 \text{ Ом} = 8 \text{ В} \quad (\text{т.к. в пункте 1 амперметр находится ток во всей цепи, т.к. резисторы подключены последовательно})$$

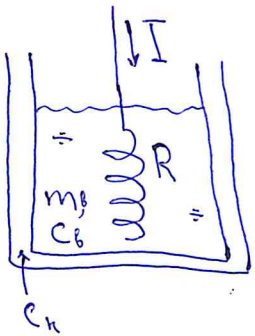
3) Найдём показания вольтметра 2, исключив остальные приборы. Схема:



Рассчитаем показания вольтметра:

$$U_{V_2} = I \cdot R_{\text{общ}} = I \cdot (R_1 + R_2) = 1 \text{ A} \cdot (80 \text{ Ом} + 10 \text{ Ом}) = 9 \text{ В}$$

Ответ:  $I_A = 1 \text{ A}$ ,  $U_{V_1} = 8 \text{ В}$ ,  $U_{V_2} = 9 \text{ В}$ .



$$\begin{aligned} m_b &= 0,3 \text{ кг} \\ c_b &= 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \\ I &= 2 \text{ A}, R = 10 \text{ Ом} \\ c_k &= 100 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}} \\ \tau = ? &\rightarrow \Delta t = 5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

5  
Запишем уравнение теплового баланса:

$$Q_{\text{нагр}} = Q_b + Q_k \quad (\Rightarrow)$$

$$\Rightarrow I^2 R \cdot \tau = m_b \cdot c_b \cdot \Delta t + c_k \cdot \Delta t \Rightarrow \tau = \frac{m_b \cdot c_b \cdot \Delta t + c_k \cdot \Delta t}{I^2 \cdot R}$$

$$= \frac{0,3 \cdot 4200 \cdot 5 + 100 \cdot 5}{2^2 \cdot 10} \approx 170 \text{ с}$$

Ответ: нужно пропускать ток через спираль 170 с.

Физр. метод: Е. Нефедов Е.А.  
Ис. метод: Ф. Караева Т.А.  
Дудинская И.А.