Часть 1

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

Шифр: **21200442**

ID профиля: **828055**

Вариант 1

Задача 2 Чистовик Физика, 11 кл

1. Т.к. молярная теплоёмкость связана с T прямой (линейной) зависимостью, что средняя молярная теплоёмкость за процесс равна среднему арифметическому теплоёмкостей в начале и в конце процесса.

то есть $C_{cp} = \frac{2R}{T_0} \cdot \left(\frac{T_0 + \frac{5}{6}T_0}{2}\right) = \frac{11}{6}R$

$Q = C_{cp} \cdot \nu \Delta T = \nu \cdot \frac{11}{6}R \cdot \left(\frac{5}{6}T_0 - T_0\right) = -\frac{11}{36}\nu R T_0$ (Q - полученное газом теплота)

искомое $Q_1 = -Q = \frac{11}{36}\nu R T_0$

2. $Q = \Delta U + A$ (по 1 началу термодинамики), учтём, что гелий можно считать одноатомным, идеальным газом $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \Delta T$

$+\nu \cdot R \cdot \frac{T_0 + T_1}{T_0} \cdot (T_1 - T_0) = \frac{3}{2}\nu R \cdot (T_1 - T_0) + A$

$$A = \nu R\left(\frac{T_1^2}{T_0} - T_0 + \frac{3}{2}T_0 - \frac{3}{2}T_1\right) = \frac{\nu R}{T_0}\left(T_1^2 + \frac{1}{2}T_0^2 - \frac{3}{2}T_1 T_0\right)$$

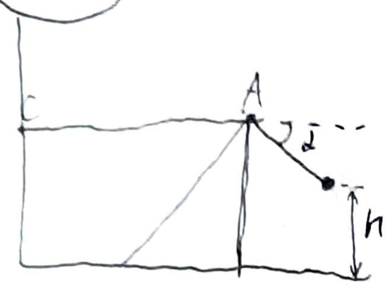
работа будет минимальна, если $\left(T_1^2 - \frac{3}{2}T_1T_0 + \frac{1}{2}T_0^2\right)$ будет минимальна. Это квадратичная функция, имеющая минимум в $\left(-\frac{b}{2a}\right)$, где a и b соотв коэф перед членами второй и первой степени, то есть при значении $T_1 = -\frac{-\frac{3}{2}T_0}{2} = \frac{3}{4}T_0$ эта скобка будет минимальна

3. Подставим $T_1 = \frac{3}{4}T_0$ в ~~$T_1^2 - \frac{3}{2}$~~ выражение для A

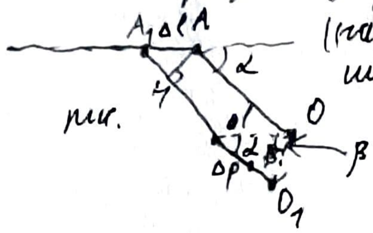
$$A = \frac{\nu R}{T_0}\left(\frac{9}{16}T_0^2 + \frac{8}{16}T_0^2 - \frac{9}{8}T_0^2\right) = \frac{\nu R}{T_0} \cdot \left(-\frac{1}{16}T_0^2\right) = -\frac{1}{16}\nu R T_0$$

Ответ: 1.) $\frac{11}{36}\nu R T_0$; 2.) $\frac{3}{4}T_0$ 3.) $-\frac{1}{16}\nu R T_0$.

Задача 7.



1. Пусть в процессе движения кусок нити, наклонённый под углом α к горизонту увеличился на Δl, тогда (на рисунке изображено 2 положения шарика)



Из рисунка видно, что шарик перемещается вдоль основания равнобедр. Δ с углом α против основания, то есть направление его движения и величина не зависит от Δl, из геометрии следует что $\beta = 90 - \frac{\alpha}{2}$. Ускорение шарика сонаправлено с $\vec{OO_1}$, тогда искомый угол = углу β, то есть $90 - \frac{\alpha}{2}$.

