1163 Шифр

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант №4 Челябинск

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников ~~по физикт~~ „Покори Воробьёвы горы"

по физике 11 класс

Ждановича Тимофея Вячеславовича

фамилия, имя, отчество (в родительном падеже)

Дата

«16» февраля 2020 года

Подпись участника

1 ШФВ

Чистовик $\boxed{\text{ЗАДАНИЕ 1:}}$

Ответ на вопрос: твёрдое тело может находиться в состоянии покоя под действием 3ёх сил, если сумма моментов этих сил равна 0 (т.е. отн. любой оси: $\sum\vec{M}=0$) и векторная сумма этих сил равна 0.

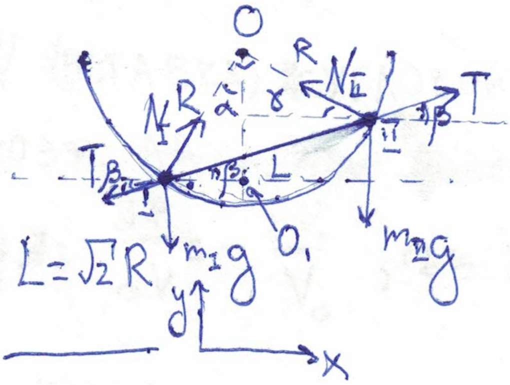
То есть:

$$\begin{cases}\sum\vec{M}=0 \text{ отн. } \forall \text{оси}\\ \sum\vec{F}=0\end{cases}$$

~~Это достаточное условие равновесия твёрдого тела~~

Задача:

Рис. №1:



1) $\Delta O\,I\,II$ р/б: $\begin{cases} IO=R\\ IIO=R\\ I\,II=\sqrt{2}R\end{cases} \Rightarrow \angle IOII=\frac{\pi}{2}$.

ΔOO_1I:

$\angle OIO_1=\frac{\pi}{2}-\alpha$.

$\beta=\angle OIO_1-\frac{\pi-\angle IOII}{2}=\frac{\pi}{4}-\alpha$ (1)

Запишем условия равновесия для шариков:

$\sum F_{x_I}=-T\cos\beta+N_I\cos(\frac{\pi}{2}-\alpha)=0$ (2)

$\sum F_{y_I}=-T\sin\beta+N_I\sin(\frac{\pi}{2}-\alpha)-m_I g=0$ (3)

} Для I-ого шарика

$\sum F_{x_{II}}=T\cos\beta-N_{II}\cos\gamma=0$ (4)

$\sum F_{y_{II}}=T\sin\beta+N_{II}\sin\gamma-m_{II}g=0$ (5)

} Для 2-ого

$\gamma=\frac{\pi}{4}-\beta=\alpha$ (6)

$N_I=T\frac{\cos\beta}{\sin\alpha}$ $\quad N_{II}=T\frac{\cos\beta}{\cos\alpha}$

оценка: 86 (выставляет жюри) (Неклюдов К.В.)

В	1	2	3	4	Σ
3	3	5	5	4	
	20	20	17	12	86

Проверка: Грибов В.А, Оретин А.П

Чистовик

$m_I g = N_I \cos\alpha - \cancel{T\cos\beta}\ T\sin\beta = T(\cos\beta \operatorname{tg}\alpha - \sin\beta)$

$m_{II} g = N_{II} \sin\alpha + T\sin\beta = T(\cos\beta \operatorname{tg}\alpha + \sin\beta)$

$$\boxed{\frac{m_{II}}{m_I} = \frac{\cos\beta \operatorname{tg}\alpha + \sin\beta}{\cos\beta \operatorname{tg}\alpha - \sin\beta} = \frac{\sqrt{3}}{3}}$$

T – СИЛА, ДЕЙСТВ. НА ШАРИКИ СО СТОРОНЫ ЖЁСТКОГО СТЕРЖНЯ.

