Часть 1

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

Шифр: **21202254**

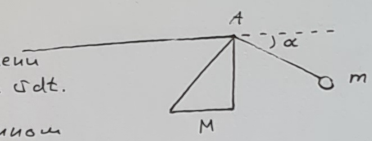
ID профиля: **66448**

Вариант 1

ЧЕРНОВИК

Задача 1.

1) Пусть в некоторый момент скорость клина была равна v. Тогда, за малый промежуток времени dt клин приблизится к стене на $v\,dt$.

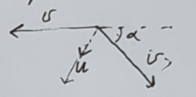


Значит, длина веревки между клином и стеной уменьшится на эту величину, а между клином и шаром – на эту же величину увеличится.

В системе отсчета, связаной с клином, шар движется по прямой, наклоненной на угол α. Раз за время dt расстояние между т. A и шариком выросло на $v\,dt$, то скорость грузика в этой С.О. равна v и направлена под углом α к горизонту.

Тогда, в системе отсчета, связаной с землей, скорость грузика $\vec{v}_m$ вычисляется по формуле $\vec{v}_m = \vec{v}_M + \vec{v}_m^{(M)}$, где v_M – скорость клина, $v_m^{(M)}$ – скорость грузика в С.О. клина.

Это просто 2 вектора, $= v$ по модулю, один из которых направлен параллельно земле, а другой – под углом α:



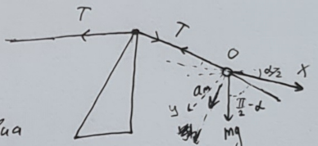
В таком случае, модуль их суммы $\vec{u}$ равен $2v\sin\frac{\alpha}{2}$, и направлен он под углом $\frac{\pi}{2}-\frac{\alpha}{2}$ к горизонту.

Раз направление вектора скорости неизменно, то и направление ускорения тоже неизменно, а значит оно направлено к горизонту под углом $\frac{\pi}{2}-\frac{\alpha}{2}$.

Тангенс этого угла равен $tg\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\alpha}{2}\right) = ctg\left(\frac{\alpha}{2}\right)$.

$\cos\left(2\cdot\frac{\alpha}{2}\right) = 2\cdot\cos^2\frac{\alpha}{2} - 1 \Leftrightarrow 2\cos^2\frac{\alpha}{2} - 1 = \cos\alpha = \frac{3}{5} \Leftrightarrow 2\cos^2\frac{\alpha}{2} = \frac{8}{5} \Leftrightarrow \cos^2\frac{\alpha}{2} = \frac{8}{10} = \frac{4}{5} \Rightarrow$

$\Rightarrow \sin^2\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{5} \Rightarrow ctg^2\frac{\alpha}{2} = 4 \Rightarrow ctg\frac{\alpha}{2} = 2$. Значит, тангенс угла наклона ускорения равен 2.



2). Проведем ось OX под углом $\frac{\alpha}{2}$ к горизонту и рассмотрим проекцию II З. Ньютона для шарика на эту ось: проекция ускорения равна 0, проекция силы натяжения нити $\vec{T}$ равна $-T\cdot\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$, проекция $\vec{mg}$ равна $mg\cdot\cos\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\alpha}{2}\right) = mg\cdot\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$.

По II З. Ньютона, $-T\cos\frac{\alpha}{2} + mg\sin\frac{\alpha}{2} = 0 \Leftrightarrow T = mg\cdot tg\frac{\alpha}{2} = \frac{mg}{ctg\frac{\alpha}{2}} = \frac{mg}{2}$.

Теперь запишем проекцию II З. Ньютона на $\vec{OY}$, $\perp$ нити. Проекция $\vec{T}$ равна 0. Проекция ускорения $\vec{a}$ равна $a\cdot\cos\frac{\alpha}{2}$, проекция $\vec{mg}$ равна $mg\cdot\cos\alpha$. По II З. Ньютона, $ma\cos\frac{\alpha}{2} = mg\cos\alpha \Rightarrow a = \frac{g\cdot\cos\alpha}{\cos\frac{\alpha}{2}}$. Как следует из п. 1), скорость шарика и выражется через скорость клина таким образом: $u = 2v\sin\frac{\alpha}{2}$. ~~Поэтому~~ Если это продифференцировать, получим $a_m = 2a_M\sin\frac{\alpha}{2}$, где a_m и a_M – ускорения шарика и клина.

