Часть 1

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

Шифр: **21201860**

ID профиля: **322211**

Вариант 7

$$Q_- = \Delta U_{A2} + A_{A2}$$

$$\Delta U_{A2} = \frac{3}{2}\left(x p_0 \sin\alpha \cdot x V_0 \cos\alpha - x p_0 \sin 15^\circ \cdot x V_0 \cos 15^\circ \right) =$$

$$= \frac{3}{2} x^2 p_0 V_0 \left(\frac{\sqrt{15}}{8} - \frac{1}{4} \right)$$

$A_{A2} =$

5) $\alpha = \arccos\sqrt{\frac{5}{8}} \simeq 37{,}8^\circ \simeq 38^\circ$

тк $A_{A2} = \pi x^2 p_0 V_0 \left(\frac{38-15}{360} \right) - \frac{1}{2} x V_0 \sin 30^\circ \left(\frac{x p_0 \sin 30^\circ}{\cos\alpha} \cdot \sin\alpha - \frac{x p_0 \sin 30^\circ}{\cos\alpha} \cdot \sin 15^\circ \right) =$

$$= \pi x^2 p_0 V_0 \cdot 0{,}064 - \frac{1}{2} x^2 p_0 V_0 \frac{1}{4}\left(\sqrt{\frac{3}{5}} - \sqrt{\frac{8}{5}} \cdot \sin 15^\circ \right)$$

$$Q_- = \frac{3}{2} x^2 p_0 V_0 \left(\frac{\sqrt{15}}{8} - \frac{1}{4} \right) + \left(0{,}064\pi - \frac{1}{8}\left(\sqrt{\frac{3}{5}} - \sqrt{\frac{8}{5}} \sin 15^\circ \right) \right) \cdot x^2 p_0 V_0$$

тк $\eta = 1 - \frac{Q_-}{Q_+} =$

$$= 1 - \frac{\frac{3}{2}\left(\frac{\sqrt{15}}{8} - \frac{1}{4} \right) + \left(0{,}064\pi - \frac{1}{8}\left(\sqrt{\frac{3}{5}} - \sqrt{\frac{8}{5}} \sin 15^\circ \right) \right)}{\frac{3}{2}\left(\frac{\sqrt{15}}{8} - \frac{\sqrt{3}}{4} \right) + \frac{1}{4}\left(\frac{\pi}{2} - \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{5}} \right) \right)}$$

Ответ: 1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2} \approx 0{,}732$

2) $\operatorname{tg}\alpha = \sqrt{\frac{3}{5}} \simeq 0{,}775$.

3) $\eta = \frac{Q_+ - Q_-}{Q_+} = 1 - \frac{Q_-}{Q_+}$ – выражение в конце задачи.

Аналогично слева от т. А тепло подаётся – Анализ участка 1–2 (верхний участок).

5) Т.к. теплообмен с окр. средой на нижнем уч. графика (2–1) пренебрежимо мал, то

$$\eta = \frac{A_T}{Q_+} = \frac{Q_+ - Q_-}{Q_+} = 1 - \frac{Q_-}{Q_+}$$ – КПД

данного процесса, где Q_+ – поданное тепло на уч. 1–А, Q_- – отданное на уч. А–2, на уч. 2–1 ~~тепло~~ тепло не подавалось.

зн.

$$Q_+ = Q_{1A} = A_{1A} + \Delta U_{1A}$$

$$\Delta U_{A} = \frac{3}{2}(p_A V_A - p_1 V_1) =$$

$$= \frac{3}{2}(x p_0 \sin\alpha \, x V_0 \cos\alpha - x p_0 \cos 30^\circ \, x V_0 \sin 30^\circ) =$$

$$= \frac{3}{2} x^2 p_0 V_0 \left(\frac{1}{2} \sin\alpha \cos\alpha - \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$A = \frac{1}{2}\pi x^2 p_0 V_0 \cdot \frac{(90^\circ - 45^\circ)}{360^\circ} =$$

$$= \pi x^2 p_0 V_0 \frac{45}{360} = \frac{1}{8}\pi x^2 p_0 V_0$$ – площ. сектора 1–А.

$$\frac{1}{2} x p_0 \cdot \sin 30^\circ \cdot \left(x V_0 \cos 30^\circ - \frac{x V_0 \sin 30^\circ}{\cos\alpha}\right) =$$

$$= \frac{1}{2} x^2 p_0 V_0 \frac{1}{2}\left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\frac{1}{2}}{\sqrt{\frac{5}{8}}}\right) =$$

$$= \frac{1}{4} x^2 p_0 V_0 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{5}}\right) =$$

$$= \frac{1}{4} x^2 p_0 V_0 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{5}}\right)$$ – площ. треуг. ОАВ.

зн. $$A_{1A} = \frac{1}{8}\pi x^2 p_0 V_0 - \frac{1}{4}\left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{5}}\right) x^2 p_0 V_0$$

Тогда:

$$Q_+ = \frac{3}{2}\left(\frac{\sqrt{15}}{8} - \frac{\sqrt{3}}{4}\right) x^2 p_0 V_0 + \frac{1}{4}\left(\frac{\pi}{2} x^2 p_0 V_0 - \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{5}}\right) x^2 p_0 V_0\right)$$

3) Пусть угол между рад., провед. в соотв. точку A и гориз. осью α, тогда
Пусть давление изменится на dV,
тогда объём изменится на ~~[illegible]~~ dp
так что $\frac{dp}{dV} = -tg(\frac{\pi}{2} - \alpha) = -ctg\alpha$ —
— с учетом разных знаков dp и dV.

