Часть 1

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

Шифр: **21202735**

ID профиля: **166174**

Вариант 6

$$2T - \frac{13}{6}mg = \left(\frac{6}{5} - \frac{2}{3}\right)mg - T$$

$$3T = mg\left(\frac{6}{5} - \frac{2}{3} + \frac{13}{6}\right) = mg\left(\frac{6}{5} + \frac{9}{6}\right) = mg\left(\frac{36+45}{5\cdot 6}\right) = mg\,\frac{81}{5\cdot 6}$$

$$\boxed{T = mg\cdot\frac{81}{5\cdot 6\cdot 3} = mg\cdot\frac{9}{10}}$$

Зная T, мы сможем найти a_1, т.е. ускорение бруска относительно клина (оно же ускорение шарика)

$$2ma_1 = \frac{6}{5}mg - \frac{2}{3}mg - \underbrace{\frac{9}{10}mg}_{=T}$$

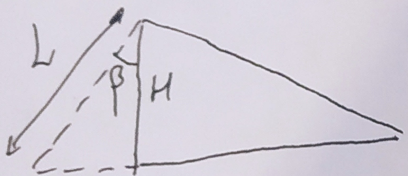
$$2ma_1 = mg\left(\frac{6}{5} - \frac{2}{3} - \frac{9}{10}\right) = mg\left(\frac{18-10}{5\cdot 3} - \frac{9}{10}\right) = mg\left(\frac{8}{15} - \frac{9}{10}\right) =$$

$$= mg\left(\frac{16}{30} - \frac{27}{30}\right) = -mg\cdot\frac{11}{30}$$

$a_1 = -g\cdot\frac{11}{60}$, знак „–" означает, что шарик движется к земле, а не наверх.

Всего шарику надо пройти расстояние L

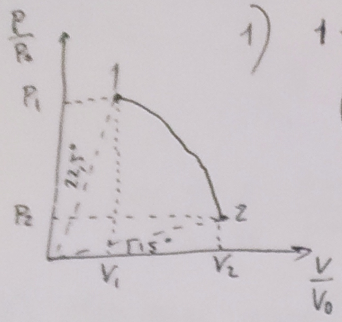
$$L\cos\beta = H \Rightarrow L = \frac{H}{\cos\beta} = \frac{13}{12}H$$



$$L = \frac{a_1 t^2}{2} \Rightarrow \sqrt{\frac{2L}{a_1}} = t$$

$$t = \sqrt{\frac{2\cdot\frac{13}{12}H}{g\cdot\frac{11}{60}}} = \sqrt{\frac{13H}{6g}\cdot\frac{60}{11}} = \sqrt{\frac{130}{11}\frac{H}{g}}$$

Ответ: $a_к = \frac{5}{12}g$; $a_1 = \frac{11}{60}g$; $t = \sqrt{\frac{130H}{11g}}$



1) 1→2 – дуга окружности, поэтому

$$\left(\frac{P}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = const$$

$$\frac{\frac{V_1}{V_0}}{\frac{P_1}{P_0}} = tg\,22{,}5° \quad \text{(для точки 1)}$$

$$\frac{V_1}{P_1}\cdot\frac{P_0}{V_0} = tg\,22{,}5 \Rightarrow P_1 = \frac{V_1 P_0}{V_0\, tg\,22{,}5}$$

Аналогично, для точки 2: $\frac{\frac{P_2}{P_0}}{\frac{V_2}{V_0}} = tg\,15° \Rightarrow \frac{V_2}{P_2}\,\frac{P_0}{V_0} = \frac{1}{tg\,15°}$

$$\Downarrow$$

$$P_2 = \frac{V_2 P_0}{V_0}\, tg\,15°$$

2) $\frac{P_1}{P_0} = \frac{V_1}{V_0\, tg\,22{,}5} \Rightarrow \left(\frac{V_1}{V_0\, tg\,22{,}5}\right)^2 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = const$

