Часть 1

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

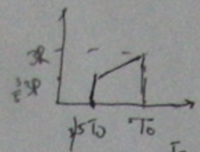
Шифр: **21200551**

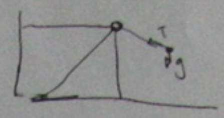
ID профиля: **331255**

Вариант 3

Черновик

$Q =$



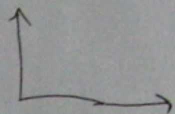


$C\,3R\frac{T}{T_0}$

$$Q = C\nu\Delta T = \nu C\Delta T = \nu\int_{\frac{3}{5}T_0}^{T_0} 3R\frac{T}{T_0}\,dT = \nu\cdot\frac{2}{5}T_0\cdot\frac{\left(3R+\frac{9}{5}R\right)}{2} =$$

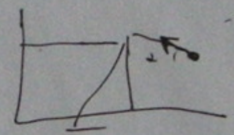
$$= \frac{\nu T_0}{\tau}\cdot\frac{24}{5}R = \frac{24}{25}\nu T_0 R$$

$A = Q - \Delta U$ Надо писать!



$A =$

З-н Ньютона на Oy:



$mg =$

Чистовик

$A(T_к) = \frac{3}{2}\frac{\nu R}{T_0} T_к^2 - \frac{3\nu R}{2} T_к$ – это парабола ветви вверх и её ~~максимальное~~ минимальное значение достигается в вершине $T_{кв} = \frac{-b}{2a} = \frac{\frac{3\nu R}{2}}{2\cdot\frac{3\nu R}{2T_0}} = \frac{T_0}{2}$, т.е. при $\frac{T_0}{2}$

3) Работа при $T_к = T_0/2$ равна $A(T_0/2) = \frac{3}{2}\frac{\nu R}{T_0}\cdot\frac{T_0^2}{4} - \frac{3\nu R}{2}\cdot\frac{T_0}{2} = \frac{3\nu R}{2}\left(\frac{T_0^2}{4T_0} - \frac{T_0}{2}\right) = \frac{3\nu R}{2}\cdot\left(-\frac{T_0}{4}\right) = -\frac{3\nu R T_0}{8}$

т.е. $A = \frac{-3\nu R T_0}{8}$ – минимальная работа совершённая газом

Ответ:

1) $Q_1 = \frac{24}{25}\nu R T_0$

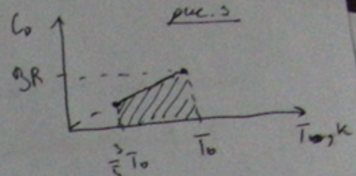
2) $T_к = \frac{T_0}{2}$

3) $A = \frac{-3\nu R T_0}{8}$

Чистовик.

№2

1) Т.к. $\Delta Q = C_\nu \nu \Delta T$, где ΔQ - теплота полученная газом за $\Delta t \to 0$



То если проинтегрировать уравнение от момента когда температура была равна T_0 до момента когда $\frac{3}{5}T_0$ получим

$$-Q_1 = \nu \cdot \int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} C_\nu(T)\cdot \Delta T$$

Используя то, что $C(T) = 3R\frac{T}{T_0}$, то тогда $-\int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} C_\nu(T)\Delta T$ будет равно площади трапеции (см рис 3)

т.е.
$$-\int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} C_\nu(T)\Delta T = \frac{3R + 3R\cdot\frac{3}{5}}{2}\cdot\left(T_0-\frac{3}{5}T_0\right) = \frac{3R\cdot T_0\cdot\left(\frac{5+3}{5}\right)}{2}\left(\frac{5}{5}-\frac{3}{5}\right) =$$
$$= RT_0\frac{3\cdot 8\cdot 2}{25\cdot 2} = \frac{24}{25}RT_0,$$ тогда:

$$-Q_1 = \nu\cdot\left(-\frac{24}{25}RT_0\right)$$ т.е. $Q_1 = \frac{24}{25}RT_0\nu$