(~~но $tg\alpha = \frac{p}{V}$ — в данной точке, тогда:~~
~~$\frac{V}{p} = ctg\alpha = -\frac{dp}{dV}$~~)

т.к. теплоёмкость в данной точке 0,
то $dQ = CdT = 0 = dA + dU$

$dA = pdV$

$dU = \frac{3}{2}\cancel{\nu R dT} = \frac{3}{2}\nu R dT = \frac{3}{2}d(pV) =$

$= \frac{3}{2}(pdV + Vdp)$

зн $pdV + \frac{3}{2}(pdV + Vdp) = 0$.

$\frac{5}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp = 0$.

$pdV = -\frac{3}{5}Vdp$

$\frac{p}{V} = -\frac{3}{5}\frac{dp}{dV} = +\frac{3}{5}ctg\alpha \leftarrow$ с учетом знака $-\frac{dp}{dV}$ и $ctg\alpha$

$tg\alpha = \frac{p}{V}$: $tg\alpha = +\frac{3}{5}ctg\alpha$

$tg^2\alpha = \frac{3}{5}$

$\sin^2\alpha = \frac{3}{5}\cos^2\alpha$

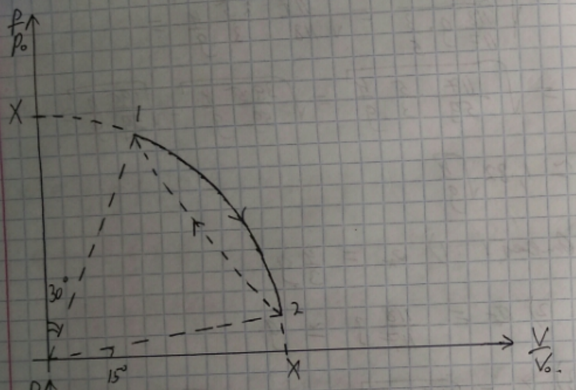
зн $\cos^2\alpha + \frac{3}{5}\cos^2\alpha = 1$.

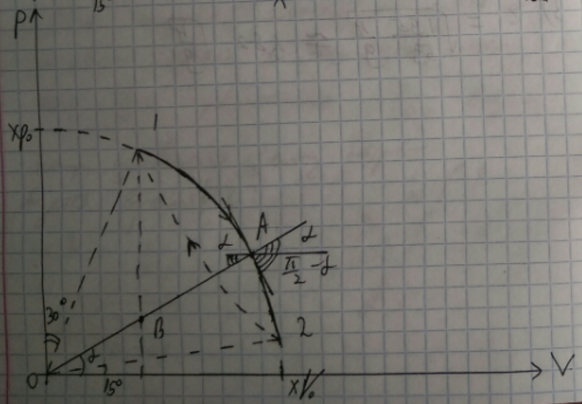
$\cos^2\alpha = \frac{5}{8}$

$\sin^2\alpha = \frac{3}{8}$.

4) В точке ~~слева~~ справа от точки A при том же dV dp будет больше по модулю, т.к. угол между данной точкой и гориз. осью уменьш. на $d\alpha$
$tg(\alpha - d\alpha) < tg(\alpha)$ — в точке ~~слева~~ справа
зна $ctg(\alpha - d\alpha) > ctg(\alpha)$ зн
$5pdV + 3Vdp < 0$, зн
тепло ~~[illegible]~~ ~~слева~~ справа от т. A забирается, дост

№2.





Решение

1) Пусть в точках пересечения графика процесса с осями коорд. $\frac{p}{p_0} = X$ и т.к. граф. проц. – часть окр-ти, то $\frac{V}{V_0} = X$.

2) Ур-ие Менделеева – Клапейрона:

в т. 1: $\cos 30° \cdot Xp_0 \cdot \sin 30° XV_0 = \nu R T_1$

в т. 2: $\sin 15° \cdot Xp_0 \cdot \cos 15° XV_0 = \nu R T_2$

ν – кол-во газа:

$$T_1 = \frac{1}{2} \sin 60° \frac{X^2}{\nu R} p_0 V_0 = \frac{\sqrt{3}}{4} \frac{X^2}{\nu R} p_0 V_0$$

$$T_2 = \frac{1}{2} \sin 30° \frac{X^2}{\nu R} p_0 V_0 = \frac{1}{4} \frac{X^2}{\nu R} p_0 V_0$$

зн. $$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{4} \frac{X^2}{\nu R} p_0 V_0 - \frac{1}{4} \frac{X^2}{\nu R} p_0 V_0}{\frac{1}{4} \frac{X^2}{\nu R} p_0 V_0} =$$

$= \sqrt{3} - 1 \simeq 0,732$ – отношение разности температур в сост. 1 и 2 к темп. в сост. 2.

$$a_б = \frac{2}{3}\left(\frac{4}{3}g\cdot\left(\frac{4}{5}+\frac{1}{2}\cdot\frac{5}{13}\right)+g\cdot\left(\frac{3}{5}-\frac{1}{2}\cdot\frac{12}{13}\right)\right)$$

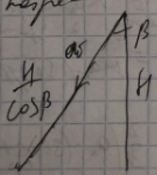
$$a_б = \frac{2}{3}g\left(\frac{16}{15}+\frac{10}{3\cdot 13}+\frac{9}{15}-\frac{6}{13}\right)$$

$$a_б = \frac{2}{3}g\left(\frac{25}{15}+\frac{10-18}{3\cdot 13}\right)$$

$$a_б = \frac{2}{3}g\left(\frac{5}{3}-\frac{2}{13}\right) = \frac{2}{3}g\left(\frac{13\cdot 5-3\cdot 2}{3\cdot 13}\right) =$$

$$= \frac{2}{3}g\left(\frac{65-6}{3\cdot 13}\right) = \frac{59\cdot 2}{9\cdot 13}g = \frac{118}{117}g \simeq g$$