$\frac{P_2}{P_0} = \frac{V_2}{V_0}\, tg\,15 \Rightarrow \left(\frac{V_2}{V_0}\, tg\,15\right)^2 + \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2 = const$

$$\left(\frac{V_1}{\cancel{V_0}}\right)^2\left((ctg\,22{,}5)^2 + 1\right) = \left(\frac{V_2}{\cancel{V_0}}\right)^2\left((tg\,15)^2 + 1\right)$$

$$V_1 = V_2\sqrt{\frac{(tg\,15)^2 + 1}{(ctg\,22{,}5)^2 + 1}}$$

Теперь зная отношение объемов в точках 1 и 2 можно узнать отношение температур: $P_1V_1 = \nu RT_1$; $P_2V_2 = \nu RT_2$

Значит $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

$V_1 = V_2\sqrt{\frac{(tg\,15)^2 + 1}{(ctg\,22{,}5)^2 + 1}}$ (вспомним, что $tg^2 + 1 = \frac{sin^2}{cos^2} + 1 = \frac{sin^2 + cos^2}{cos^2} = \frac{1}{cos^2}$)

аналогично $ctg^2 = \frac{1}{sin^2}$

$$\boxed{V_1 = V_2\sqrt{\frac{1}{cos^2 15}\cdot sin^2 22{,}5} = V_2\,\frac{sin\,22{,}5}{cos\,15}}$$

$$P_1 = \frac{P_0}{V_0\, tg\,22{,}5}\cdot V_2\,\frac{sin\,22{,}5}{cos\,15} = \frac{P_0}{V_0}\cdot\frac{cos\,22{,}5}{sin\,22{,}5}\cdot V_2\cdot\frac{sin\,22{,}5}{cos\,15} = \frac{P_0V_2}{V_0}\cdot\frac{cos\,22{,}5}{cos\,15}$$

$$P_1V_1 = P_1V_2\,\frac{sin\,22{,}5}{cos\,15} = \frac{P_0V_2}{V_0}\cdot\frac{cos\,22{,}5}{cos\,15}\cdot V_2\cdot\frac{sin\,22{,}5}{cos\,15}$$

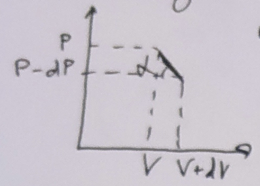
$$P_2V_2 = \frac{V_2P_0\, tg\,15}{V_0}\cdot V_2 = \frac{V_2^2 P_0}{V_0}\, tg\,15$$

Чистовик | Лист 4/6

$$\frac{T_1}{T_2}=\frac{P_1V_1}{P_2V_2}=\frac{\frac{P_0V_1^2}{V_0}\cdot\frac{\cos 22{,}5\cdot\sin 22{,}5}{\cos^2 15}}{\frac{P_0V_2^2}{V_0}\,\text{tg}\,15}=\frac{\cos 22{,}5\cdot\sin 22{,}5}{\cos^2 15}\cdot\frac{\cos 15}{\sin 15}=$$

$$=\frac{\cos 22{,}5\cdot\sin 22{,}5}{\cos 15\cdot\sin 15}=\frac{\frac{\sin 45}{2}}{\frac{\sin 30}{2}}=\boxed{\frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ}}$$

3) Найдем условие, при котором теплоемкость равна 0. Это значит что в этой точке при малых изменениях dP и dV, подведенное или отведенное тепло $Q=0$. $0=Q=\Delta U+A \Rightarrow -\Delta U=A$



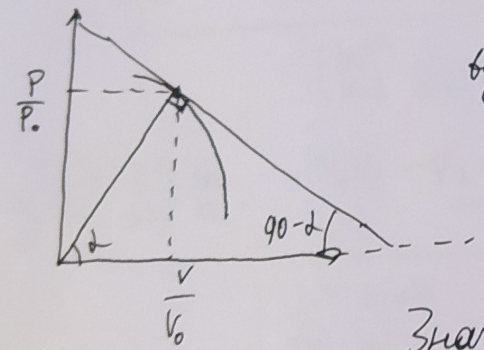
$$\Delta U=\frac{5}{2}\big((V+dV)(P-dP)-PV\big)=\frac{5}{2}\big(\cancel{PV}+dVP-dPV-\cancel{PV}\big)$$

$$\Delta U=\frac{5}{2}dVP-\frac{5}{2}dPV$$ $dP\cdot dV$ пренебрегаем

$$A=dV\cdot P$$

$$\frac{5}{2}dP\cdot V-\frac{5}{2}dV\cdot P=dV\cdot P \Rightarrow \frac{5}{\cancel{2}}dP\cdot V=\frac{7}{\cancel{2}}P\,dV$$