Шифр

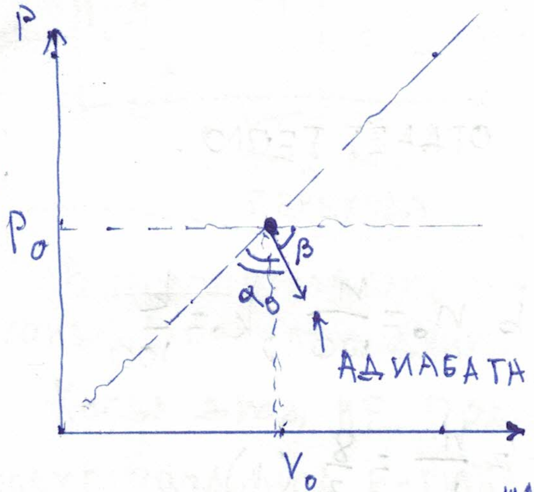
Чистовик

$\boxed{\text{ЗАДАНИЕ 2.}}$

Вопрос: Газ получает тепло в том случае, если ~~$\alpha > 75°30'$~~ угловой коэф.

~~где α_0 — угол между биссектрисой p-V и адиабатой в этой точке:~~

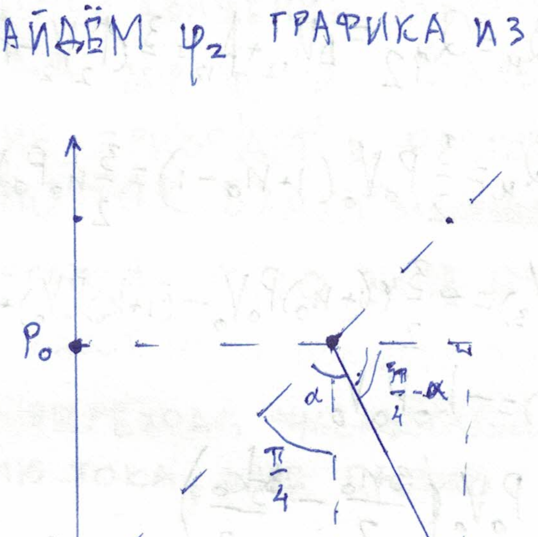
РИС. №1:



V — (вставка) угловой коэф. наклона диаграммы больше, чем угловой коэф. адиабаты в данной точке (φ_1).

$$\varphi_1 = \frac{dP}{dV} = -\frac{\gamma P_0}{V_0}, \text{ где } \gamma = \frac{C_p}{C_V}.$$

Найдём φ_2 графика из условия:



$$k = \frac{V_0}{P_0 \operatorname{tg}\frac{\pi}{4}}$$

Найдём V_1:

~~$V_0 = \alpha P_0 \operatorname{tg}\frac{\pi}{4}$~~

$$V_0 = kP_0 \operatorname{tg}\frac{\pi}{4}$$

~~$V_1 = kP_0 \cdot \operatorname{tg}(\alpha -$~~

$$V_1 - V_0 = kP_0 \operatorname{tg}\left(\alpha - \frac{\pi}{4}\right)$$

$$\varphi_2 = -\frac{P_0}{V_1 - V_0} = -\frac{1}{k \operatorname{tg}\left(\alpha - \frac{\pi}{4}\right)}$$

3/8

Чистовик

$$\varphi_2 = -\frac{P_0 \operatorname{tg}\frac{\pi}{4}}{V_0 \operatorname{tg}(\alpha - \frac{\pi}{4})} = -\frac{\sqrt{3}P_0}{V_0}$$

$\sqrt{3} \approx 1{,}732$

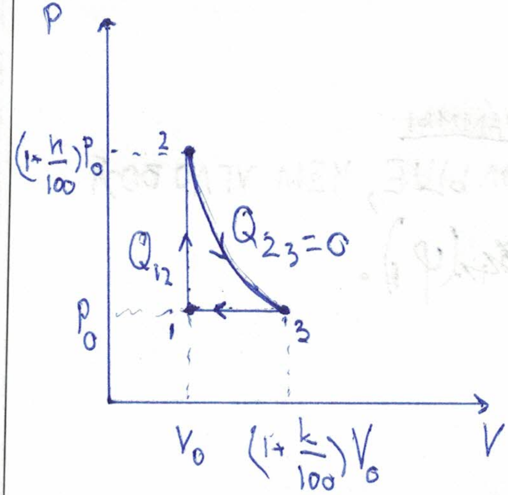
$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{i}$, ГДЕ $i = 3; 5; 6$.

$\Downarrow$

$\gamma \leq \frac{5}{3} < \sqrt{3} \Rightarrow \varphi_2 < \varphi_1 \Rightarrow$ ГАЗ ОТДАЁТ ТЕПЛО.