4) Т.к. шарик должен пролететь из состояния покоя с ~~тк~~ ускорением $a_б = \frac{118}{117}g$ расстояние $\frac{H}{\cos\beta}$ вдоль напр движения, ему потребуется время τ:



$$\frac{a_б\tau^2}{2} = \frac{H}{\cos\beta}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_б\cos\beta}}$$

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{\frac{118}{117}g\cdot\frac{3}{5}}} = \sqrt{\frac{117}{118}\cdot\frac{2\cdot 5}{3}\frac{H}{g}} =$$

$$= \sqrt{\frac{117}{59}\cdot\frac{5}{3}\frac{H}{g}} = \sqrt{\frac{39\cdot 5}{59}\frac{H}{g}} = \sqrt{\frac{195}{59}\frac{H}{g}} \simeq$$

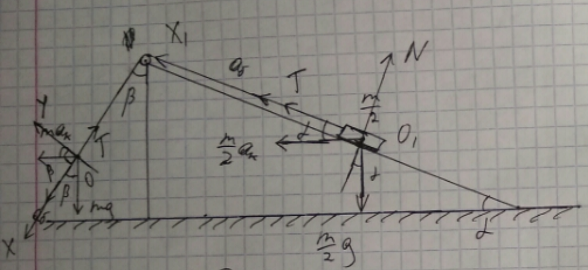
$$\simeq 1,82\sqrt{\frac{H}{g}}$$

Ответ: 1) $a_к = \frac{4}{3}g$

2) $a_б = \frac{118}{117}g \simeq g$

3) $\tau = \sqrt{\frac{195}{59}\frac{H}{g}} \simeq 1,82\sqrt{\frac{H}{g}}$.

№1.



Решение.

1) Перейду в Не ИСО связанную с клином, в ней клин покоится, тела совершают движение под действием сил, указанных на рисунке.

2) II-ой зак. Ньютона в проекции на перп. нити, соед. шарик и блок:

$ma_x \cdot \sin(\frac{\pi}{2}-\beta) = mg \cdot \sin\beta.$

$a_x \cdot \cos\beta = g\sin\beta$

$a_x = tg\beta \cdot g$

$tg\beta = \frac{\sin\beta}{\cos\beta} = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{5}} = \frac{4}{3}$

зн. $a_x = \frac{4}{3}g$

3) Пусть ускорение бруска относительно клина $a_б$, т.к. нить нерастяжимая, то шарик движется с тем же ускорением под углом β к стенке клина, т.к. нить невесома, то сила нат. нити
(лёгкая усл.)
$T = const$ в любом месте нити
II-ой зак. Ньютона:

бруска: O_1X_1:

$\frac{m}{2}a_б = T + \frac{m}{2}a_x\cos\alpha - \frac{m}{2}g\sin\alpha$

шарик: OX:

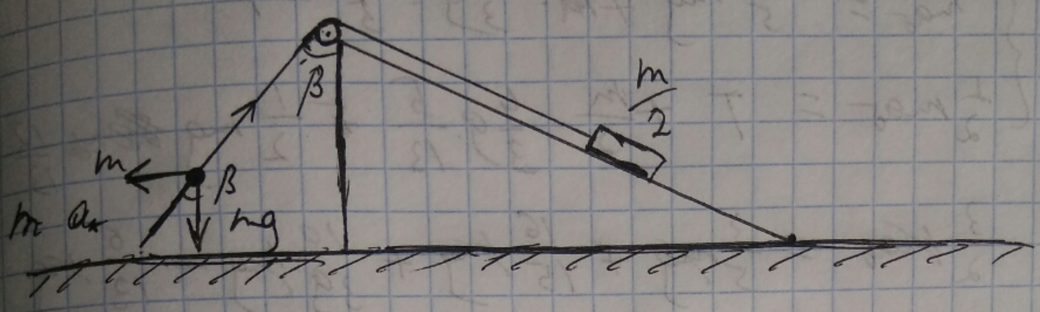
$ma_б = ma_x\sin\beta + mg\cos\beta - T$

сложу 2 ур-ия:

$\frac{3}{2}\cancel{m}a_б = \cancel{m}a_x(\sin\beta + \frac{1}{2}\cos\alpha) + \cancel{m}g(\cos\beta - \frac{1}{2}\sin\alpha)$

$a_б = \frac{2}{3}(a_x \cdot (\sin\beta + \frac{1}{2}\cos\alpha) + g(\cos\beta - \frac{1}{2}\sin\alpha))$

~~$a_б = \frac{2}{3}($~~

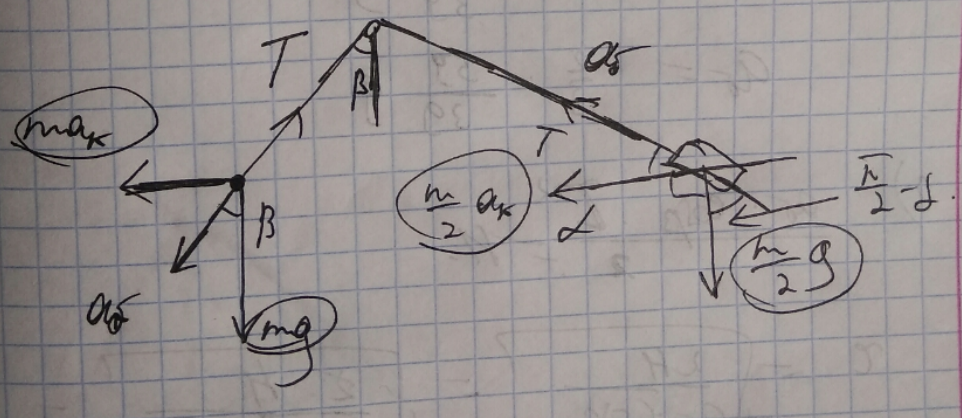


1) в не ИСО: $tg\beta = \frac{ma_x}{mg} = \frac{a_x}{g}$

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

$\frac{4}{3} = \frac{a_x}{g} \Rightarrow a_x = \frac{4}{3}g$

2)