2) По второму з-ну термодинамики $Q = \Delta U + A$, тогда
$$A = Q - \Delta U = \nu\int_{T_0}^{T_k} C_\nu(T)\Delta T - \frac{3}{2}\nu R(T_k - T_0),$$
где T_k - конечная температура, до которой будем охлаждать газ. Используя линейность $C_\nu(T)$ найдем интеграл
$$\int_{T_0}^{T_k} C_\nu(T)\Delta T = -\frac{3R+3R\frac{T_k}{T_0}}{2}\cdot(T_0 - T_k) =$$
$$= \frac{3R}{2}\left(\frac{T_0+T_k}{T_0}\right)\cdot(T_k-T_0),$$ т.е.
$$A(T_k) = \nu\cdot\frac{3R}{2}\frac{T_k^2-T_0^2}{T_0} - \frac{3}{2}\nu R(T_k-T_0) = \frac{3}{2}\nu R\cdot\left(\frac{T_k^2-T_0^2}{T_0} - T_k + T_0\right) = \left(\frac{T_k^2-T_0^2-T_kT_0+T_0^2}{T_0}\right)\cdot\frac{3}{2}\nu R = \frac{3}{2}\frac{\nu R}{T_0}\cdot T_k(T_k-T_0) =$$
$$= \frac{3\nu RT_k(T_k-T_0)}{2T_0} = \frac{3}{2}\frac{\nu R}{T_0}T_k^2 - \frac{3}{2}\frac{\nu R}{T_0}\cdot T_0\cdot T_k$$

см. лист 5

$\frac{h-H}{\sin\alpha}$, т.о. нить удлинилась на $\Delta l = \frac{h}{\sin\alpha} - \frac{h-H}{\sin\alpha} = \frac{H}{\sin\alpha}$

Т.е. на Δl изменилась длина нити от C до A. Считая движение клина равноускоренным с ускорением $a_к$ и начальной скоростью 0, то он пройдет Δl за время τ:

$$\Delta l = \frac{a_к \tau^2}{2} \Rightarrow \tau^2 = \frac{2\Delta l}{a_к} \Rightarrow \tau = \sqrt{\frac{2\Delta l}{a_к}}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{H}{\sin\alpha}}{\frac{13}{12} g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{H}{\frac{12}{13}}}{\frac{13}{12} g}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{12}{13} \cdot \frac{13}{12} g}} = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

Ответ: 1) синус угла β между $a_к$ и горизонтом $\sin\beta = 0$

2) $a_к = \frac{13}{12} g$

3) $\frac{M}{m} = \frac{8}{13}$

4) $\tau = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

Чистовик

Решая систему из (1)-(2) получу:

$$\begin{cases} T\sin\alpha = mg \\ T\cos\alpha = ma_б \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T = \dfrac{mg}{\sin\alpha} \\ \dfrac{mg}{\sin\alpha}\cdot\cos\alpha = ma_б \end{cases} \Rightarrow a_б = \frac{g\cos\alpha}{\sin\alpha}$$

Так. как $\cos\alpha = \frac{5}{13}$, а угол α - острый то $\sin\alpha > 0$ и $\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \frac{12}{13}$, тогда $a_б = \dfrac{g\cdot\frac{5}{13}}{\frac{12}{13}} = \frac{5}{12}g$

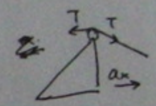
Теперь используя кинематическую связь найду ~~...~~ ускорение ~~...~~ клина.

$0 = a_a + \dfrac{a_б}{\cos\alpha}$, т.к. в проекции на ось Ox $a_{ax} = -a_a$, то

$|\bar{a}_a| = \dfrac{a_б}{\cos\alpha} = \dfrac{\frac{5}{12}g}{\frac{5}{13}} = \frac{13}{12}g$, направлено вдоль оси Ox влево.

~~3) по второму~~

2) 3) По второму З-ну Ньютона в проекции на ось Ox для клина:



3) $Ma_{ax} = -T + T(\cos\alpha)$, где

M - масса клина, тогда $M = \dfrac{T(\cos\alpha - 1)}{a_{ax}} = \dfrac{T(\cos\alpha-1)}{-a_a} = \dfrac{T(1-\cos\alpha)}{a_a}$ (3)

А из (1): $m = \dfrac{T\cos\alpha}{a_б}$, тогда

$$\frac{M}{m} = \frac{T(1-\cos\alpha)a_б}{a_a\,T\cos\alpha} = \frac{\left(1-\frac{5}{13}\right)\frac{5}{12}g}{\frac{13}{12}g\cdot\frac{5}{13}} = \frac{\frac{8}{13}\cdot\frac{5}{12}}{\frac{13}{12}\cdot\frac{5}{13}} = \frac{8\cdot5\cdot12\cdot13}{13\cdot12\cdot13\cdot5} = \frac{8}{13}$$

4) Пусть высота клина равна h, тогда в момент когда шар коснулся земли длина нити от блока A до шара равна ~~$\frac{h}{\cos\alpha}$~~ $\dfrac{h}{\sin\alpha}$, а в начальный момент:

продолжение см. на лист. 3

Чистовик.