2. Ускорение клина должно быть таким, чтобы он за то время пока шарик проходит OO_1 проходил AA_1. AH — перпендикуляр из A на A_1O_1, тогда

$\cos\alpha = \cos^2\frac{\alpha}{2} - \sin^2\frac{\alpha}{2}$ $\quad$ $\cancel{AH}$ $AA_1 = \frac{AH}{\sin\alpha}$ $\quad OO_1 = \frac{AH}{\cos\frac{\alpha}{2}}$ т.о. старт был с нулевой скоростью

$2\cos^2\frac{\alpha}{2} = \cos\alpha + 1$ $\quad$ Пройденный путь пропорционален ускорению поэтому

$\cos\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{2}} = \frac{2}{\sqrt5}$ $\quad \frac{AA_1}{OO_1} = \frac{a_{клина}}{a_{шара}} = \frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{\sin\alpha} = \frac{2\cdot5}{4\sqrt5} = \frac{\sqrt5}{2}$

$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{\sqrt5}$

$tg\,\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2}$, тогда $ctg(90 - \frac{\alpha}{2}) = \frac{1}{2}$ $\quad 90 - \frac{\alpha}{2} = arcctg(\frac{1}{2})$

(m — масса шара)

причём из геометрии и 2 з-на Ньютона следует что

$\frac{mg\cdot\sin\alpha - T}{mg\cdot\cos\alpha} = tg\,\frac{\alpha}{2}$ тогда $T = \frac{1}{2}mg$, а суммарная сила действующая на шар

$F_ш = \sqrt{(mg\cos\alpha)^2 + (mg\sin\alpha - T)^2} = \frac{3}{2\sqrt5}mg$, тогда ускорение шара $a_ш = \frac{F_ш}{m} = \frac{3}{2\sqrt5}g$

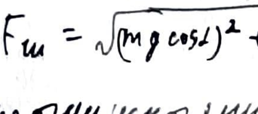
тогда ускорение клина $a_{кл} = \frac{\sqrt5}{2}\cdot\frac{3}{2\sqrt5}g = \frac{3}{4}g$

3. Ускорение клина можно также выразить с помощью второго з-на Ньютона

$m_{кл}\cdot a_{кл} = T - T\cdot\cos\alpha = \frac{1}{5}mg$, отсюда $\frac{1}{5}m = \frac{3}{4}m_{кл}$ $\quad \frac{m}{m_{кл}} = \frac{15}{4}$

4. Найдём вертикальную составляющую ускорения шара:

$$a_{шв} = a_ш\cdot\cos\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{\sqrt5}\cdot\frac{3}{2\sqrt5}g = \frac{3}{25}g$$



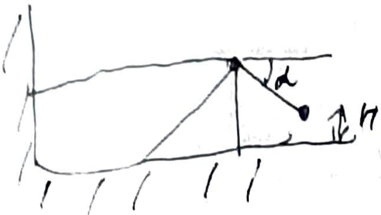
$H = a_{шв}\cdot\frac{t^2}{2}$ $\quad t = \sqrt{\frac{2H}{a_{шв}}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{3}{25}g}} = 5\sqrt{\frac{2H}{3g}}$

$90 - \frac{\alpha}{2} = arcctg(\frac{1}{2})$ ⇒

Ответ: 1.) $arcctg(\frac{1}{2})$; 2.) $\frac{3}{4}g$; 3.) $\frac{15}{4}$; 4.) $5\sqrt{\frac{2H}{3g}}$

Черновик

1.)



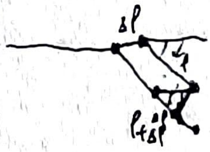
уск шара $= mg\cdot\cos\alpha$

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

1.

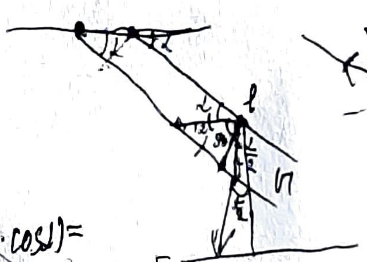
2.