$$\frac{7}{5}\frac{P}{V}=\frac{dP}{dV} \Rightarrow \frac{7}{5}\frac{PV_0}{VP_0}=\frac{\frac{dP}{P_0}}{\frac{dV}{V_0}}=\text{тангенс угола наклона } \alpha.$$



$$\text{tg}\,(90-\alpha)=\frac{7}{5}\frac{PV_0}{VP_0}$$

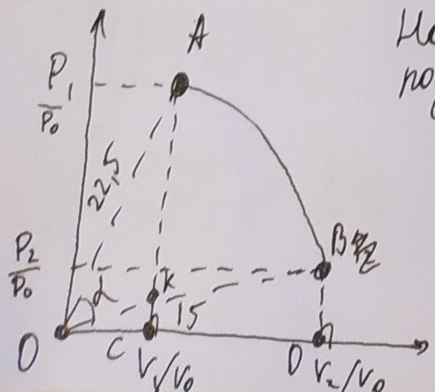
$$\frac{\frac{P}{P_0}}{\frac{V}{V_0}}=\text{tg}\,\alpha \Rightarrow \text{tg}\,(90-\alpha)=\frac{7}{5}\,\text{tg}\,\alpha$$

$$\text{tg}\,(90-\alpha)=\text{ctg}\,\alpha=\frac{1}{\text{tg}\,\alpha}$$

Значит $\frac{1}{\text{tg}^2\alpha}=\frac{7}{5} \Rightarrow$ $\text{tg}^2\alpha=\frac{5}{7}$

$$\boxed{\text{tg}\,\alpha=\sqrt{\frac{5}{7}}}$$

4) Если 2-1 — процесс с пренебрежимо малым теплообменом, то $Q=0 \Rightarrow A=-\Delta U$



Найдем работу при расширении как площадь под графиком.

Площадь сектора $\cancel{\pi}r^2\frac{\alpha}{2\cancel{\pi}}=r^2\frac{\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{8}-\frac{\pi}{12}}{2}=$

$$=\frac{r^2}{4}\left(\pi-\frac{\pi}{4}-\frac{\pi}{6}\right)=\frac{r^2}{4}\pi\left(\frac{3}{4}-\frac{1}{6}\right)=\frac{r^2\pi}{4}\left(\frac{14}{24}\right)=\frac{r^2\pi}{4}\cdot\frac{7}{12}$$

Площадь общая равна $S_{OAB} - S_{OAC} - \cancel{S_{OBD}} - S_{CKBD}$

$S_{OAB} = \frac{r^2\pi}{4}\cdot\frac{7}{12}$; $r^2 = \left(\frac{P_1}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 =$, из 2ого пункта $\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2\left((ctg\, 22,5)^2 + 1\right) = \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 \frac{1}{\sin^2 22,5}$

$S_{OAC} = \frac{P_1V_1}{2P_0V_0}$

$S_{OBD} = \frac{P_2V_2}{2P_0V_0} \Rightarrow S_{KCDB} = \frac{P_2V_2}{2P_0V_0}\cdot\left(\frac{CD}{OD}\right)^2 = \left(\frac{\frac{V_2-V_1}{V_0}}{\frac{V_2}{V_0}}\right)^2\cdot\frac{P_2V_2}{2P_0V_0}$

$S_{KCDB} = \frac{P_2V_2}{2P_0V_0}\cdot\left(\frac{V_2-V_1}{V_2}\right)^2$

Площадь под графиком:

$$\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2\frac{1}{\sin^2 22,5} - \frac{P_1V_1}{2P_0V_0} - \frac{P_2V_2}{2P_0V_0}\left(\frac{V_2-V_1}{V_2}\right)^2$$

Работа за стадию 2 - 1 (без учета знака)

