Часть 1

Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21202679**

ID профиля: **849030**

Вариант 6

1.

Дано:

$\cos\alpha = \frac{4}{5}$

$\cos\beta = \frac{12}{13}$

$m_{бр} = 2m$

$m_{ш} = m$

Найти

1) $a_{ш}$?

2) $a_{бр}$? 3) $t_{ш}$=?

Чистовик

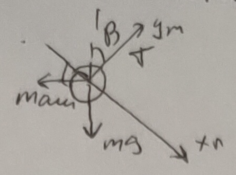


рис 1

Решение

1) Рассмотрим движение шарика, т.к. угол между нитью и вертикалью постоянный то сумма сил действующих на шарик по оси $x_ш$ равно 0 в системе отсчёта. Движется с ускорением $a_{кл}$.

см рис 2

$$x:\ 0 = mg\sin\beta - ma_{кл}\cos\beta$$

$$a_{кл} = g\,tg\,\beta \Rightarrow g\cdot\frac{5/13}{12/13} = \frac{5}{12}g$$

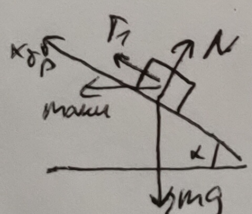
2) По второму зак. Ньютона для шарика в проекции на ось $y_ш$ имеем:

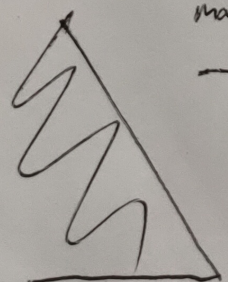
$$-ma_ш = T - ma_{кл}\sin\beta - mg\cos\beta$$

$$T = m(a_{кл}\sin\beta + g\cos\beta - a_ш) = m\left(g\cdot\frac{\sin^2\beta}{\cos\beta} + g\frac{\cos^2\beta}{\cos\beta} - a_ш\right) =$$
$$= m\left(\frac{1}{\cos\beta}\cdot g - a_ш\right)$$

Запишем 2ЗН для бруска в той же системе отсчёта в проекции на ось $x_{бр}$

рис 2





$$2ma_{бр} = T_1 + 2ma_{кл}\cdot\cos\alpha - 2mg\sin\alpha$$

Т.к нить ~~нерастяжимая~~ лёгкая

$$T_1 = T = m\left(\frac{1}{\cos\beta}\cdot g - a_ш\right)$$

Т.к. нить нерастяжимая, то ускорение бруска и шарика $a_{бр} = a_ш$ равны по модулю.

Тогда: $2ma_{бр} = m\left(\frac{1}{\cos\beta}\cdot g - a_{бр}\right) + 2mg\cdot tg\beta\cdot\cos\alpha - 2mg\sin\alpha$

см. след. стр.

1. Чистовик (продолжение первого номера.

$$3ma_{бр} = mg\left(\frac{1}{\cos\beta} + 2tg\beta\cos\alpha - 2\sin\alpha\right)$$

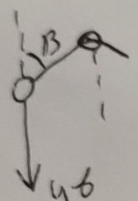
$$a_{бр} = \frac{1}{3}g\left(\frac{13}{12} + 2\cdot\frac{5}{12}\cdot\frac{4}{5} - 2\cdot\frac{3}{5}\right) = \frac{1}{3}g\left(\frac{33}{60}\right) = g\cdot\frac{11}{60}$$

3) Т.к. шарик двигается равноускоренно в этой системе отсчёта, то можно найти ускорение шарика по оси $y_в$

Запишем ур-ие равноуск. движение:

$a_{шy_в} = a_ш\cos\beta = a_б\cos\beta$, тогда =>

$$\Rightarrow t_ш = \sqrt{\frac{2H}{a_{шy_в}}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{11}{60}g\cdot\frac{12}{13}}} = \sqrt{\frac{130H}{11g}}$$



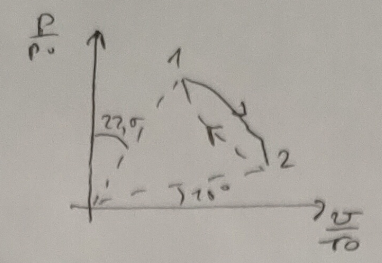
Ответ: 1) $a_ш = \frac{5}{12}g$

2) $a_{бр} = g\cdot\frac{11}{60}$

3) $t_ш = \sqrt{\frac{130H}{11g}}$

3 2.