на нить:

$$\begin{cases} m a_б = mg\cos\beta + ma_x\sin\beta - T \\ \frac{m}{2} a_б = T - \frac{mg}{2}\cdot\cos\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right) + \frac{ma_x}{2}\cos\alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} ma_\delta = \frac{3}{5}mg + \cancel{m}\cdot\frac{4}{3}g\cdot\frac{4}{5} - T \\ \frac{1}{2}ma_\delta = T + \frac{m}{2}\cdot\frac{4}{3}g\cdot\frac{5}{13} - \frac{1}{2}mg\,\frac{12}{13} \end{cases}$$

$\cos\alpha = \frac{5}{13}$

$\sin\alpha = \frac{12}{13}$

$$\frac{3}{2}ma_\delta = \frac{3}{5}mg + \frac{16}{15}mg + \frac{10}{39}mg - \frac{6}{13}mg.$$

$$\frac{3}{2}a_\delta = \frac{9}{15}g + \frac{16}{15}g + \frac{10-18}{39}g$$

$$\frac{3}{2}a_\delta = \frac{25}{15}g - \frac{6}{39}g$$

$$\frac{3}{2}a_\delta = \left(\frac{5}{3} - \frac{2}{13}\right)g = \frac{5\cdot13 - 3\cdot2}{3\cdot13}g$$

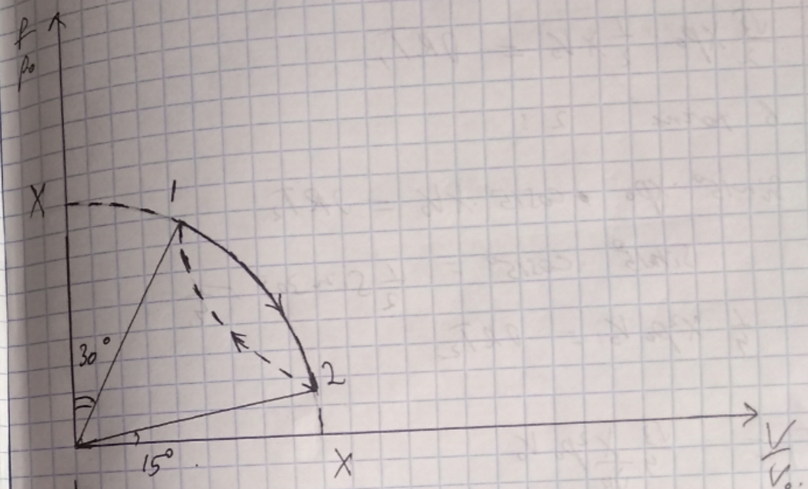
$$\frac{3}{2}a_\delta = \frac{65-6}{39}g$$

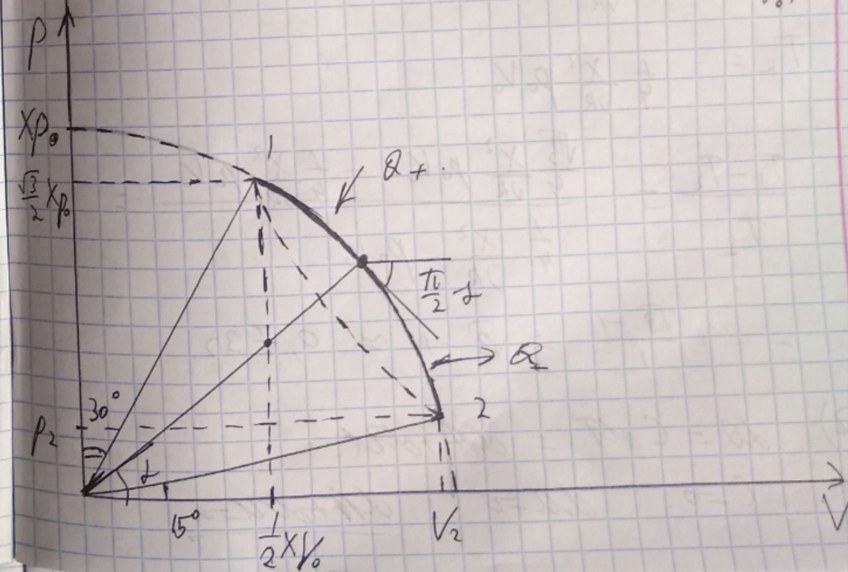
$$a_\delta = \frac{2}{3}\cdot\frac{59}{39}g$$

3) $\frac{a_\delta\cdot\cos\beta\cdot\tau^2}{2} = H.$

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_\delta\cdot\cos\beta}} = \sqrt{\frac{2\cdot H}{\frac{2}{3}\cdot\frac{59}{39}\cdot\frac{3}{5}g}} =$$

$$= \sqrt{\frac{H}{g}\cdot\frac{39\cdot5}{59}}$$





Решение.