$A = -\Delta U \Rightarrow A = \frac{5}{2}(P_1V_1 - P_2V_2)$, значит площадь $\frac{\frac{5}{2}(P_1V_1 - P_2V_2)}{P_0V_0}$

$$\frac{\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2\frac{1}{\sin^2 22,5} - \frac{P_1V_1}{2P_0V_0} - \frac{P_2V_2}{2P_0V_0}\left(\frac{V_2-V_1}{V_2}\right)^2 - \frac{\frac{5}{2}(P_1V_1-P_2V_2)}{P_0V_0}}{\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2\frac{1}{\sin^2 22,5} - \frac{P_1V_1}{2P_0V_0} - \frac{P_2V_2}{2P_0V_0}\left(\frac{V_2-V_1}{V_2}\right)^2} =$$

$$= \frac{\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2\frac{2P_0V_0}{\sin^2 22,5} - P_1V_1 - \frac{P_2V_2(V_2-V_1)^2}{V_2^2} - 5P_1V_1 + 5P_2V_2}{\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2\frac{2P_0V_0}{\sin^2 22,5} - P_1V_1 - P_2V_2\frac{(V_2-V_1)^2}{V_2^2}} =$$

A $\left(\frac{V_2-V_1}{V_2}\right)^2 = \left(\frac{V_2 - \frac{\sin 22,5}{\cos 15}V_2}{V_2}\right)^2 = \left(1 - \frac{\sin 22,5}{\cos 15}\right)^2 \approx \left(1 - \frac{0,382}{0,965}\right)^2 = 0,366$

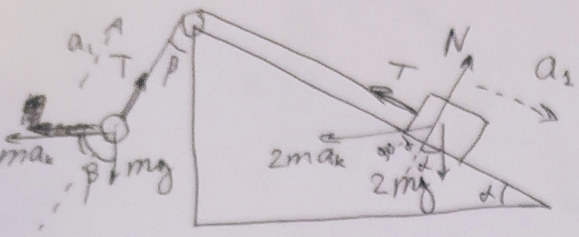
$$\frac{\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2\frac{2P_0V_0}{\sin^2 22,5} - 6P_1V_1 + P_2V_2(5 - 0,366)}{\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2\frac{2P_0V_0}{\sin^2 22,5} - P_1V_1 - 0,366\,P_2V_2} =$$

$V_1 = \frac{P_1V_0}{P_0}tg\, 22,5$

$\frac{V_1^2}{V_0^2}\cdot\frac{2P_0V_0}{\sin^2 22,5} = \frac{\frac{P_1V_0}{P_0}(tg\, 22,5)\cdot 2P_0\cdot V_1}{V_0} = P_1V_1\cdot 2\,tg\, 22,5 = 0,82\,P_1V_1$

Вариант 6 Задача N1 Чистовик Лист 1/6

Перейдем в систему отсчета, связанную с клином, учитывая что его ускорение – $a_к$



В ~~СО~~ СО клина, ускорение бруска направлено вдоль клина, а шарика – вдоль нити (иначе если его ускорение направлено не вдоль нити, то угол β будет менятся)

Причем в начальный момент времени их скорости 0, а далее скорости равны, т.к. их связывает нить, значит ускорения бруска и шарика тоже равны.

~~Из~~ Из-за перехода в неинерциальную СО на шарик действует сила $ma_к$, а на брусок $2ma_к$.

Тогда на ось перпендикулярную нити для шарика:

$$mg\sin\beta = ma_к\sin(90-\beta) = ma_к\cos\beta \Rightarrow g\,tg\beta = a_к$$

$$\cos\beta = \frac{12}{13} \Rightarrow \sin\beta = \frac{5}{13};\ tg\beta = \frac{5}{12}$$

$$\cos\alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow \cancel{\cos\beta}\ \sin\alpha = \frac{3}{5};\ tg\alpha = \frac{3}{4}$$

Значит $\boxed{a_к = g\cdot\frac{5}{12}}$

Ось вдоль нитки для шарика:

$$ma_1 = T - mg\cos\beta - ma_к\sin\beta$$

$$ma_1 = T - \frac{12}{13}mg - mg\frac{5}{12}\cdot\frac{5}{13} = T - mg\left(\frac{12}{13} + \frac{25}{12\cdot13}\right) \Rightarrow \frac{12^2+5^2}{12\cdot13} = \frac{13^2}{12\cdot13} = \frac{13}{12}$$