Чистовик



Дано:

$C_V = \frac{5}{2}R$;

p_0;

V_0;

$\Delta Q \to 0$

$\alpha = 15^\circ$

$\beta = 22,5^\circ$

Найти:

1) $\frac{T_1}{T_2} = ?$

2) $\gamma = ?$

3) $\frac{A_{\text{адиаб}}}{A_{12}}$

Решение

1) Из геометрии графика видно, что

$$\frac{V_1/V_0}{p_1/p_0} = tg\beta;$$

$$\frac{p_2/p_0}{V_2/V_0} = tg\alpha;$$

$$V_2 = r\cos\alpha$$

$$V_1 = r\sin\beta$$

Тогда $\frac{V_1}{V_2} = \frac{\sin\beta}{\cos\alpha}$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{V_1^2/tg\beta}{V_2^2 \cdot tg\alpha} = V_1^2/V_2^2 \cdot 1/tg\beta \cdot tg\alpha =$$

$$= \frac{\sin^2\beta}{\cos^2\alpha} \cdot \frac{\cos\beta \cdot \cos\alpha}{\sin\beta \cdot \sin\alpha} = \frac{\sin\beta\cos\beta}{\sin\alpha\cos\alpha} = \frac{\sin2\beta}{\sin2\alpha} =$$

$$= \frac{\sin45^\circ}{\sin30^\circ} = \frac{\sqrt{2}/2}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2}$$

2) Для адиабаты имеем: $pV^k = const$, где $k = C_p/C_V$

$$\left(1 + \frac{R}{C_V} = 1 + \frac{2}{5} = \frac{7}{5}.\right)$$

Условие касания процесса 1-2 и адиабаты можно записать как равенство производной адиабаты и тангенса угла наклона касательной к окружности.

Таким образом имеем:

$$p = \frac{p_\gamma \cdot V_\gamma^k}{V^k}$$

$$p'_V(V_\gamma) = -k\frac{p_\gamma}{V_\gamma}$$

3 страница

2. Чистовик

продолжение номера 2

Тогда учитывая степень наклона получаем

$$tg\left(\frac{\pi}{2}-\gamma\right) = k \cdot \frac{p_\gamma/p_0}{V_\gamma/V_0}$$

~~Как~~

С другой стороны из геометрии рис

$$ctg\,\gamma = \frac{V_\gamma}{p_\gamma} \cdot \frac{p_0}{V_0}$$

Тогда $ctg\,\gamma = k \cdot \frac{1}{ctg\,\gamma} \Rightarrow$

$$ctg\,\gamma = \sqrt{\frac{7}{5}}$$

3. Для процесса 2–1 имеем

$Q = \Delta U + A_{2-1}$

$c_V = 0.$

4 страницу

21202679 (U849030 M1269342)