ЗАДАЧА:

РИС. №1



Пусть $n_0 = \frac{n}{100}$; $k_0 = \frac{k}{100}$

$\frac{n_0}{k_0} = \frac{n}{k} = \frac{8}{3}$ (1)

Найдём η:

$\eta = \frac{A_0}{Q_н}$ (2)

$i = 3$, Т.К. ГАЗ ОДНОАТОМНЫЙ

$Q_н = Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2}(P_2V_2 - P_1V_1)$

$Q_н = \frac{3}{2}P_0V_0(1 + n_0 - 1) = \frac{3}{2}n_0P_0V_0$ (3)

$A_0 = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 0 - \Delta U_{23} + P_3(V_1 - V_3) = \frac{3}{2}((1+n_0)P_0V_0 - (1+k_0)P_0V_0) + A_{31}$

$A_{31} = P_3(V_1 - V_3) = P_0(V_0 - (1+k_0)V_0) = -k_0P_0V_0$

$A_0 = \frac{3}{2}P_0V_0(1 + n_0 - 1 - k_0) - k_0P_0V_0 = P_0V_0\left(\frac{3n_0}{2} - \frac{5k_0}{2}\right)$

$\eta = \frac{A_0}{Q_н} = \frac{P_0V_0\left(\frac{3n_0 - 5k_0}{2}\right)}{\frac{3}{2}n_0P_0V_0} = \frac{3n_0 - 5k_0}{3n_0} = 1 - \frac{5k_0}{3n_0} = 1 - \frac{5}{8} = \boxed{0{,}375}$

$\boxed{4/8}$

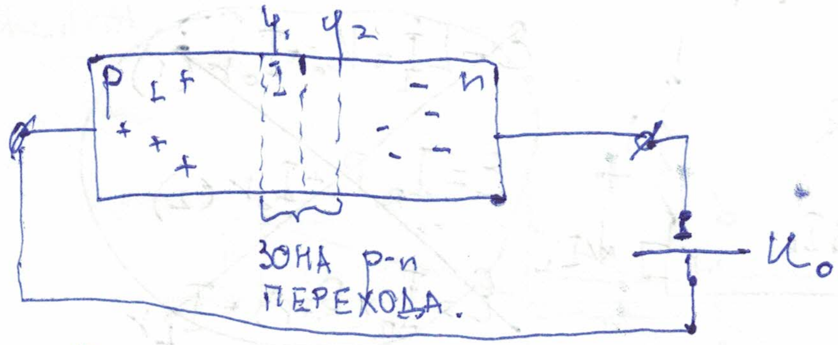
Шифр

Чистовик

ЗАДАНИЕ 3

Вопрос:

Рис. №1: Полупроводниковый диод:



Зона p-n перехода.

В полупроводнике n-типа носитель заряда – электроны. В полупроводнике p-типа – дырки.

Когда диод не подлючен, электроны из ~~проводника~~ полупроводника n-типа проникают в полупроводник p-типа пока не возникнет $\Delta\varphi$, достаточная для остановки ~~за~~ этого движения. $\Delta\varphi$ возникает из-за накопления электронов в области I.

$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 < 0$.

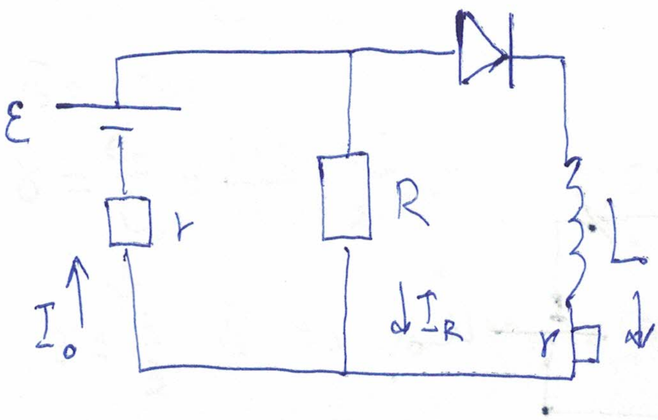
Если подключить $U_0 > 0$, то φ_1 станет $> \varphi_2$, снова начнётся движение электронов, но оно прекратится, когда $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ станет достаточным. Такое подключение приведёт к расширению зоны p-n перехода, ~~то~~ но ток будет ~~маленьким~~. мал.