$\sin^2\alpha = 1-\cos^2\alpha = \frac{16}{25} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{4}{5}$.

Значит, $a_M = \frac{a_m}{2\cdot\sin\frac{\alpha}{2}} = \frac{g\cdot\cos\alpha}{2\cdot\sin\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\alpha}{2}} = g\cdot\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = g\cdot ctg\,\alpha$.

Откуда $ctg\,\alpha = \frac{3}{4}$, и $a_M = \frac{3}{4}g$.

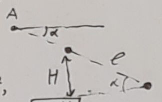
3). Как мы выяснили, $a_M = \frac{3}{4}g$. Если спроецировать II З. Ньютона на прямую, ‖ горизонту, получим $M\cdot a_M = T - T\cdot\cos\alpha$. Но мы знаем, что $T = \frac{mg}{2}$, а $a_M = \frac{3}{4}g$.

т.е. $M\cdot\frac{3}{4}g = m\frac{g}{2}(1-\cos\alpha) \Leftrightarrow \frac{m}{M} = \frac{3}{4}\cdot\frac{2}{1-\cos\alpha} = \frac{3}{2\left(1-\frac{3}{5}\right)} = \frac{3\cdot5}{2\cdot2} = \frac{15}{4} = 3{,}75$.

~~4). Когда шар достигнет стола, длина нити~~

Задача 1. Продолжение.

Когда шар достигнет стола, длина нити между ним и т. A увеличится на величину ℓ, причем $\ell \sin\alpha = H \Leftrightarrow \ell = \frac{H}{\sin\alpha}$.



Значит такое же расстояние пройдет и клин. Его ускорение равно $\frac{3}{4}g$, так что за время τ от начала движения он пройдет $\frac{3}{8}g\tau^2$,

а значит $\frac{3}{8}g\tau^2 = \frac{H}{\sin\alpha} \Leftrightarrow \tau^2 = \frac{8H}{3g\cdot\left(\frac{4}{5}\right)} \Leftrightarrow \tau^2 = \frac{10H}{3g} \Rightarrow \tau = \sqrt{\frac{10H}{3g}}$.

Ответ: 1) $tg\,\beta = 2$, 2) $a_M = \frac{3}{4}g$, 3) $\frac{m}{M} = 3{,}75$ 4) $\tau = \sqrt{\frac{10H}{3g}}$

Задача 2.

1). Теплота, получаемая газом при изменении температуры на dt равна $\nu C(t)\cdot dt$. Значит, при изменении температуры от T_0 до $T_1 = \frac{5}{6}T_0$, газ получит $\int_{T_0}^{T_1} \nu c(t)\cdot dt = \nu \int_{T_0}^{T_1} 2R\frac{t}{T_0}dt = \frac{2\nu R}{T_0}\int_{T_0}^{T_1} t\,dt = \frac{2\nu R}{T_0}\cdot \frac{t^2}{2}\Big|_{T_0}^{T_1} =$

$= \frac{\nu R}{T_0}(T_1^2 - T_0^2) = -\frac{\nu R}{T_0}\cdot T_0^2\left(1-\frac{25}{36}\right) = -\nu R T_0 \cdot \frac{11}{36}$. Т.е. газ отдал $Q_1 = \frac{11}{36}\nu R T_0$.

2. Если объем газа увеличивается на dV, он совершает работу, равную PdV. С другой стороны, из ур-я Клайперона-Менделеева, $PV = \nu RT$. ~~И, поскольку газ можно~~

~~Если процесс адиба~~

ЧЕРНОВИК

$\frac{3}{2}\nu R =$

$pV = \nu RT$

νT

$\frac{dV}{V} = \frac{2dT}{T_0}$

Мор Pathologic 2

$\frac{\nu RT}{V} dV = dA = dQ = \frac{d}{dt}Q(m)\,dT = \nu C(T)\,dT \quad \frac{2RT}{T_0} dT = \frac{RT}{V} dV$

νRT

$p = \frac{\nu Rt}{V}$

$pV = \nu Rt$

$p\Delta V = \Delta A.$

Опаздываете, бакалавр

$p \Delta V$

$Q = \int_{T_1}^{T_2} c(T)\,\nu \cdot dt$

$c(T) = 2R\frac{T}{T_0}$

21202254 (U66448 M1266374)

Часть 2

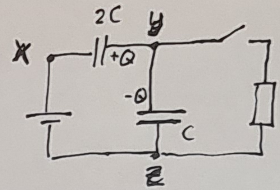
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21202254**

ID профиля: **66448**

Вариант 1

Задача 3.