$mg\cdot\sin\alpha = T$



$l_1 = \frac{l}{\sin\alpha}$

уск клина $mg\cdot ctg\alpha$



3) $F_{кл} = T - T\cdot\cos\alpha = T mg(\sin\alpha - \sin\alpha\cdot\cos\alpha) =$
$= mg\cdot(\frac{4}{5}(1-\frac{3}{5})) = mg\cdot\frac{8}{25} = m_1 g\cdot\frac{3}{4}$

$\frac{M}{m_1} = \frac{75}{32}$

$l_1 = \frac{5}{4} l$

$\frac{mg\cdot\sin\alpha - T}{mg\cdot\cos\alpha} = tg\frac{\alpha}{2}$

~~$mg\cdot\sin\alpha - T = mg\cdot\sin\alpha$~~

$\frac{\frac{3\sqrt5 g}{2\sqrt5 2}}{4}$

$2\cdot\sin\frac{\alpha}{2}\cdot\cos\frac{\alpha}{2} = \sin\alpha$

$mg\sin\alpha - T =$

$\cos^2\frac{\alpha}{2} - \sin^2\frac{\alpha}{2} = \cos\alpha$

~~4)~~

$g_ш = g\sqrt{\frac{9}{25}+\frac{9}{100}}^2$
$= \sqrt{\frac{45}{100}} = \frac{9}{20}$
$= \frac{3}{2\sqrt5} g$

$2\cos^2\frac{\alpha}{2} - 1 = \cos\alpha$

1.) $90 - \frac{\alpha}{2}$ $90 - arctg(\frac{3}{2})$

$\cos\frac{\alpha}{2} = \frac{\frac{8}{25}}{\sqrt5}$

2) $\frac{3}{4} g$

$\frac{\sqrt5 l}{2}$

$\frac{\sqrt5}{2}$

$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{\sqrt5}$ $tg\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2}$

3)

$T(1-\cos\alpha)$

$\frac{2}{5}T = \frac{1}{5}mg = m_1\cdot\frac{3}{4}g$

$\frac{M}{m_1} = \frac{15}{4}$

$\frac{mg\cdot\frac{4}{5} - T}{mg\frac{3}{5}} = \frac{1}{2}$

$mg\cdot\frac{8}{10} - T = mg\cdot\frac{3}{10}$

$T = \frac{1}{2}mg$

4) $\frac{3}{4}g\frac{t^2}{2} = H$

$t = \sqrt{\frac{8}{3}\frac{H}{g}}$

стр 1

Черновик

2) $C = 2R\frac{T}{T_0}$

$\frac{1}{6}T_0 \cdot 2R \cdot \frac{(\frac{5}{6}+1)}{2}$

$\frac{11}{72} \cdot 2R = \frac{11}{6}R \cdot \frac{1}{6} \cdot T_0$

1. $Q = \frac{11}{36}RT_0$

2. $T_0 \to T_1$

$-2R \cdot \frac{(T_0+T_1)}{2} \cdot \frac{(T_0-T_1)}{T_0} = -\frac{3}{2}R \cdot (T_0 - T_1) + A$

$A_{\text{газ}} = R \cdot \left(\frac{3}{2}T_0 - \frac{3}{2}T_1 - T_0 + \frac{T_1^2}{T_0}\right)$

$\frac{3}{4}T_0$

$\frac{1}{2}T_0^2 - \frac{3}{2}T_0 \cdot T_1 + T_1^2$

$\frac{-b}{2a} = \frac{\frac{3}{2}T_0}{2} = \frac{3}{4}T_0$

$\frac{8}{16} + \frac{9}{16} - \frac{18}{16}$

3) $A = 2R\frac{\frac{1}{2}T_0^2 - \frac{9}{8}T_0^2 + \frac{9}{16}T_0^2}{T_0} = \frac{17-18}{16}$