Если $U_0 < 0$, то зона p-n перехода сократся, возникнет ~~в~~ достаточно большой ток, т.к. напряжение в зоне p-n перехода ~~уменьшится и~~ будет действовать по направлению тока, а не против.

Чистовик.

Задача:

рис. №1:



Напряжение на диоде U_0.

2-ой закон Кирхгофа:

$\cancel{\mathcal{E} - L\dot{I}_L = U_0 + I_0 r \ (1)}$

$\cancel{\mathcal{E} = I_R R + I_0 r \ (2)}$

$\cancel{\mathcal{E} = I_R (R + r) + I_L r}$

$$\mathcal{E} - L\dot{I}_L = U_0 + I_L r + I_0 r \ (1)$$

$$\mathcal{E} = I_R R + I_0 r \ (2)$$

Через достаточно большой промежуток времени ток в цепи установится:

$$\mathcal{E} = U_0 + I_{L_k} r + I_{0_k} r \Rightarrow \mathcal{E} - U_0 = I_{0_k} r + I_{L_k} r. \ (3)$$

$$\mathcal{E} = I_{R_k} R + I_{0_k} r \qquad \mathcal{E} = I_{0_k} r + I_{R_k} R \ (4)$$

$$I_{0_k} = I_{L_k} + I_{R_k} \ (5)$$

* Если $U_0 > \mathcal{E}$, ток по участку цепи с диодом не пойдёт $\Rightarrow I_{L_k} = 0$, уравнение (3) теряет смысл.

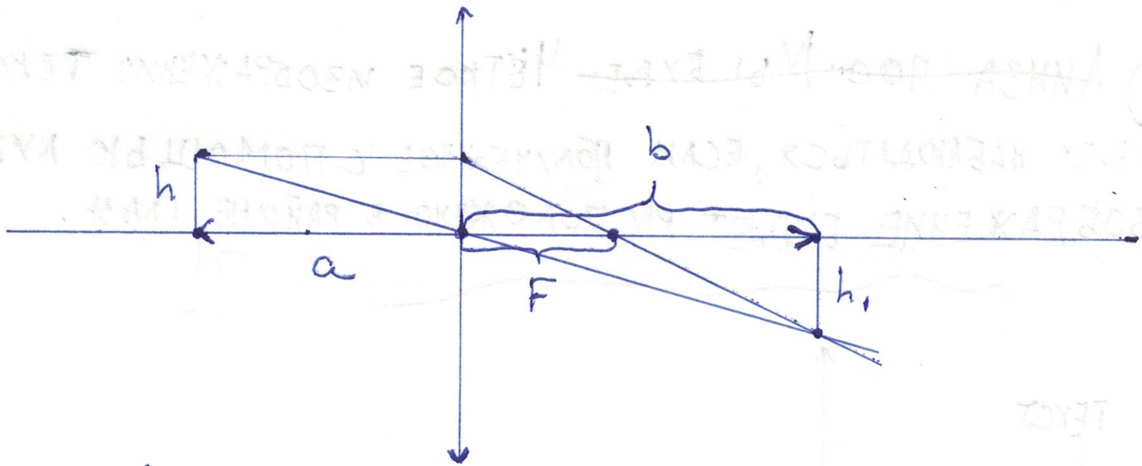
$U_0 > \mathcal{E}$: $I_{L_k} = 0$, $I_{R_{k_1}}(R + r) = \mathcal{E} \Rightarrow \boxed{I_{R_{k_1}} = \frac{\mathcal{E}}{R + r}}$

$U_0 < \mathcal{E}$: $\begin{cases} \mathcal{E} - U_0 = I_{R_{k_2}} r + 2 I_{L_k} r \\ \mathcal{E} = I_{R_{k_2}}(R + r) + I_{L_k} r \end{cases} \Rightarrow \boxed{I_{R_{k_2}} = \frac{\mathcal{E} + U_0}{2R + r}}$

6/8

Чистовик $\boxed{\text{Задание 4:}}$

Вопрос: формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$, где a - расстояние до объекта, F - фокусное расстояние, b - расстояние от линзы до ~~объекта~~ изображения.