Ось вдоль нитки для бруска:

$$2ma_1 = 2mg\sin\alpha - 2ma_к\cos\alpha - T$$

$$2ma_1 = 2mg\frac{3}{5} - 2mg\cdot\frac{5}{12}\cdot\frac{4}{5} - T$$

$$2ma_1 = \frac{6}{5}mg - \frac{2}{3}mg - T$$

Подставим ma_1 из предыдущего уравнения.

$$2\left(T - mg\cdot\frac{13}{12}\right) = \frac{6}{5}mg - \frac{2}{3}mg - T$$

$$\frac{0{,}82\,P_1V_1 - 6P_1V_1 + 4{,}634\,P_2V_2}{0{,}82\,P_1V_1 - P_1V_1 - 0{,}366\,P_2V_2} =$$

$$P_2 = \frac{V_2 P_0\,tg\,15}{V_0}, \quad V_1 = V_2 \frac{\sin 22{,}5}{\cos 15} \Rightarrow V_1 \frac{\cos 15}{\sin 22{,}5} = V_2$$

$$\frac{-5{,}18\,P_1V_1 + 4{,}634\,P_2V_2}{-0{,}18\,P_1V_1 - 0{,}366\,P_2V_2} =$$

$$\cancel{P_2V_2 = \frac{V_2^2 P_0}{V_0}\,tg\,15 = V_1^2 \frac{\cos^2 15}{\sin^2 22{,}5}\,\frac{P_0}{V_0}\,tg\,15 = \frac{P_1V_0\,tg\,22{,}5}{P_0} \cdot V_1 \cdot \frac{\cos^2 15}{\sin^2 22{,}5} \cdot \frac{P_0}{V_0} \cdot tg\,15 =}$$

$$\cancel{V_0 = \frac{P_2V_0}{P_0\,tg\,15}} \qquad \cancel{P_2V_2 = \frac{P_2V_0}{P_0}}$$

$$\cancel{= P_1V_1\,tg\,22{,}5 \cdot \frac{\cos^2 15}{\sin^2 22{,}5} \cdot tg\,15 =} \quad \cancel{\cos}$$

$$P_2V_2 = \frac{P_1V_1 \cdot \sin 30}{\sin 45} \quad \text{из пункта 2}$$

$$= P_1V_1\,\frac{0{,}5}{\frac{\sqrt2}{2}} = P_1V_1 \cdot 0{,}71$$

Ответ: $$\frac{-5{,}18\,\cancel{P_1V_1} + 3{,}29\,\cancel{P_1V_1}}{-0{,}18\,\cancel{P_1V_1} - 0{,}25\,\cancel{P_1V_1}} = \frac{1{,}89}{0{,}43} = 4{,}39$$

21202735 (U166174 M1268288)

Часть 2

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

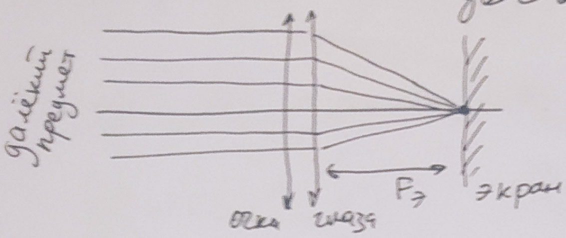
Шифр: **21202735**

ID профиля: **166174**

Вариант 6

Задача №5 Лист 3/6 Чистовик

~~Рас~~ Очки для рассматривания удаленных предметов — ~~ta~~ считается что ~~ходят~~ все лучи идут параллельно.



Когда глаза и очки вплотную друг к другу их оптические силы складываются.

Тогда экран расположен в фокусе ~~сис~~ системы глаза + очки, т.о. там собираются лучи

Пусть опт. сила ~~глаз~~ глаз D_1, а очков для дальних предметов D_2 $\Rightarrow F_э = \frac{1}{D_1+D_2}$, оптическая сила вторых очков D_3. Текст на расстоянии $d = 25см$.