Вариант 11-03

№1

1) Т.к. по условию, система движется а угол наклона не меняется, то выпишу кинематическую связь для веревки:

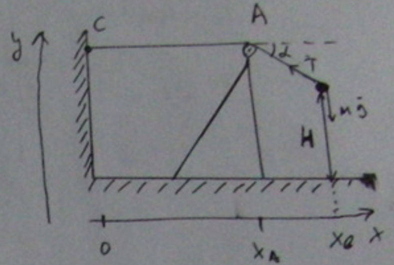


рис. 1

Пусть вся длина веревки L, расстояние от C до ~~блок~~ точки крепления блока x_a, а ~~про~~ $x_в$ — проекция на горизонтальную ось Ox (см. рис. 1) длины веревки от блока до шара.

$$L = x_a + x_в/\cos\alpha$$

Продифференцировав дважды уравнение получу связь ускорений:

$$0 = a_a + \frac{a_{ш}}{\cos\alpha}$$, где a_a — ускорение блока, $a_{ш}$ — ускорение шара ~~направленного~~

Т.к. a_a — направлено вдоль оси Ox, то $a_в$ тоже направлено вдоль оси Ox, значит угол β между ускорением шара и горизонтом равен нулю, т.е. $\sin\beta = 0$

2) Чтобы найти $a_в$ выпишу II зк-н Ньютона для шара. Пусть маса его равна m. На него действуют две силы T и mg.

$$m\bar{a}_в = m\bar{g} + \bar{T}$$

А в проекциях:

на ось Ox:

$$-ma_в = -T\cos\alpha \quad (1)$$

считаю что $a_в$ направлено влево

на ось Oy (см. рис 1):

$$0 = T\sin\alpha - mg \quad (2)$$

Продолжение решения на лист (2).

Часть 2

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

Шифр: **21200551**

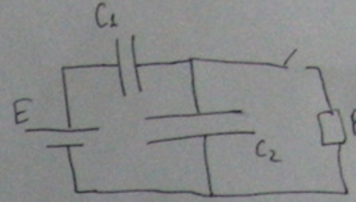
ID профиля: **331255**

Вариант 3

Чистовик

Вариант 11-03

№3



1) Рассмотрим цепь за момент до замыкание ключа.

Т.к. в начале конденсаторы были не заряжены и потом установился режим то:

По 2-му правилу Кирхгофа $U_2 + U_1 = E$ (где U_2 - напряжение на C_2, а U_1 - напряжения на C_1)

Т.к. C_1 и C_2 соединены последовательно, то по зк-ну сохранения зарядов $C_1U_1 = C_2U_2$

А т.к. $C_1 = 4C$, а $C_2 = C$, то $4U_1 = U_2$, тогда

$5U_1 = E \Rightarrow U_1 = \frac{E}{5}$ $U_2 = \frac{4E}{5}$

Т.к. для конденсатора верно: $I = (UC)'$, то сразу после замыкания ключа ~~тока~~ напряжение на конденсаторах не поменяются. А по зк-ну Ома для резистора $I_R = \frac{U_R}{R}$, а т.к. C_2 и R соединены последовательно то $U_2 = U_R$, тогда $I_R = \frac{U_2}{R} = \frac{4E}{5R}$

2) После замыкания ключа через продолжительное время C_2 разрядится, а напряжение на C_1 станет E

Тогда $\Delta W_{C_1} = \frac{E^2 4C}{2} - \frac{E^2 \cdot 4C}{25 \cdot 2}$; $\Delta W_{C_2} = -\frac{16E^2C}{25 \cdot 2}$

Теперь найду работу источника. Она равна $A_и = E\Delta q$, где Δq - перемещенный заряд:

Обозначу $q = CU_1$ - заряд положительно заряженной обкладки ($q > 0$), тогда до размыкания ключа заряд на обкладках C_1 равен $4q$ и $-4q$, а на C_2: $4q$ и $-4q$,

В установившемся режиме после замыкания ключа заряд на C_1 равен $4C \cdot 5U_1 = 20q$ и $-20q$

продолжение на листе 2.