стр 2

Часть 2

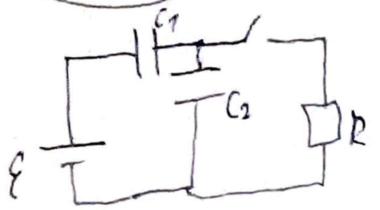
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21200442**

ID профиля: **828055**

Вариант 1

Задача 3



1.) В установившемся режиме

$\mathcal{E} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2}$

$q = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}\cdot \mathcal{E} = \frac{2}{3} C\mathcal{E}$

$U_2 = \frac{q}{C} = \frac{2}{3}\mathcal{E}$ — напр. на конд 2

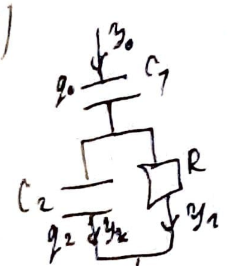
$U_2 = I\cdot R$ $\quad I = \frac{2\mathcal{E}}{3R}$ — после замыкания

2.) Тепло перестанет выделяться, когда перестанет бежать ток через R, то есть напр. на резисторе станет равно 0, тогда по ЗСЭ:

$\Delta q \cdot \mathcal{E} = \left(\frac{C_1\cdot\mathcal{E}^2}{2} - \frac{2C\mathcal{E}^2}{2\cdot 3}\right) + Q \qquad \Delta q = 2C\mathcal{E} - \frac{2}{3}C\mathcal{E} = \frac{4}{3}C\mathcal{E}$

$Q = \frac{4}{3}C\mathcal{E}^2 - \frac{2}{3}C\mathcal{E}^2 = \frac{2}{3}C\mathcal{E}^2$

3.)



$I_0 = q_0' = (2C\cdot(\mathcal{E} - I_1R))' = -2CR\cdot I_1'$

причём $I_1 R = \frac{q_2}{C}$

$I_1' = \frac{q_2'}{RC} = \frac{I_2}{RC}$

тогда

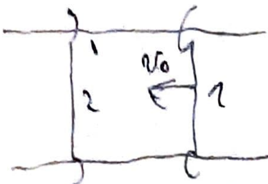
$I_0 = -2I_2$

$I_2 = -\frac{I_0}{2}$

$I_1 + I_2 = I_0$

$I_1 = \frac{3}{2}I_0$ — искомый ток

Ответ: 1) $\frac{2\mathcal{E}}{3R}$; 2.) $\frac{2}{3}C\mathcal{E}^2$; 3.) $\frac{3}{2}I_0$.



1.) Из-за изменения магнитного потока в контуре возникает
$\mathcal{E} = \Phi' = B\cdot L\cdot v_0$, тогда $I = \frac{\mathcal{E}}{3R} = \frac{BLv_0}{3R}$
на перемычку 2 действует сила Ампера $F_{A_2} = IBL$ (направ. влево)

$F_{A_2} = \frac{B^2L^2}{3R}\cdot v_0 = 2m\cdot a_{2_0}$ откуда $a_{2_0} = \frac{B^2L^2\cdot v_0}{6mR}$

2.) Из-за того что ток идёт по часовой стрелке в какой-то момент скорости перемычек уравняются (т.к. на 2 действует сила, напр. влево, а на 1 – вправо) причём в любой момент времени силы действующие на каждую из перемычек равны по модулю, но противоположны по направлению, поэтому изменения импульсов перемычек через длит. время тоже равны

тогда $\begin{cases} mv_0 - \Delta p = mv_1 \\ \Delta p = 2mv_1 \end{cases}$, где v_1 – установивш. скорость

тогда $v_1 = \frac{v_0}{3}$ у обеих перемычек

3.) Как уже было установлено ~~ускорение каждо~~ сила, действующая на каждую перемычку

$F = \frac{B^2L^2}{3R}\cdot v_{отн}$ $v_{отн}$ – относительная скорость движения, тогда