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ Изображение текста должно попадать на экран на расстоянии $F_э = \frac{1}{D_1+D_2}$, фокус такой системы $\frac{1}{F} = D_1 + D_3$

$\frac{1}{25см} + \frac{1}{F_э} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{25см} + \cancel{D_1} + D_3 = \cancel{D_1} + D_2$

$D_2 = \frac{7}{3} D_3$

Отношение оптических сил равно $\frac{7}{3} \Rightarrow$ ~~$D_1 = \frac{7}{3} D_3$~~, иначе значения D_1 и D_2 будут отрицательны (из уравнения выше)

$\frac{1}{25см} + D_3 = \frac{7}{3} D_3 \Rightarrow \frac{1}{25см} = \frac{4}{3} D_3 \Rightarrow \boxed{D_3 = \frac{3}{100см}}$ $\boxed{D_2 = \frac{7}{100см}}$

~~Оптическая сила~~ для удалённых ~~предметов.~~

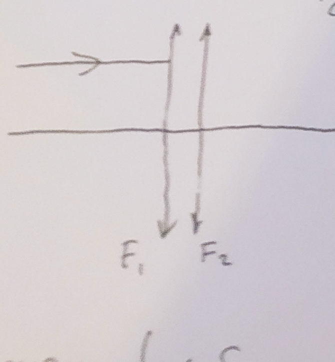
~~$D_2 = \frac{3}{1м} = 3$ дптр.~~

При расстоянии до ~~предмета~~ предмета 50см,

$\frac{1}{50см} + \cancel{F_э}\ \cancel{D_1} + D_4 = \cancel{D_1} + D_2$

$D_4 = D_3 - \frac{1}{50см} = \frac{7}{100см} - \frac{2}{100см} = \frac{5}{100см} = 5$ дптр — опт. сила очков для 50см

Докажем, что оптические силы складываются. Пустим параллельно главной оптической оси луч, тогда без второй линзы он бы собрался в фокусе первой линзы. Тогда ~~он~~ через вторую линзу пойдет сходящийся пучок, т.е. будто мнимое изображение на расстоянии F_1, тогда



$-\frac{1}{F_1} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_2} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} = D_1 + D_2$

В точке f соберутся лучи $\Rightarrow \frac{1}{f}$ — опт. сила системы $D = D_1 + D_2$

21202735 (U166174 M1268289)

Лист 4/6 чистовик

Пусть человек читает с расстояние x без очков, тогда

$\frac{1}{x} + \frac{1}{F_э} = \frac{1}{F}$ ~~где $\frac{1}{F_э} = D_1 + D_2$ — расстояние до экрана (до сетчатки глаза, где должны собраться лучи)~~

~~$\frac{1}{F} = D_1$ — оптическая сила глаза.~~

~~$\frac{1}{x} + D_1 + D_2$~~

~~$\frac{1}{x} + \cancel{D_1} = \cancel{D_1} + D_2$~~

~~$\frac{1}{x} = D_2 \Rightarrow x = \frac{1}{D_2}$~~

Оптическая сила второй линзы

$$D_2 = \frac{7}{3} D_3 = \frac{7}{100\,см} = 7\ дптр$$

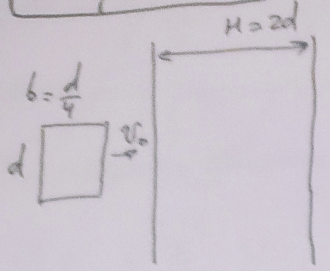
$$\frac{1}{x} + \cancel{D_1} = \cancel{D_1} + D_3$$

$$\frac{1}{x} = D_3$$

$$x = \frac{1}{D_3} = \frac{100}{7}\,см = 14{,}28\,см$$

Ответы: 2) ~~4~~ 5 дптр ; 2) 14,28 см, 7 дптр

(Вариант 6)   Задача №4   Лист 1/6 Чистовик



1) Сразу при входе в магнитное поле напряжение на рамке равно

$$U=\dot\Phi = B\dot S + \dot B S$$, где $\dot{}$ - производная по времени.

$\dot B=0$, т.к. поле не меняется

$$U=\dot\Phi = B\dot S = B\cdot\frac{dS}{dt} = B\cdot\frac{v_0 dt\cdot d}{\cancel{dt}} = Bv_0 d$$

Значит ток в рамке $I=\frac{U}{R}=\frac{Bv_0 d}{R}$

Тогда сила, которая действует на правую сторону рамки равна $F = \cancel{BIl} = BIl = Bd\cdot\frac{Bv_0 d}{R} = B^2d^2\frac{v_0}{R}$

Ускорение рамки $\boxed{a=\frac{F}{m} = B^2d^2\frac{v_0}{Rm}}$ (рамка тормозит)

Заметим, что сила Ампера на верхнюю и нижнюю стороны рамки направлена перпендикулярно направлению движения и на ускорение не влияет.