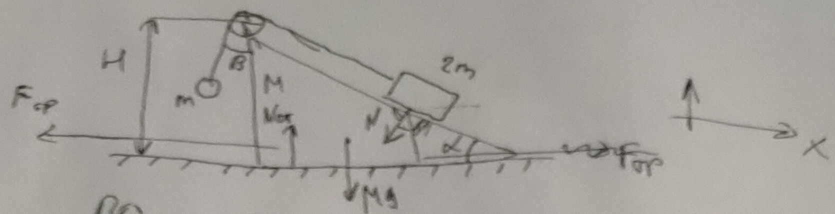
$\cos\alpha = \frac{4}{5}$

$\cos\beta = \frac{12}{13}$

$a = ?$

Черновик

№1



$\begin{array}{r} 25 \\ -16 \\ \hline 9 \end{array}$

По 2 ЗН: для клина

x: $-N\sin\alpha - F_{тр} = Ma$

$$a = \frac{-N\sin\alpha - F_{тр}}{M}$$

y: $N_{ст} - Mg - N\cos\alpha = 0$

$$a = \frac{-N\sin\alpha - \mu N}{M}$$

$$\boxed{\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}}$$

Рассмотрим систему:

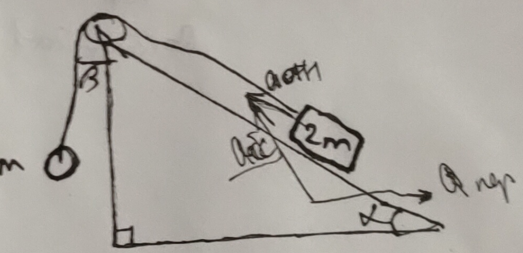
x: $F_{тр} = Ma$

$\mu N_{ст} = Ma$

$N_{ст} = Mg$

$\mu Mg = Mg$

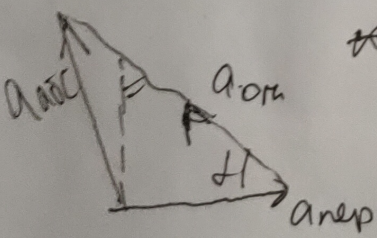
$a = \mu g$



$~~a_{абс}~~ =$ $a = a_{отн} + a_{пер}$

Закон сложения скоростей:

$a = a_{отн} + a_{пер}$



$180 - (180 - \alpha)$

2. Чистовик

продолжение номера 2

Тогда учитывая степень наклона получаем

$$tg\,\frac{\pi}{2}-\gamma = k \cdot \frac{p\gamma/p_0}{V\gamma/V_0}$$

~~вам~~

С другой стороны из геометрии рис

$$ctg\,\gamma = \frac{V\gamma}{p\gamma}\cdot\frac{p_0}{V_0}$$

Тогда $ctg\,\gamma = k\cdot\frac{1}{ctg\,\gamma} \Rightarrow$

$$ctg\,\gamma = \sqrt{\frac{7}{5}}$$

3. ~~Для процесса 2-1 имеем~~

~~$Q = \Delta U + A_{2-1}$~~

~~$c_V = 0.$~~

Ответ:

1) $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{2}$

2) ~~cos~~ $ctg\,\gamma = \sqrt{\frac{7}{5}}$

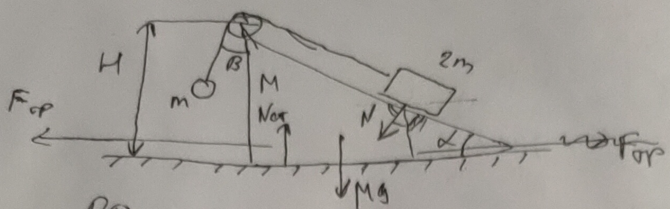
$\cos\alpha \frac{4}{5}$

$\cos\beta = \frac{12}{13}$

$a = ?$

Черновик

№1



$\frac{25}{-16}{9}$

По 2 зн: для клина

x: $-N\sin\alpha - F_{тр} = Ma$

$a = \frac{-N\sin\alpha - F_{тр}}{M}$

y: $N_{ст} - Mg - N\cos\alpha = 0$

$a = \frac{-N\sin\alpha - \mu N}{M}$

$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$

Рассмотрим систему:

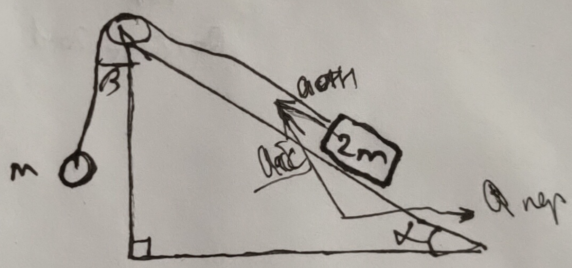
x: $F_{тр} = Ma$

$\mu N_{ст} = Ma$

$N_{ст} = Mg$

$\mu Mg = Ma$

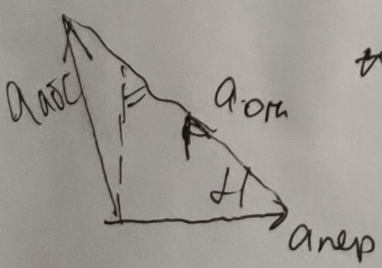
$a = \mu g$



~~$a_{абс}$~~= $a = a_{отн} + a_{пер}$

Закон сложения скоростей:

$a = a_{отн} + a_{пер}$



$180 - (90 - \alpha)$

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21202679**

ID профиля: **849030**

Вариант 6

3. Дано:

$C_1 = C$

$C_2 = 3C$

Найти:

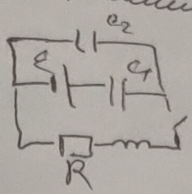
1) ~~[illegible]~~ $v_{I_2} = ?$

2) $Q = ?$

3) $U(I_0) = ?$

Чистовик

Решение



Найдем напряжение на —||— ах до замыкания ключа:

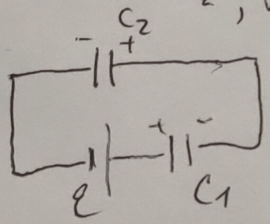
$$\varepsilon = \cancel{\ldots}\ U_{C_1} + U_{C_2} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} \Rightarrow$$

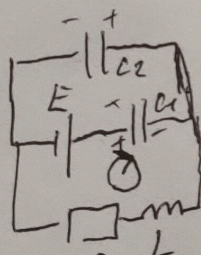
$$\Rightarrow q = \frac{\varepsilon C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

$$U_{C_1} = \frac{\varepsilon C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3}{4}\varepsilon, \text{ тогда } U_{C_2} = \frac{1}{4}\varepsilon$$

Запишем второе правило Киргофа после замыкания ключа, ~~считается~~ считая, что сразу после замыкания ток через катушку не течёт (А значит и через и R)

$$\varepsilon = U_{C_1} + L \cdot v_{I_2}, \text{ тогда } v_{I_2} = \frac{\varepsilon - U_{C_1}}{L} = \frac{1}{4} \cdot \frac{\varepsilon}{L}$$





2) До замыкания ключа в катушках накоплена энергия:

$$W_{до} = \frac{C_1 \cdot U_{C_1}^2}{2} + \frac{C_2 \cdot U_{C_2}^2}{2} = \frac{C \cdot \frac{9}{16}\varepsilon^2}{2} + \frac{3C \cdot \frac{1}{16}\varepsilon^2}{2} = \frac{3}{8} C \varepsilon^2$$

Через большое время после замыкания тока через катушку и резистор будут равны 0. Емкость C_2 полностью разряжена. А для ~~C~~ C_1 можно записать:

$\varepsilon = U_{C_1 после}$, тогда энергия этого конденсатора будет равна: $W_{после} =$

$$= \frac{C_1 \cdot \varepsilon^2}{2} = \frac{C_2 \cdot \varepsilon^2}{2}$$ см след стр.