$a_1 = \frac{B^2\cdot L^2}{3Rm}v_{отн}$; $a_2 = \frac{B^2\cdot L^2}{6Rm}\cdot v_{отн}$, тогда относительное ускорение (1 относ. 2)

$a_{отн} = a_1 + a_2 = \frac{1}{2}\frac{B^2L^2}{Rm}\cdot v_{отн}$ по модулю, но т.к. $a_{отн}$ всегда противопол. направл. $v_{отн}$, то

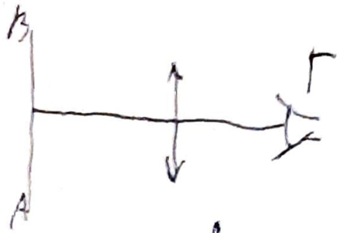
$-a_{отн} = \frac{B^2L^2}{2mR}\cdot v_{отн}$ суммируя, получаем: $-(0 - v_0) = \frac{B^2L^2}{2mR}\cdot(\Delta S - 0)$

$\Delta S = \frac{2mv_0R}{B^2L^2}$ – это относительное перемещение, а т.к. расст. между ними в начальный момент времени $= S_0$, то конечное расстояние между ними

$S = S_0 - \Delta S = S_0 - \frac{2mv_0R}{B^2L^2}$

Ответ: 1.) $\frac{B^2\cdot L^2 v_0}{6mR}$; 2.) $\frac{v_0}{3}$ для обеих; 3.) $S_0 - \frac{2mv_0R}{B^2L^2}$.

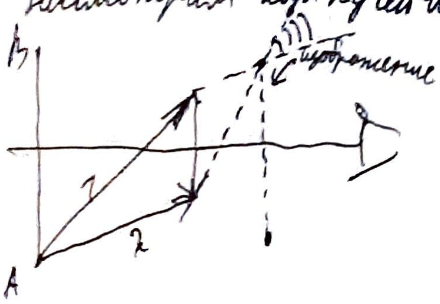
Задание 5



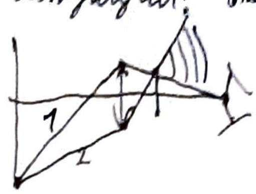
1.) Изображение картины формируется на расст f от линзы справа от неё, причём

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, где d – расст от линзы до картины; F – фокусн расст линзы, тогда $f = \frac{F \cdot d}{d - F} = 12$ см, но глаз должен быть на расстоянии $f_1 = 24$ см от изображения, т.к. именно на такое расстояние аккомодирован глаз, тогда $x = f + f_1 = 36$ см

2.) Рассмотрим ход лучей из т. A:



Чтобы была видна точка A, нужно, чтобы помеченный сектор содержал глаз, минимально возможная ситуация:



откуда видно, что луч 1 должен попадать в глаз после преломления

Положить $\frac{R}{x} = \frac{H \cdot Г}{f_1}$, где $Г$ – увеличение/уменьшение линзы

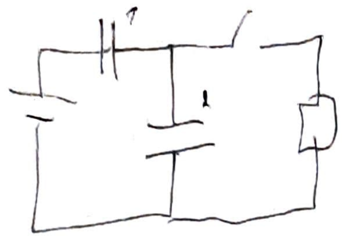
R – радиус линзы

$Г = \frac{f}{d} = \frac{1}{3}$, тогда $R = \frac{1}{3} \cdot \frac{H}{f_1} \cdot x = 4,5$ см, тогда диаметр линзы $D = 2R = 9$ см

Ответ: 1) 36 см; 2) 9 см.