~~С таким ускорением~~ $a = B^2d^2\frac{v_0}{Rm}$ ~~рамка будет двигаться~~, ~~по~~ пока целиком не попадет внутрь поля, то есть $\dot S=0$.

Тогда ускорение действует до тех пор, когда рамка не пролетела расстояние $\frac{d}{4}=b$

~~$v_0 - \frac{at^2}{2} = b$~~ Движение равноускоренное, поэтому используем ~~формулу~~

$$\frac{v_к^2 - v_н^2}{2a} = S \Rightarrow v_к^2 = 2aS + v_н^2 \Rightarrow v_к = \sqrt{2aS+v_н^2}$$

„a" будем брать со знаком „−", т.к. рамка тормозит.

$$v_к = \sqrt{v_0^2 - 2\cdot\frac{d}{4}\cdot B^2d^2\frac{v_0}{Rm}} = \sqrt{v_0^2 - \frac{B^2d^3v_0}{2Rm}}$$

Такая же скорость будет сохранятся пока рамка не вылетит из поля, т.е. $v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{B^2d^3v_0}{2Rm}}$

2) ~~Сила, которая действует на рамку~~ как я уже посчитал равна $F=B^2d^2\frac{v}{R}$ (при текущей скорости v)

~~Тогда работа, которую~~ она совершает равна

$$dA = F dl = \frac{B^2d^2}{R} v_x dl$$

~~$A = \int dA = \int \frac{B^2 d^2}{R} v\, dl = \frac{B^2 d^2}{R} \int v\, dl$~~

~~Интеграл от $v\,dl$ это~~

~~в) Скорость рамки~~

2) $a = -\frac{B^2 d^2}{Rm} v$, заметим что $a = \frac{dv}{dt}$, $v = \frac{dx}{dt}$

Ускорение действует до тех пор, пока рамка целиком не попадет в поле, т.е. $\dot{S} = 0$

$$\frac{dv}{\cancel{dt}} = -\frac{B^2 d^2}{Rm} \frac{dx}{\cancel{dt}} \Rightarrow dv = -\frac{B^2 d^2}{Rm} dx$$

$$\int dv = -\int \frac{B^2 d^2}{Rm} dx = -\frac{B^2 d^2}{Rm} \int dx \Rightarrow \Delta v = -\frac{B^2 d^2}{Rm} \Delta x$$

(Везде пишем минус, т.к. рамка тормозит)

Рамка целиком попадет в поле, когда пролетит расстояние $b = \frac{d}{4} \Rightarrow \Delta x = \frac{d}{4}$

$\Delta v = -\frac{B^2 d^2}{Rm} \frac{d}{4}$; $\Delta v = v_к - v_н$, $v_н = v_0$ – начальная скорость.

$$v_к = v_0 - \frac{B^2 d^2}{Rm} \frac{d}{4} = v_0 - \frac{B^2 d^3}{4Rm}$$ – ответ по второму пункту.

(когда рамка целиком в поле скорость не меняется)

3) Найдем скорость, когда рамка целиком вылетит из поля. Из пункта 2: $\Delta v = \frac{B^2 d^2}{Rm} \Delta x$, только теперь знак плюс, т.к. рамка разгоняется. $\Delta x = \frac{d}{4} = b$

$$v_к - v_н = \frac{B^2 d^3}{4Rm}$$

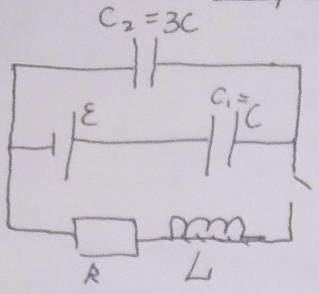
$$v_к = v_н + \frac{B^2 d^3}{4Rm} = \left(v_0 - \frac{B^2 d^3}{4Rm}\right) + \frac{B^2 d^3}{4Rm} = v_0$$

Значит конечная и начальная скорость при пролёте равны.