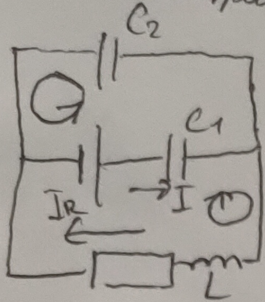
1 страница

1. Продолжение номера 1 Чистовик

Искомое кол-во теплоты в этом случае

$Q = +W_{после} - W_{до} = +\frac{3}{8}C\mathcal{E}^2 - \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{8}C\mathcal{E}^2$

3) Рассмотрим след. состояние цепи:



Запишем второе ~~правило~~ правило Кирхгофа, запишем первое правило Кирхгофа

$$\begin{cases} \mathcal{E} - L \cdot v_{I_R} = U_{C_1} + I_R \cdot R \ (1) \\ \mathcal{E} = U_{C_1} - U_{C_2} = \frac{q_{C_1}}{C_1} - \frac{q_{C_2}}{C_2} \ (2) \\ I_{C_1} = I_{C_2} + I_R \ (3) \end{cases}$$

~~Р...~~ Продифференц. ур-ие 2 по времени

$$0 = \frac{I_{C_1}}{C_1} - \frac{I_{C_2}}{C_2}$$

$I_{C_2} + \frac{C_2}{C_1} \cdot I_{C_1} = 3I_0$, тогда из (3) =>

=> что $I_R = I_{C_1} - I_{C_2} = I_0 - 3I_0 = -2I_0$ (отриц. знак означает неверное направление на рисунке)

То есть искомое напряжение на резисторе:

$U_R = 2I_0R$

Ответ: 1) $\frac{1}{4}\frac{\mathcal{E}}{L}$

2) $\frac{1}{8}C\mathcal{E}^2$

3) $2I_0R$

Чистовик

4.

Дано:

d, $b = \frac{1}{4}d$

v_0, R, B

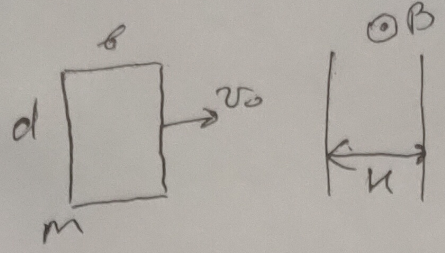
$H = 2d$

Найти:

1) $a_{вх} = ?$

2) $v_{1_{верт}} = ?$

3) $v_{2_{верт}} = ?$



Решение

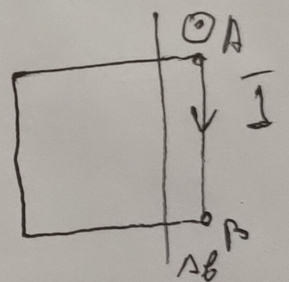
1) Посчитаем изменение потока магнитного поля при входе рамки в поле:

$\Delta\Phi = B \cdot d \cdot \Delta d$, тогда величина ЭДС в рамке:

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = B \cdot d \cdot \frac{\Delta d}{\Delta t} = B \cdot d \cdot v_0$$

Данное ЭДС формирует ток в рамке, равный:

$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{B \cdot d \cdot v_0}{R}$. Направление тока определяем согласно правилу Ленца, чтобы порождаемое магнитное поле током уменьш. рост потока магнитного поля.



Тогда согласно закону Ампера,

Сила действующая на участок рамки AB:

$$F = B \cdot d \cdot I = \frac{(B \cdot d)^2 \cdot v_0}{R} = const$$

По второму зак. Ньютона:

$$Ma_{вх} = \frac{(Bd)^2 \cdot v_0}{R} \Rightarrow a_{вх} = \frac{(Bd)^2 \cdot v_0}{R \cdot m}$$

2) Воспользуемся ~~а вх~~ формулой авх из прошлого пункта

Рассмотрим движение рамки пока она заезжает в магнитное поле: по оси x:

$$Ma = \frac{(Bd)^2}{R} \cdot v \Rightarrow a = \frac{(B \cdot d)^2}{Rm} \cdot v \Rightarrow \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(B \cdot d)^2}{R \cdot m} \cdot v \Rightarrow$$

$$\Delta v = \frac{(B \cdot d)^2}{R \cdot m} \cdot v\Delta t$$

Просуммируем (проинтегрируем)

$$\underbrace{\cancel{\Delta v(v_к - v_0)}}_{-v_к + v_0} = \frac{(B \cdot d)^2}{Rm} \cdot b$$