1) в точке 1:

$\frac{\sqrt{3}}{2} x p_0 \cdot \frac{1}{2} x V_0 = \nu R T_1.$

в точке 2:

$\sin 15^\circ \cdot x p_0 \cdot \cos 15^\circ \cdot x V_0 = \nu R T_2$

$\sin 15^\circ \cdot \cos 15^\circ = \frac{1}{2} \sin 30^\circ = \frac{1}{4}.$

$\frac{1}{4} x^2 p_0 V_0 = \nu R T_2.$

$T_1 = \frac{\sqrt{3}}{4} \frac{x^2}{\nu R} p_0 V_0$

$T_2 = \frac{1}{4} \frac{x^2}{\nu R} p_0 V_0$

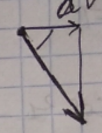
$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{4} \frac{x^2}{\nu R} p_0 V_0 - \frac{1}{4} \frac{x^2}{\nu R} p_0 V_0}{\frac{1}{4} \frac{x^2}{\nu R} p_0 V_0} =$$

$$= \frac{\sqrt{3} - 1}{1} = \sqrt{3} - 1 \approx 0,732.$$

2) $dQ = C dT = dA + dU.$

$C = 0$: $dQ = 0$: $dA + dU = 0$

$dU = \frac{3}{2} \nu R dT =$ $\frac{\pi}{2} - \alpha$



$= \frac{3}{2} d(pV) =$

$= \frac{3}{2} (p dV + V dp)$

$dA = p dV$

если: $p dV + \frac{3}{2}(p dV + V dp) = 0.$

$\frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp = 0.$

$p dV = -\frac{3}{5} V dp.$

$\frac{dV}{V} = -\frac{3}{5} \frac{dp}{p}.$

$\frac{p}{V} = -\frac{3}{5} \frac{dp}{dV} = +\frac{3}{5} tg\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = +\frac{3}{5} ctg\,\alpha.$

$p = \sin\alpha \cdot x p_0$

$V = \cos\alpha \cdot x V_0.$

$tg\,\alpha = +\frac{3}{5} ctg\,\alpha$

$tg^2\alpha = +\frac{3}{5},$

$tg\,\alpha = \sqrt{\frac{3}{5}} \Rightarrow \sin\alpha = \sqrt{\frac{3}{5}} \cos\alpha$

1/296

$\cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1.$

$\cos^2\alpha + \frac{3}{5}\cos^2\alpha = 1.$

$\frac{8}{5}\cos^2\alpha = 1$

$\cos\alpha = \sqrt{\frac{5}{8}}$

3) $\eta = \frac{A_r}{Q_+}$

если 2-1 – адиабата, то,

$A_r = Q_+ - Q_-.$

$\eta = 1 - \frac{Q_-}{Q_+}.$

Часть 2

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

Шифр: **21201860**

ID профиля: **322211**

Вариант 7

$$\frac{1}{S}+\frac{1}{l}=\frac{1}{F_r}+D_{из}$$

$$D_{из}=\frac{1}{S}+\frac{1}{l}-\frac{1}{F_r}=\cancel{\frac{1}{S}}+\frac{1}{l}-\frac{1}{x}-\cancel{\frac{1}{S}}$$

из (1): $\frac{1}{x}+\frac{1}{S}=\frac{1}{F_r}$.

$$D_{из}=\frac{1}{l}-\frac{1}{x}$$

$x=\frac{2}{3}d$; $l=2d$ – в числах:

$$D_{из}=\frac{1}{2d}-\frac{1}{\frac{2}{3}d}=\frac{1}{2d}-\frac{3}{2d}=$$

$$=-\frac{2}{2d}=-\frac{1}{d}=-\frac{1}{0{,}25м}=-4\text{ дптр.}$$

Ответ: 1) $x\simeq16{,}7$ см – расст., с кот. человек может прочит. текст без очков.

~~2) $D_{из}=-4$ дптр~~

$$D_{л2}=\frac{1}{F_{л2}}=\frac{1}{-\frac{2d}{3}}=-\frac{3}{2}\frac{1}{d}=-6\text{ дптр.}$$

опт. сила линзы для рассмотр. уд. объектов.

2) $D_{из}=-4$ дптр – оптическая сила очков для работы на компьютере

13

при рассматривании экрана с расстояния $l=50$ см.

В задаче я учёл, что глаз фокусирует лучи в некоторой точке за глазом, и там он считывает изображение, для для нормальной видимости изобр. оптическая система из глаза и линз должна ~~фокусировать~~ создавать изобр. предметов именно на этом расстоянии ~~за~~ S (в задаче не треб. его ~~находить~~) – так я составлял ур-ия ~~для тонких линз~~. с формулой тонкой линзы.

14

из (1) и (3):

$$\frac{1}{x} + \cancel{\frac{1}{F_г}} + \frac{1}{F_{л2}} = \cancel{\frac{1}{F_г}}$$

$$\frac{1}{F_{л2}} = -\frac{1}{x} = D_{л2}$$

Т.к. x явно положительно — расстояние с которого близорукий человек четко видит предметы, то $D_{л2} = -\frac{1}{x} < 0$.

но $\frac{D_{л1}}{D_{л2}} > 0$ — по усл., зн. $D_{л1} < 0$

из (2) и (3):

$$\cancel{\frac{1}{F_г}} + \frac{1}{F_{л2}} + \frac{1}{d} = \cancel{\frac{1}{F_г}} + \frac{1}{F_{л1}}$$

$$\frac{1}{F_{л1}} = \frac{1}{F_{л2}} + \frac{1}{d}$$

зн. $\left|\frac{1}{F_{л1}}\right| < \left|\frac{1}{F_{л2}}\right|$ т.к. $\frac{1}{d} > 0$, $d = 25$ см

зн. $\frac{D_{л2}}{D_{л1}} = 3$

11

$$\frac{D_{л2}}{D_{л1}} = \frac{\frac{1}{F_{л2}}}{\frac{1}{F_{л1}}} = \frac{F_{л1}}{F_{л2}} = 3.$$

$F_{л1} = 3F_{л2}$.