$$\frac{h_1}{h} = \Gamma = \frac{b}{a}.$$

Если $b<0$, то изобр. ~~наход~~ мнимое

Если $F<0$, то линза рассеивающая. ~~Если $a<a$, то можно просто~~ ~~пере~~

Рассмотрим собирающую линзу ($F>0$). о.о.о. $a>0$.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{ab}{a+b} = \frac{\Gamma a^2}{a(1+\Gamma)} = \frac{a\Gamma}{1+\Gamma} = F$$

$$\Downarrow$$

$$\cancel{1+\Gamma = a} \quad F + \Gamma F = a\Gamma$$

$$\Downarrow$$

$$\Gamma(F-a) = -F$$

$$\Gamma = \frac{F}{a-F}$$

$$\Downarrow$$

При $0<a<F$ ($F \in (-\infty;0)$) $\Gamma \in (-\infty;-1)$

При $F<a$ ($F \in (0;\infty)$) $\Gamma \in (0;\infty)$ $\Rightarrow$ Для собирающей линзы $\Gamma \in (-\infty;-1) \cup (0;\infty)$

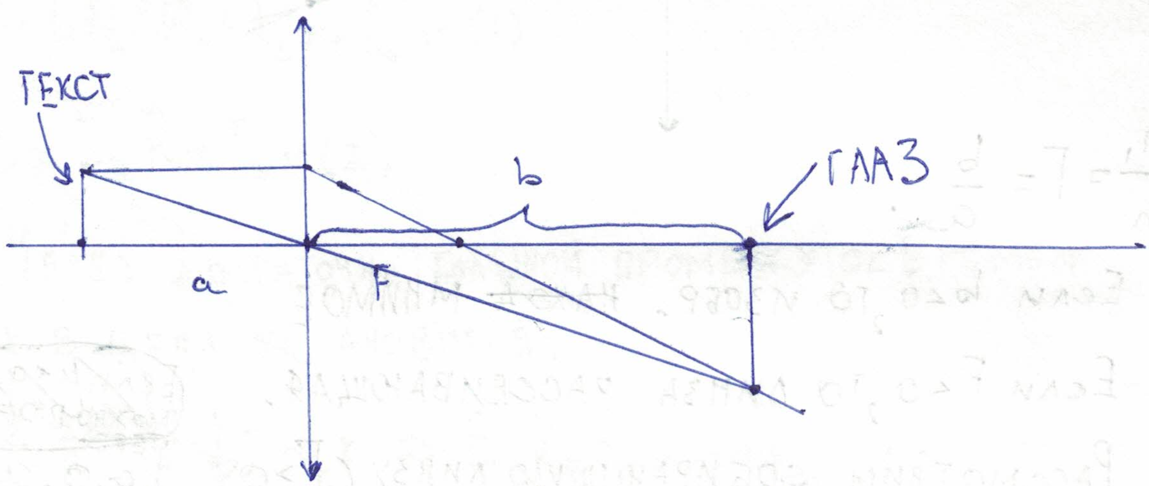
$\boxed{7/8}$

Чистовик: <u>ЗАДАЧА:</u>

1) $\frac{1}{F}=\frac{1}{a}+\frac{1}{b}$. Т.к. потолок высокий, a – большое. $\Rightarrow \frac{1}{a}\approx 0$. $\Rightarrow \frac{1}{F}=\frac{1}{b} \Rightarrow b \approx l \approx F = 6$ см. Изображение нити лампы нах. в фокусе.

2) ~~Линза пое.. Мы будет~~ Чёткое изображение текста будет наблюдаться, если полученное с помощью линзы изображение будет расположено в районе глаза.

?!



$a+b=L=a(1+\Gamma)$ $a=\frac{L}{1+\Gamma} \Rightarrow b=\frac{\Gamma L}{1+\Gamma}$

$\frac{1}{F}=\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1+\Gamma}{L}+\frac{1+\Gamma}{\Gamma L}=\frac{\Gamma+\Gamma^2+1+\Gamma}{\Gamma L}=\frac{(\Gamma+1)^2}{\Gamma L}$

$\frac{(\Gamma+1)^2}{\Gamma}=\frac{L}{F}$

$\Gamma^2+\Gamma(2-\frac{L}{F})+1=0$

$\Gamma=\frac{3+\sqrt{5}}{2};\ \frac{3-\sqrt{5}}{2}. \Rightarrow \Gamma=\left[\begin{array}{l}2,62\\0,382\end{array}\right.$. То есть наблюдатель видит либо уменьшенное в 2,62 раза изобр., либо увеличенное, в зависимости от положения линзы.

8/8