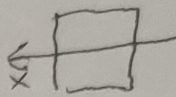
$$v_к = v_0 - \frac{(B \cdot d)^2}{Rm} b$$

③ страницы

Чистовик

Когда рамка въедет полностью в область магнитного поля изменение магнитного поля станет равно 0 => исчезнет сила Ампера, действующая на рамку, что найденная нами скорость ~~оставляя~~ является искомой.

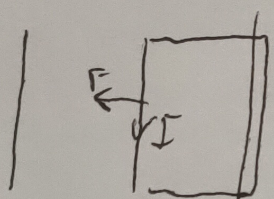
$$v_1 = v_k = v_0 - \frac{(Bd)^2}{Rm}\cdot Bd = v_0 - \frac{1}{4}\cdot\frac{B^2d^3}{Rm}$$



3) При выходе из области магнитного поля задача аналогична предыдущему пункту. За исключением того, что нач. скорость равна v_1:

$$v_2 = v_1 - \frac{(Bd)^2}{Rm}\cdot b = v_0 - 2\cdot\frac{(Bd)^2}{Rm}\cdot\frac{1}{4}d$$

$$v_2 = v_0 - \frac{1}{2}\cdot\frac{(Bd)^2}{Rm}\cdot d$$



Ответ: 1) $a_{вх} = \frac{(Bd)^2\cdot v_0}{Rm}$

2) $v_1 = v_0 - \frac{1}{4}\frac{B^2d^3}{Rm}$

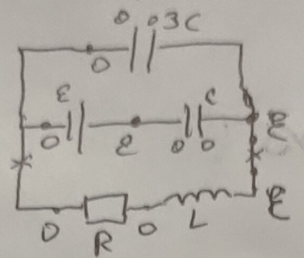
3) $v_0 - \frac{1}{2}\cdot\frac{(Bd)^2}{Rm}\cdot d$

$C_1 = C$
$C_2 = 3C$
1) $I' = ?$
2) $Q = ?$
3) $U(I_0)$

№3

1) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа. Напряжение на конденсаторах скачком не изменится. Ток через катушку скачком не изменится.

$I(0) = 0$; $U(0) = 0$;



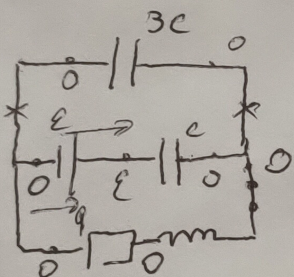
метод потенц.

$U = LI'$

$U = L\frac{I}{\Delta t}$

$I' = \frac{L}{U}, = \frac{L}{\mathcal{E}}$

2) Рассмотрим цепь в уст. режиме при замкнутом ключе. Ток через конденсатор не течёт. Напряжение на ~~~ = 0



метод потенц.

$U_{3C}(t_{уст}) = 0$

$U_C(t_{уст}) = \mathcal{E}$

$W_L = \frac{LI^2}{2}$

Тока нет в цепи.

ЗСЭ:

$A_б = \Delta W + Q$

был 0
стал $\mathcal{E}$

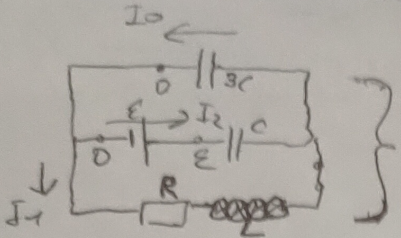
$q^* = C\mathcal{E}$

$A_б = +C\mathcal{E}^2$

$C\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + Q$

$$Q = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$

3) Рассмотрим день когда через $-\|^{C_2}-$ тек ток I_0



метод потенц

$U = I \cdot R$

w5

Продифф УР- и С2 по времени