зн. $\frac{1}{3F_{л2}} - \frac{1}{F_{л2}} = \frac{1}{d}$.

$$-\frac{2}{3F_{л2}} = \frac{1}{d}$$

$F_{л2} = -\frac{2}{3}d = -16,7$ см.

$F_{л1} = -2d = -50$ см.

Т.к. $\frac{1}{x} = -\frac{1}{F_{л2}}$ — нашёл ранее, то

$x = -F_{л2} = \frac{2}{3}d \simeq 16,7$ см.

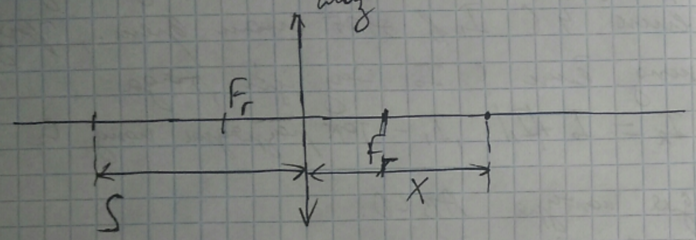
3) Пусть $l = 50$ см — расстояние до компьютера, тогда:

$$\frac{1}{S} + \frac{1}{l} = \frac{1}{F_г} + \frac{1}{F_{л3}}$$

Будем искать $\frac{1}{F_{л3}} = D_{л3}$ — опт. сила искомой линзы.

12

№5.



Решение

1) Пусть расстояние до ~~сетчатки~~ области, где формируются изображения предметов в глазу S, фокусное расстояние глаза $F_г$ - неизменно, т.к. по усл глаз имеет практически нулевой предел аккомодации.

Пусть $F_{л1}$ - фокусное расстояние линзы для чтения текста с расстояния 25 см, $F_{л2}$ - фокусное расстояние линзы для рассмотрения удалённых объектов.

2) $\frac{1}{x} + \frac{1}{S} = \frac{1}{F_г}$

$\frac{1}{S} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F_г} + \frac{1}{F_{л1}}$, $d = 25$ см

глаз и очки расположены почти вплотную, поэтому можно складывать их оптические силы.

$\frac{1}{S} + \frac{1}{\infty} = \frac{1}{F_г} + \frac{1}{F_{л2}}$.

$\frac{1}{S} = \frac{1}{F_г} + \frac{1}{F_{л2}}$

$D_{л1} = \frac{1}{F_{л1}}$

$D_{л2} = \frac{1}{F_{л2}}$

$$\begin{cases} \frac{1}{x} + \frac{1}{S} = \frac{1}{F_г} & (1) \\ \frac{1}{S} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F_г} + \frac{1}{F_{л1}} & (2) \\ \frac{1}{S} = \frac{1}{F_г} + \frac{1}{F_{л2}} & (3) \end{cases}$$

21201860 (U322211 M1264364)

чистовик

энергия конденсатора ёмк. C_2 в конце процесса 0, т.к. напр на нём 0 — из обхода контура ABCD

Из ЗСЭ:

$$q_0^2\left(\frac{1}{8C}+\frac{1}{2C}\right)+\left(C\varepsilon-\frac{4}{5}C\varepsilon\right)\varepsilon=Q+\frac{C^2\varepsilon^2}{2C}$$

$$\frac{16}{25}C^2\varepsilon^2\left(\frac{5}{8C}\right)+\frac{1}{5}C\varepsilon^2=Q+\frac{C^2\varepsilon^2}{2C}$$

$$\frac{2}{5}C\varepsilon^2+\frac{1}{5}C\varepsilon^2=\frac{C\varepsilon^2}{2}+Q$$

$$Q=\frac{3}{5}C\varepsilon^2-\frac{5}{10}C\varepsilon^2=\frac{1}{10}C\varepsilon^2.$$

4)

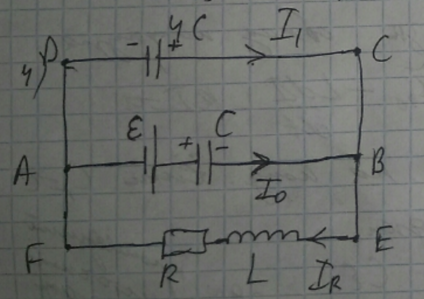


рис. 2

7

~~4) Цепь через~~

чистовик

4) Нарисую цепь, пусть ток через конд. ёмк. 4C I_1 в этот мом. врем., через конд ёмк C I_0 — из усл., тогда

$I_R = I_0 + |I_1|$, I_1 — ток разрядки конд. C_2

для контура ABCD:

$$\varepsilon - U_C - U_{4C} = 0$$

$$\varepsilon - \frac{q_C}{C} - \frac{q_{4C}}{4C} = 0$$

$$\frac{d\varepsilon}{dt} - \frac{1}{C}\frac{dq_C}{dt} - \frac{1}{4C}\frac{dq_{4C}}{dt} = 0$$

$$0 - \frac{1}{C}I_0 - \frac{1}{4C}I_1 = 0$$

$I_1 = -4I_0$ — зн. токи на рис указ. верно I_0 — ток зарядки конд. ёмк. 4C, I_1 — ток разрядки конд. ёмк. C

$$I_R = I_0 + |I_1| = 5I_0$$

Ответ: 1) $\frac{dI}{dt} = \frac{1}{5}\frac{\varepsilon}{L}$ 2) $Q = \frac{1}{10}C\varepsilon^2$

3) $I_R = 5I_0$ — напр. указ. на рис. 2

8

21201860 (U322211 M1264364)

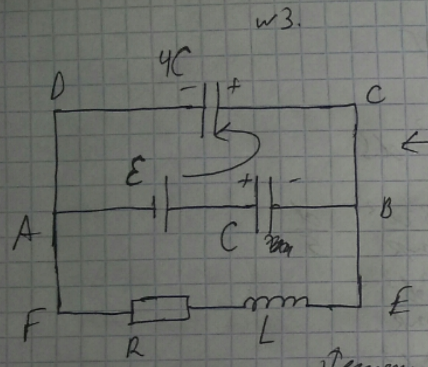


рис. 1.