1

Т.е. источник перенес заряд ~~...~~ Δq

$\Delta q = -20q + 4q = -16\,q = -16\,U_1 C$ $\boxed{\text{Чистовик}}$

Тогда $A = -(16\,U_1 C)E = \frac{16}{5}\mathcal{E}^2 C$

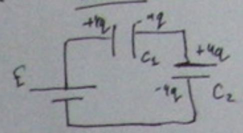
По зк-ну сохранения энергии:

$$Q_R + A = \Delta W_{C1} + \Delta W_{C2}\text{ , где}$$

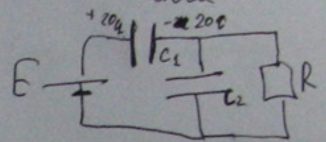
Q_R – количество теплоты выделившейся на резисторе.

равны:

До замыкания ключа:



После замыкания ключа



$$Q_R = \Delta W_{C1} + \Delta W_{C2} - A =$$

$$= \frac{4\mathcal{E}^2 C}{2} - \frac{4}{50}\mathcal{E}^2 C - \frac{16}{50}\mathcal{E}^2 C + \frac{16}{5}\mathcal{E}^2 C =$$

$$= \frac{\mathcal{E}^2 C(100 - 4 - 16 + 160)}{50} = \frac{\mathcal{E}^2 C}{50}(260 - 20) = \frac{24}{5}\mathcal{E}^2 C$$

3) Т.к. ток через ~~...~~ C_1 равен I_0, то тогда скорость изменения напряжения на резисторе равна $U' = \frac{I_0}{C}$ По правилу Кирхгофа $U_{C1} + U_{R0} = \mathcal{E}$, а так же

$$I_0 = \frac{U_{R0}}{R} + I_{C2}\text{, где } I_{C2} \text{ – ток через резистор } C_2$$

Ответ: 1) $\frac{4\mathcal{E}}{5R}$

2) $\frac{24}{5}\mathcal{E}^2 C$

Чистовик.

№5

1) Т.к. аккомодировать — настроить глаз на рассматривание предметов на некотором расстоянии, то тогда изображение картины должно находится на расстоянии $a=24$ см от глаза.

Пусть f — расстояние от изображения картины до линзы.

По з-ну тонкой линзы:

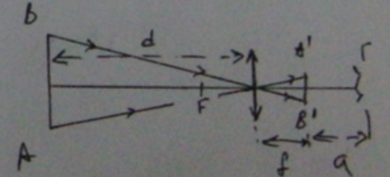
$$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$$, где F — фокусное расстояние линзы $F=16$ см, d — расстояние от картины до линзы, то

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{F}-\frac{1}{d}=\frac{1}{18}-\frac{1}{72}=\frac{4-1}{72}=\frac{3}{72}=\frac{1}{6\cdot 4}=\frac{1}{24} \Rightarrow f=24\text{см}$$

тогда глаз должен находится на расстоянии x от линзы, равном $x=a+f=24+24=48$ см

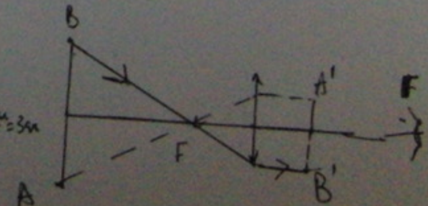
2) Т.к. $f=24$см $d=72$ см, то $\Gamma=\frac{f}{d}=\frac{1}{3}$

рис.1



Чтобы ~~глаз~~ глаз увидел полное ~~изобра~~ изображения картины необходимо чтобы луч идущий из B в глаз прошел через линзу. Ход этого луча показан на рис.2.

рис.2.



Это луч проходящий через передний фокус линзы, и тогда из рисунка 2 видно, что $D_м=\frac{1}{2}A'B'=\frac{1}{2}AB\cdot\Gamma=H\cdot\Gamma=\frac{1}{3}H=\frac{9м}{3}=3м$

~~3)~~ 3) надо расположить экран там, где все лучи от картины собираются в одной точке

Ответ: 1) 48 см

2) 3 см

3

Чистовик

...импульса (зак.) для системы ABCD:

$(m+2m)u \Rightarrow u = \frac{2V_0}{3}$

...й момент расстояние между перемычка-

...тогда из-за ~~того~~ того что стало происходить

...ого потока, то в контуре пошел ток,

...ие $\Phi' = 0$ т.е. изменение ~~того~~ магнитного

...расстояние между перемычками стало

$= \frac{\cancel{B} B^2 L^2 V_0}{8Rm}$

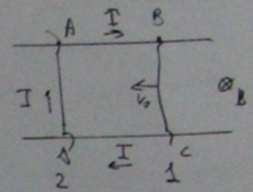
$= \frac{2V_0}{3}$

5

Чистовик.