1) Пусть φ_x, φ_y и φ_z – потенциалы в т. X, Y и Z до открытия ключа, причем φ_z примем $=0$.

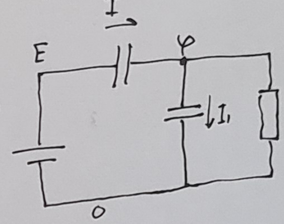
Тогда $\varphi_x - \varphi_z = \varphi_x = E$, $-\varphi_y + \varphi_x = \frac{Q}{2C}$,

$\varphi_y - \varphi_z = \varphi_y = \frac{Q}{C}$, где Q – заряд на обкладках конденсатора (ясно, что у обоих конденсаторов он один и тот же).

Значит, $2\cdot(\varphi_x - \varphi_y) = \varphi_y \Leftrightarrow 3\varphi_y = 2E$, т.е. $\varphi_y = \frac{2}{3}E$.

Когда цепь только замкнут, разность потенциалов на резисторе станет $\varphi_y - \varphi_z = \frac{2}{3}E$, а значит и ток через него будет $\frac{2}{3}\frac{E}{R}$. ~~Энергия конденсатора равна~~ $\frac{U^2}{2C}$. ~~Изначально~~

3) ~~Когда~~ ~~на 1-м конденсаторе была~~ $\frac{1}{3}E$, ~~а на втором~~ ~~разность потенциалов U, на 1-м конденсаторе~~



Пусть $\varphi_x = E$, $\varphi_z = 0$, а $\varphi_y = \varphi(t)$.

Пусть ток через C_1 равен $I(t)$.

Тогда, поскольку $I = \dot{q}$, где q – заряд 1 конденсатора, а $U = \frac{q}{C}$, то $-\dot{\varphi} = \frac{I}{C_1}$ (ибо $U = E - \varphi$)

$I = \frac{\varphi}{R} + I_1$, а $I_1 = \dot{\varphi} C_2$.

Значит, $-C_1\dot{\varphi} = \frac{\varphi}{R} + C_2\dot{\varphi} \Leftrightarrow -3C\cdot\dot{\varphi} = \frac{\varphi}{R} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \dot{\varphi} = \frac{-\varphi}{3CR}$, а значит $\varphi(t) = A\cdot e^{\frac{t}{CR}}$. Как мы знаем, $\varphi(0) = \frac{2}{3}E \Rightarrow A = \frac{2}{3}E$,

и $\varphi(t) = \frac{2}{3}E\cdot e^{\frac{-t}{3CR}}$. Тогда, ток через резистор равен $\frac{\varphi}{R} = \frac{2E}{3R}e^{\frac{-t}{3CR}}$,

а мощность, на нем выделяемая, равна $P = \frac{4E^2}{9R}e^{\frac{-2t}{3CR}}$.

Полная работа равна $Q = \int_0^\infty \frac{4E^2}{9R}e^{\frac{-2t}{3CR}}dt = \frac{4E^2}{9R}\cdot\frac{3CR}{2} = \frac{2CE^2}{3}$.

2) В момент, когда будет течь ток, равный I_0, $I_0 = -\dot{\varphi}C_1 = \frac{2\varphi C}{3CR}$. Значит, $\varphi = \frac{3I_0R}{2}$, а ток через резистор будет $\frac{\varphi}{R} = \frac{3}{2}I_0$.

Ответ: 1) $\frac{2}{3}\frac{E}{R}$ 2) $\frac{3}{2}I_0$ 3) $\frac{2CE^2}{3}$

Задача 4.

Как известно, в контуре, окруженном магнитным полем (ротор которого — $\vec{0}$ в любой точке) возникает Э.Д.С. $\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt}$, где $\Phi(t)$ — поток магнитного поля через контур.

Так же на проводник в магнитном поле действует сила Ампера $F_A = B \cdot I \cdot L$.

1) Как только одну из перемычек толкнули, поток через контур уменьшился на $B \cdot L V_0 dt$, т.е. $\frac{d\Phi}{dt} = B \cdot L \cdot V_0 = \mathcal{E}$. Значит, через контур потек ток $I = \frac{\mathcal{E}}{3R} = \frac{B \cdot L \cdot V_0}{3R}$. На перемычку 2 начала действовать сила ампера $F_1 = \frac{B^2 L^2 \cdot V_0}{3R}$.