Ответы: $a = B^2 d^2 \frac{v_0}{Rm}$; $v_1 = v_0 - \frac{B^2 d^3}{4Rm}$; $v_2 = v_0$

21202735 (U166174 M1268289)

Вариант 6 | Задача №3 Лист 5/6
Чистовик



1) Сразу после замыкания ток через катушку, а значит и через резистор 0.

До замыкания режим установился, значит $\mathcal{E} = U_1 + U_2$, где U_1 и U_2 — напряжения конденсаторов. Т.к. они подключены последовательно, то заряды на них равны.

$U_1 = \frac{q}{C}$, $U_2 = \frac{q}{3C}$

$$\mathcal{E} = \frac{q}{C} + \frac{q}{3C} = \frac{3q}{3C} + \frac{q}{3C} = \frac{4q}{3C} \Rightarrow q = \frac{3\mathcal{E}C}{4}$$

Откуда $U_1 = \frac{3}{4}\mathcal{E}$, $U_2 = \frac{\mathcal{E}}{4}$

Тогда сразу после замыкания напряжение на катушке $L\frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - U_1 - IR$; $I = 0 \Rightarrow L\frac{dI}{dt} = \frac{1}{4}\mathcal{E}$

$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{4L}$ — скорость возрастания тока в первый момент времени.

2) ~~В установившемся режиме ток 0, т.к иначе заряд на конденсаторах будет меняться или будет постоянно выделяться тепло на резисторе.~~

~~В установившемся режиме ток через катушку не меняется значит напряжение на ней 0.~~

В установившемся режиме ток через резистор 0, иначе бы тепло выделялось постоянно. Тогда ток через катушку тоже 0, и он не меняется, значит напряжение на резисторе и катушке 0, т.е. $\mathcal{E} - U_1 = 0$; $U_2 = 0$.

Тогда закон сохранения энергии:

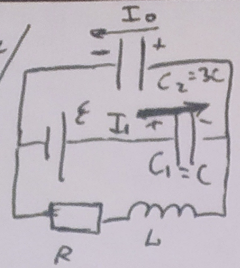
В начале $\frac{C \cdot \left(\frac{3}{4}\mathcal{E}\right)^2}{2} + \frac{3C\left(\frac{1}{4}\mathcal{E}\right)^2}{2} = \frac{9}{32}C\mathcal{E}^2 + \frac{3}{32}C\mathcal{E}^2 = \frac{12}{32}C\mathcal{E}^2 = \frac{3}{8}C\mathcal{E}^2$

В конце изменение заряда C_1 равно заряду, протекшему через батарейку, $q_1 = C\mathcal{E} \Rightarrow$ Энергия конденсатора $\frac{C\mathcal{E}^2}{2}$, работа батарейки $\mathcal{E}\left(C\mathcal{E} - \frac{3}{4}C\mathcal{E}\right) = \frac{1}{4}C\mathcal{E}^2$

Тогда тепла выделилось $Q = \frac{3}{8}C\mathcal{E}^2 + \frac{1}{4}C\mathcal{E}^2 - \frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{8}$

21202735 (U166174 M1268289)

Чистовик/
Лист 6/6



Рассмотрим контур из $\mathcal{E}$ и двух конденсаторов

По правилам Кирхгофа

$\mathcal{E} + U_1 + U_2 = 0$ (с учетом знаков)

Тогда продифференцируем по времени это выражение

$\dot{U}_1 + \dot{U}_2 = 0$ $U_1 = \frac{q}{C}$, $U_2 = \frac{q}{3C}$ $\bullet$ — производная по времени.

Тогда $\dot{U}_2 = \frac{\dot{q}}{3C} = \frac{I}{3C}$, $\dot{U}_1 = \frac{\dot{q}}{C} = \frac{I}{C}$

Значит ток через ~~резистор~~ C выражается так:

$\frac{I_0}{3C} + \frac{I_1}{C} = 0 \Rightarrow$ $I_1 = -\frac{I_0}{3}$ (знак означает направление, см. картинку)

Тогда по правилу Кирхгофа про сумму токов, через R пойдет ток $\frac{4}{3}I_0$, значит напряжение на нём $\frac{4}{3}I_0R$

Ответы: 1) $\frac{\mathcal{E}}{4L}$; 2) $\frac{C\mathcal{E}^2}{8}$; 3) $\frac{4}{3}RI_0$