№4

1) Изменение магнитного потока за счет движения перемычки 1 скоростью V_0 создаст в контуре ABCD (см. рис) ε само-индукции.



Найду ε самоиндукции:

$\Phi' = B \cdot S' = -B \cdot V_0 L$, тогда

$\varepsilon = -\Phi' = BV_0L$.

По правилу левой руки определяю, что ток течет по часовой стрелке (см. рис.).

Ток I по з-ну Ома равен $I = \frac{\varepsilon}{R+3R} = \frac{\varepsilon}{4R}$

Т.к. по перемычке 1 течет ток, то на неё действует сила Ампера равная $F_A = B \cdot \frac{\varepsilon}{4R} \cdot L$

По II-му з-ну Ньютона для перемычки 1:

$2ma = F_A$, где a – ускорение перемычки 1, откуда

$$a = \frac{B(\varepsilon/4R)L}{2m} = \frac{B\varepsilon L}{8Rm} = \frac{BBV_0LL}{8Rm} = \frac{B^2L^2V_0}{8Rm}$$

2) Т.к. на вторую перемычку, по правилу левой руки действует сила F_A направленная влево, а на перемычку 1 вправо, то через большой промежуток времени перемычка 2 будет двигаться влево и перемычка 1 остановиться.

~~По з-ну сохр. импульса для системы ABCD:~~

~~$2mV_0 = mu$, где u – скорость перемычки 2~~

~~$u = 2V_0$~~

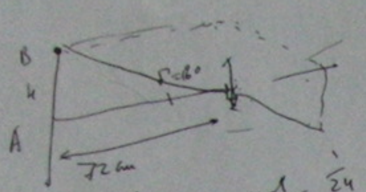
3) А затем будут двигаться ~~...~~ влево с величиной скорость пока Φ' не станет равным нулю, т.е. с равной скоростью ~~...~~ с перемычкой 2. (Т.к. если ~~...~~ $\Phi' > 0$ по времени промежуток мало)

Пусть u – скорость перемычки 2 через продолжительное время.

4

продолжение см. на лист 5

Черновик



$\frac{1}{72} + \frac{1}{f} = \frac{1}{18}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{18} - \frac{1}{72} = \frac{4-1}{6\cdot 3\cdot 4} = \frac{1}{24}$

$6\cdot 6\cdot 2$

$6\cdot 3\cdot 4$

$= BIl$

Чистовик

По з-ну сохр. импульса для системы ABCD:

$$2mV_0 = (m+2m)u \Rightarrow u = \frac{2V_0}{3}$$

3) Т.к. в начальный момент расстояние между перемычками было S_0, то тогда из-за того что стало происходить изменение магнитного потока, то в контуре пошел ток, но в уст. режиме $\Phi' = 0$ т.е. изменения магнитного потока нету, а расстояние между перемычками стало снова S_0

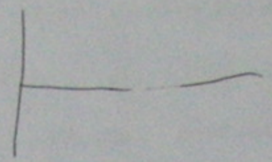
Ответ:

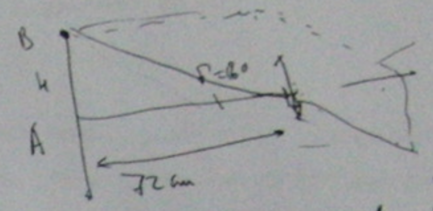
1) $a = \frac{B^2L^2V_0}{8Rm}$

2) $u = \frac{2V_0}{3}$

3) S_0

Черновик





$$\frac{1}{72} + \frac{1}{f} = \frac{1}{18}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{18} - \frac{1}{72} = \frac{4-1}{18\cdot 4} = \frac{1}{24}$$

$6\cdot 6\cdot 2$

$6\cdot 3\cdot 4$

№4

$F_л = qvB\sin\alpha \qquad F_A = BIl$