2) Если ~~перемычки удаляются друг от друга~~ скорость 2-й перемычки > 1-й, в контуре возникает ток по часовой стрелке, ~~тормозящи~~ а сила Ампера тормозит переднюю, разгоняя заднюю. Иначе — все наоборот. Так что после долгого промежутка времени расстояние между ними станет неизменным и их скорости сравняются.

Пусть ~~обе скорости равны V. Тогда,~~ ~~Пусть в какой-то момент скорость $\dot{\Phi} = x$.~~

~~Тогда ток, текущий чер~~ ~~Пусть в некоторый момент поток магнитного поля равен Φ. Тогда ток по контуру равен $\dot{\Phi}$~~

Из-за нулевой индуктивности, энергия в системе сохраняется. Изначально она была $= \frac{mV_0^2}{2}$, а станет равна $\frac{mV^2}{2} + mV^2$

т.е. $mV_0^2 = 3mV^2 \Rightarrow V = \frac{\sqrt{3}V_0}{3}$.

3). Пусть поток через контур равен $\Phi(t)$. Тогда Э.Д.С $= \dot{\Phi}$, ток равен $\frac{\dot{\Phi}}{3R}$, а сила Ампера, действующая на 2 перемычку равна $\dot{\Phi}\frac{LB}{3R}$.

Пусть $v(t)$ — скорость 2-й перемычки. Тогда $\dot{v}(t) = \frac{F_A}{2m} = \dot{\Phi}\frac{LB}{6mR}$.

Значит, $\int\limits_0^{T_\infty} \dot{v}\,dt = \int\limits_0^{T_\infty} \dot{\Phi} \cdot \frac{LB}{6mR} \Leftrightarrow v_\infty - v_0 = (\Phi_\infty - \Phi_0)\frac{LB}{6mR} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \Phi_\infty = \Phi_0 + \frac{6(v_\infty - v_0)mR}{LB}$. $v_0 = 0$, $v_\infty = V = \frac{\sqrt{3}V_0}{3}$,

т.е. $\Phi_\infty = \Phi_0 + \frac{2\sqrt{3}V_0 mR}{LB}$. $\Phi_\infty = LdB$, где d — расстояние между перемычками, $\Phi_0 = LBS_0$.

Значит, ~~Φ~~$_\infty = S_0 + \frac{2\sqrt{3}V_0 mR}{L^2B^2}$.

Ответ: 1) $\frac{B^2L^2V_0}{3R}$ 2) $\frac{\sqrt{3}V_0}{3}$ 3) $S_0 + \frac{2\sqrt{3}V_0 mR}{L^2B^2}$

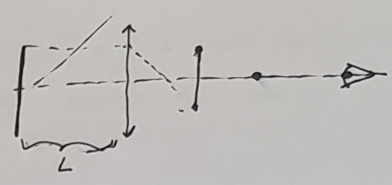
дача 4.

Кс ...ветно в контуре, окруженном магнитным полем (ротор которого – $\vec{0}$ в ... $\frac{d\Phi}{...}$ ... $\Phi(t)$ – поток магнитного поля

Задача 5.

1) ~~Пусть фокусное расстояние~~

Пусть $F = 9$см – фокусное расстояние линзы, L – расстояние от линзы до предмета. Тогда изображение будет находиться на таком расстоянии d от линзы, что



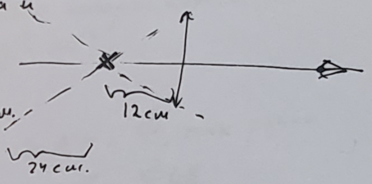
$\frac{1}{F} = \frac{1}{L} + \frac{1}{d}$. $\Leftrightarrow \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{L} \Leftrightarrow \frac{1}{d} = \frac{4}{36} - \frac{1}{36} \Leftrightarrow d = 12$. Значит расстояние x от глаза до линзы равно $d + 24 = 36$.

3). Очевидно, что все лучи, попадающие в глаз сквозь линзу, проходят через изображение глаза в линзе. Оно находится на расстоянии y от линзы, причем y вычисляется как $\frac{1}{y} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \Leftrightarrow \frac{1}{y} = \frac{1}{F} - \frac{1}{x} = \frac{4}{36} - \frac{1}{36} = \frac{1}{12}$.