← учёл, что конденсаторы изнач не заряжены

Решение

1) Пусть изначально на конд. заряд q_0, тогда по правилу Кирхгоффа:

$$\frac{q_0}{C} + \frac{q_0}{4C} = \mathcal{E}$$ — обход контура ABCD

$$\frac{5q_0}{4C} = \mathcal{E} \Rightarrow q_0 = \frac{4}{5}C\mathcal{E}$$

$$U_C = \frac{q_0}{C} = \frac{4}{5}\mathcal{E}$$

$$U_{4C} = \frac{q_0}{4C} = \frac{1}{5}\mathcal{E}.$$

2) Обход контура DCEF:

чистовик

$$U_{4C} - L\frac{dI}{dt} - RI = 0.$$

в нач. мом. врем. $I = 0$:

$$U_{4C} = L\frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{U_{4C}}{L} = \frac{1}{5}\frac{\mathcal{E}}{L}$$ — скор. возраст. тока в катушке сразу после замык. ключа

3) Т.к. источник включен послед. с конд. $C_1 = C$, то токи в конце перезарядки конд. не текут, зн. обход контура ABEF: $\mathcal{E} - \tilde{U}_{4C} - L\frac{dI}{dt} - RI = 0.$

$\tilde{U}_{4C} = \mathcal{E}$ — напр. на конд. ёмк. $C_1 = C$ в конце перезарядки.

$$q_{4C} = \tilde{U}_{4C} \cdot C = C\mathcal{E}.$$

тогда ЗСЭ процесса: зар. прошедший через источник в нач. напр.

$$\frac{q_0^2}{2\cdot C_2} + \frac{q_0^2}{2C_1} + (q_C - q_0)\mathcal{E} = Q + 0 + \frac{q_C^2}{2C_1}$$

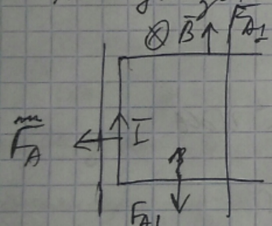
чистовик

$\Phi = const$

$\frac{d\Phi}{dt} = 0$, зн. $\mathcal{E}_i = 0$, зн.

тока через рамку нет и рамка
движется поступательно со скор. v_1
в том же напр., что и в начале.

3) При въезде левой стороны рамки
в поле ток указан на рис.



Токи расставлены по ~~учётом~~ правилу Ленца.

Аналогично 2):

$$m\frac{dv}{dt} = -F_A$$

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{Bd}{m} I$$

чистовик

3

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{B^2d^2}{mR} v$$

$$dv = -\frac{B^2d^2}{mR} dS$$

$$(v_2 - v_1) = -\frac{B^2d^2}{mR} \cdot \frac{d}{5}$$

$$v_2 = v_1 - \frac{B^2d^3}{5mR}.$$

$$v_2 = v_0 - \frac{2B^2d^3}{5mR}.$$

Ответ: 1) $|a| = \frac{B^2d^2}{mR} v_0$ — по мод.,
напр. против ск-ти.

2) $v_1 = v_0 - \frac{B^2d^3}{5mR}$

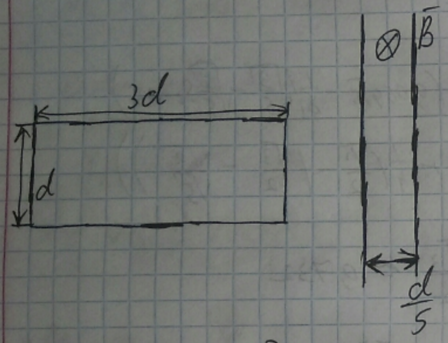
3) $v_2 = v_0 - \frac{2B^2d^3}{5mR}$.

В ~~реш~~ решении было учтено,
что $b = 3d > H = \frac{d}{5}$, поэтому
сначала рамка въезжает в поле правой
стор., затем выезжает ею и въезжает
левой.

чистовик

4

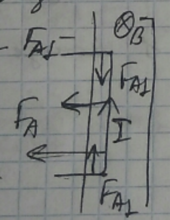
№4.



Решение

1) Пусть рамка попала в поле правой стороной, ток указан на рис.

не учит. силы ампе F_{A1} -ти компенсирует-ся и не влияет на движ. рамки.



$|\mathcal{E}_i| = \left|-\frac{d\Phi}{dt}\right| = +Bvd$

тогда $I = \frac{|\mathcal{E}_i|}{R} = \frac{Bvd}{R}$ - ток в рамке

тогда $F_A = B\cdot I\cdot d = \frac{B^2d^2}{R}v$

чистовик

1

на $m\left|\frac{dv}{dt}\right| = F_A$

$|a| = \frac{B^2d^2}{mR}v_0$ - модуль ускорения после (сразу) въезда рамки в поле, напр. против ск-ти.