Черновик

3)



~~1) Q~~ $\cancel{\mathcal{E} = \frac{q}{C} + \frac{2C \cdot q}{2C}}$ $\mathcal{E} = \frac{q}{C} + \frac{q}{2C}$

~~2.) $q\mathcal{E} =$~~ $q = \cancel{\frac{\mathcal{E}}{3C \cdot \mathcal{E}}}$ $2C\mathcal{E} = 3q$

$u_2 = \cancel{\frac{\mathcal{E}}{3}}$ $q = \frac{2C\mathcal{E}}{3}$

1) $\frac{\mathcal{E}}{3R}$ $\cancel{q = 3C\mathcal{E}}$ $u_2 = \frac{2C\mathcal{E}}{3C} = \frac{2}{3}\mathcal{E}$

$u_2 = \cancel{\frac{3C\mathcal{E}}{C}} = 3\mathcal{E}$ $u_2 = \frac{\mathcal{E}}{3}$

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

2.) $\cancel{2C \cdot q_1 = \mathcal{E}}$ $\cancel{q_1 = \frac{\mathcal{E}}{2C}C\mathcal{E}}$

~~3)~~ $\cancel{\mathcal{E} \cdot \left(\frac{\mathcal{E}}{2C} - \frac{\mathcal{E}}{3C}\right) = \frac{\mathcal{E}^2}{4C^2}}$

$q_1 = \frac{\mathcal{E}}{2C} \cdot 2C$

$\cancel{\mathcal{E} \cdot 2C\mathcal{E} =}$

$\mathcal{E} \cdot \left(2C\mathcal{E} - \frac{2C\mathcal{E}}{3}\right) = \left(\frac{2C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{\frac{2}{3}C \cdot \mathcal{E}^2}{2}\right) + Q$

$Q = \frac{4}{3}C\mathcal{E}^2 - \frac{2}{3}C\mathcal{E}^2 = \frac{2}{3}C\mathcal{E}^2$

3) $YR = \frac{q}{C}$

$q_0' = Y_0 = (2C \cdot U_0)'$

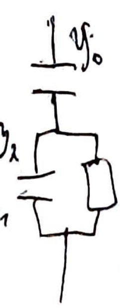
$U_0 = \mathcal{E} - Y_1R$ $q_2' = Y_0 - Y_1$

$q_0 = 2C \cdot (\mathcal{E} - Y_1R)$

$Y_0 = Y_1 + q_2'$

$q_2' = Y_0 - Y_1$

$q_2 = Y_1R \cdot C$



$Y_0 = q_1' = (2C \cdot (\mathcal{E} - Y_1R))'_t$

$= 2CRY_1'$

$Y_1R = \frac{q_2}{C}$ 3) $Y_1' = \frac{Y_2}{RC}$

$Y_2 = 2CR \cdot \frac{Y_2}{RC}$

4)

1) $B \cdot v_0 \cdot L = \mathcal{E} = Y \cdot 3R$

$Y = \frac{Bv_0L}{3R}$

$\frac{YBL}{2m} = \frac{B^2 \cdot v_0 L^2}{6mR}$

2) $\frac{v_0}{2}$ $v_0 - \frac{B^2 \cdot v_0 L^2}{9mR}$

3) $0 + \frac{B^2 v_0 L}{6mR}$ ΔP импульс

$mv_0 - \Delta P = mv_1$

$2mv_1 = \Delta P$

$mv_0 = 3mv_1$ $v_1 = \frac{v_0}{3}$

$q_{\max} = YBL = \frac{B^2L^2}{6R} \cdot v_{\max} + \frac{B^2L^2}{8R} \cdot v_{\max}$

$1m = \frac{1}{2}\frac{B^2L}{R}v_{\max}$

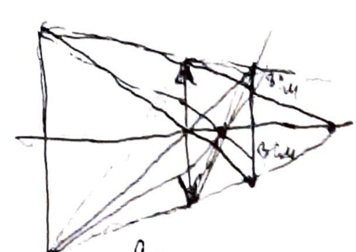
$v_0 = \frac{1}{2}\frac{B^2L}{R} \cdot S_1$

5) $\frac{1}{36} = \frac{1}{9} + \frac{1}{f}$

$f = \frac{36 \cdot 9}{27} = 12$ см

1) 3 см

2)



9 см

стр 1