Т.е. если наклеить экранчик на Г.О.О. линзы на расстоянии 12 см, ~~между линзой~~ (со стороны картины), то наблюдатель ничего не увидит.

2) Рассмотрим все лучи попадающие в глаз ~~чер~~ сквозь линзу

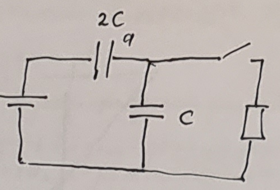
Они проходят через изображение глаза и сквозь линзу => они лежат в конусе, построенном на изображении глаза как на вершине и линзой как диаметром.



Расстояние от изображения глаза до линзы – ~~12~~ см. Расстояние до плоскости картины – 24 см. => сечение конуса плоскостью линзы в 2 раза меньше и $\varnothing$ линзы равно 4,5.

3

Черновик?



$q = UC$

$U = \frac{q}{C}.$

$U_1 = \frac{q}{C_1}, \quad U_2 = \frac{q}{C_2} =$

$= \frac{q}{2C} = U_1 \qquad \frac{q}{C} = U_2$

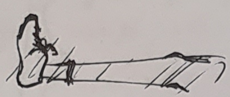
$\Downarrow$

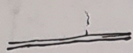
$U_2 = 2U_1$

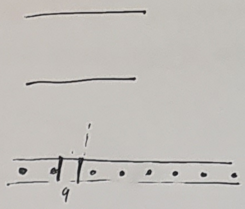
$3U_1 = U.$

$U_1 = \frac{E}{3}$

$U_2 = \frac{2}{3}E$







$q \cdot v$

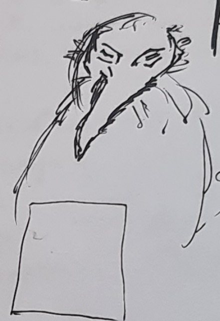
$v = \frac{q \cdot x}{t}$

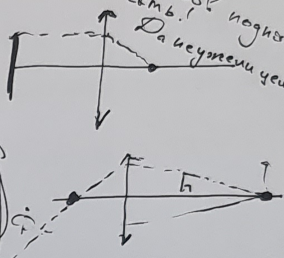
$q \cdot v$

$\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

6 способов поднятся есть!
Да неужели целых 6?

$I \, v \, 3$





$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$

$\rho \cdot v = I$

$q = \rho \cdot dx$

$\rho \cdot v = I$

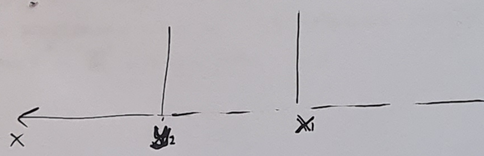
$q \quad B \cdot \int \rho v \cdot dx$

BIL

x_1

$\alpha a + c_1 = -\frac{\tau}{2}a + \frac{\tau}{2}b$

$\beta b + c_2 = \tau a - \tau b$



$\dot{a} = \alpha_1 a + c_1$

$\dot{b} = \beta b + c_2$

$S = L(y - x)$

$\Phi = B \cdot L \cdot (y - x)$

$\dot{\Phi} = BL\dot{y} - BL\dot{x} = \mathcal{E}$

$I = \frac{\mathcal{E}}{3R} = \frac{BL}{3R}\dot{y} - \frac{BL}{3R}\dot{x}$

$F_1 = -B \cdot L \cdot I =$

$F_2 = B \cdot L \cdot I$

$-B \cdot L \cdot I = -\frac{B^2 L^2}{3R}(\dot{y} - \dot{x}) = F$

$B \cdot L \cdot I = \frac{B^2 L^2}{3R}$

$e^{\alpha t + \beta}$

$e^{\alpha_1 t + \beta_1}$

$e^{\alpha_1 t + \alpha_2} = \alpha_1 e^{t}$

$e^{\beta_1 t + \beta_2}$

$a_1 = \frac{F}{2m}$

$\ddot{y} = -\frac{\tau(\dot{y} - \dot{x})}{2}$

$\ddot{x} = \tau(\dot{y} - \dot{x})$

$\dot{a} = -\frac{\tau(a - b)}{2}$

$\dot{b} = \tau(a - b)$

21202254 (U66448 M1266375)