2) Из пред. действия:

$\frac{dv}{dt} = -\frac{B^2d^2}{mR}v$ - с учетом связи dv, dt, v:

$dv = -\frac{B^2d^2}{mR}v\,dt$

$dv = -\frac{B^2d^2}{mR}dS$

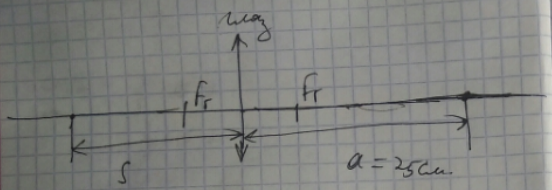
зн $(v_1 - v_0) = -\frac{B^2d^2}{mR}\cdot\left(\frac{d}{5} - 0\right)$

$v_1 = v_0 - \frac{B^2d^3}{5mR}$ - скор. рамки после выхода её правой стороны из поля.

Далее магнитный поток через рамку

чистовик

2



↓ расст. до сетчатки

$$D_г = \frac{1}{F_г}.$$

объекты с бесконечности:

$$S = F_г + F_{л2}$$

$л_2$ – линза для разгл. с беск.

— — — — — — — — —

черновик

1

1) $\frac{1}{S} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F_г}.$

$\frac{1}{S} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F_г} + \frac{1}{F_{л1}}.$

$\frac{1}{S} + \frac{1}{\infty} = \frac{1}{F_г} + \frac{1}{F_{л2}}$

$\frac{1}{F_г} + \frac{1}{F_{л2}} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F_г}.$

$\frac{1}{x} = -\frac{1}{F_{л2}} \Rightarrow x = -F_{л2}$

$\cancel{\frac{1}{F_г}} + \frac{1}{F_{л2}} + \frac{1}{d} = \cancel{\frac{1}{F_г}} + \frac{1}{F_{л1}}.$

$\frac{1}{F_{л1}} = \frac{1}{F_{л2}} + \frac{1}{d}.$

3) $\frac{D_{л2}}{D_{л1}} = 3 = \frac{F_{л1}}{F_{л2}}.$

$F_{л1} = 3F_{л2}.$

$\frac{1}{3F_{л2}} - \frac{3}{3F_{л2}} = \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{d} = -\frac{2}{3F_{л2}}$

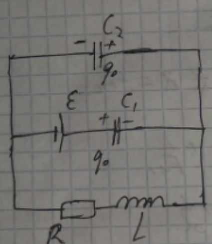
$F_{л2} = -\frac{2}{3}d \approx -16{,}7см$, $D_{л2} \approx -6$ дптр

$F_{л1} = -2d = -50см$, $D_{л1} = -2$ дптр

$x = -F_{л2} = \frac{2}{3}d \approx 16{,}7см$ (1).

4) $\frac{1}{S} + \frac{1}{2d} = \frac{1}{F_г} + \frac{1}{F_{л3}}.$

$\frac{1}{F_{л2}} + \frac{1}{2d} = \frac{1}{F_{л3}} = D_{л3} = \frac{1}{2d} - \frac{1}{x} \approx -4$ дптр



1) $\frac{q_0}{C} + \frac{q_0}{4C} = \varepsilon$

$\frac{5}{4}\frac{q_0}{C} = \varepsilon \Rightarrow \underline{q_0 = \frac{4}{5}\varepsilon C}$

$L\frac{dI}{dt} = \frac{q_0}{4C} = \frac{\varepsilon}{5}$

$\frac{dI}{dt} = \frac{1}{5}\frac{\varepsilon}{L}$. (1)

2) $\frac{q_0^2}{2C} + (q_c - q_0)\varepsilon + \frac{q_0^2}{2\cdot 4C} =$

$= \frac{q_c^2}{2C} + Q.$

черновик

3 $\frac{1}{2C}\left(\frac{16}{25}C^2\varepsilon^2\right) + \frac{1}{5}C\varepsilon\cdot\varepsilon + \frac{1}{8C}\cdot\frac{16}{25}C^2\varepsilon^2 =$

$= \frac{C^2\varepsilon^2}{2C} + Q.$

$\frac{8}{25}C\varepsilon^2 + \frac{5}{25}C\varepsilon^2 + \frac{2}{25}C\varepsilon^2 = \frac{1}{2}C\varepsilon^2 + Q.$

$Q = \frac{15}{25}C\varepsilon^2 - \frac{1}{2}C\varepsilon^2 =$

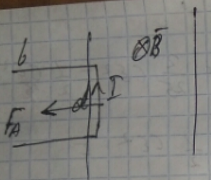
$= \frac{3}{5}C\varepsilon^2 - \frac{1}{2}C\varepsilon^2 = \frac{6-5}{10}C\varepsilon^2 = \frac{1}{10}C\varepsilon^2$ (2)

3) $\varepsilon = \frac{q_c}{C} + \frac{q_{4C}}{4C}$

$0 = \frac{I_0}{C} + \frac{I_{4C}}{4C}$

$I_{4C} = -4I_0.$

$I_R = I_0 + |I_{4C}| = 5I_0.$ (3).



1) $\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -B d \frac{dx}{dt} = -Bvd.$

$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = -\frac{Bvd}{R}.$

$F_A = BId = -\frac{B^2d^2v}{R}.$

$m\frac{dv}{dt} = -\frac{B^2d^2v}{mR}.$

$a_0 = \frac{-B^2d^2v_0}{mR}$ (1)

2) $\frac{dv}{dt} = -\frac{B^2d^2}{mR}v$

$dv = -\frac{B^2d^2}{mR}v\,dt = -\frac{B^2d^2}{mR}dx$

$v_1 - v_0 = -\frac{B^2d^2}{mR}\frac{d}{5}$

$v_1 = v_0 - \frac{B^2d^3}{5mR}$ (2).

3) $\frac{dv}{dt} = \frac{-B^2d^2}{mR}v$

$v_2 - v_1 = \frac{-B^2d^2}{mR}\frac{d}{5}.$

$v_2 = v_0 - \frac{2B^2d^3}{5mR}$ (3).