72-16-64-08
(178.2)

ОЛИМПИАДА ПВГ
2016

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 06

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Покори Воробьёвы горы

по физике

Кривошеева Кирилла Юрьевича

фамилия, имя, отчество (в родительном падеже)

Дата

«22» марта 2016 года

Подпись участника

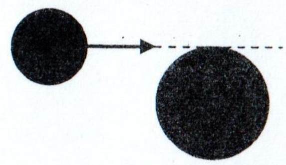
72-16-64-08
(178.2)

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ПОКОРИ ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ!» по ФИЗИКЕ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ (ФИНАЛЬНЫЙ) ЭТАП 2016 года
БИЛЕТ № 06 (10-11 классы)

Задание 1:

Вопрос: Гладкая шайба, скользящая по горизонтальной поверхности, столкнулась с такой же (по размеру и массе) покоящейся шайбой. Вектор ее скорости в результате удара повернулся на 30°. Под каким углом к направлению движения налетающей шайбы направлен вектор скорости другой шайбы после удара?

Задача: Гладкая цилиндрическая шайба покоится на гладкой горизонтальной поверхности. В нее врезается шайба, изготовленная из того же материала, той же высоты, радиус которой в $n = 1{,}5$ раза меньше, чем у покоящейся. Линия движения центра налетающей шайбы касается боковой поверхности покоящейся. Под какими углами к направлению движения налетающей шайбы будут двигаться шайбы после упругого удара?



Задание 2:

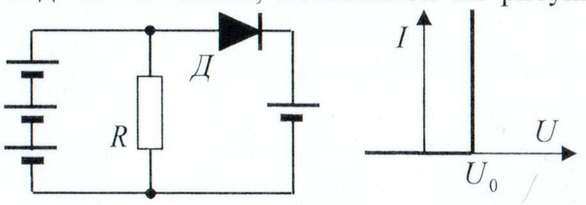
Вопрос: Как выглядит диаграмма изобарного процесса над одноатомным идеальным газом в координатах $A - U$ («совершенная газом работа – внутренняя энергия»), выходящая из точки (A_0, U_0)?

Задача: Давление одного моля одноатомного идеального газа изохорически изменили от начального до некоторого значения. Затем изобарически уменьшили объем газа в $n = 3$ раза. После этого газ изохорически перевели в конечное состояние. Зная, что температура газа в конечном состоянии в $k = 1{,}2$ раза превышает его температуру в начальном состоянии и что полное количество теплоты, которым обменялся газ с внешними телами, равно нулю, найти отношение максимального давления газа к минимальному в этом процессе.

Задание 3:

Вопрос: Резистор и идеальный диод соединены последовательно и подключены к полюсам источника, величина напряжения которого остается постоянной, а полярность изменяется на противоположную каждую секунду. Как изменится тепло, выделяющееся в резисторе за 10 секунд, если его с тем же диодом подключить к полюсам этого источника параллельно?

Задача: В схеме, показанной на рисунке слева, диод $Д$ не является идеальным – его



вольтамперная характеристика показана на рисунке справа. Все источники одинаковы, их внутреннее сопротивление равно r, а сопротивление резистора $R = 2r$. Найдите зависимость мощности тепловыделения в резисторе от величины ЭДС источников. Пороговое напряжение диода U_0 считать известным.

Задание 4:

Вопрос: Чему может быть равно увеличение (отношение размера изображения к размеру предмета), даваемое тонкой рассеивающей линзой?

Задача: Точечный источник света размещен на главной оптической оси тонкой рассеивающей линзы. Расстояние между источником и его изображением равно L_1. Если передвинуть источник в точку, где находится его изображение, то изображение сместится в ту же сторону на расстояние L_2. Найти оптическую силу линзы (напомним, что у рассеивающей линзы она считается отрицательной).

72-16-64-08
(178.2)

Черновик.

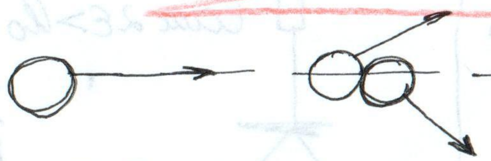
(1.) v

$v_{x.2} + v_{x1} = v_0$

$v_{y.2} = v_{y_1}$

$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m}{2} v_{x_1}^2 + \frac{m}{2} v_{y.1}^2 + \frac{m}{2} v_{x_2}^2 + \frac{m}{2} v_{y.2}^2$

$v_{x_1}^2 + v_{x_2}^2 = v_0^2 - 2 v_{x_1} v_{x_2}$



$\frac{v_{y1}}{v_{x1}} = \frac{v_{x2}}{v_{y2}}$

1	2	3	4	Σ
5	5	5	5	~~76~~
~~8~~ 9	20	20	8	77

(Степанова К.Б.)

(Пашкина Н.А.)

$\sin\alpha = \frac{R \cdot 1.5}{R + R \cdot 1.5} = \frac{n}{1+n}$

$\alpha = \arcsin\left(\frac{n}{1+n}\right)$

и $\beta = \arccos\left(\frac{n}{1+n}\right)$

Оценка изменена с 76 на 77 по результатам апелляции

~~Оценка: 76 балл.~~

(2.) p – const

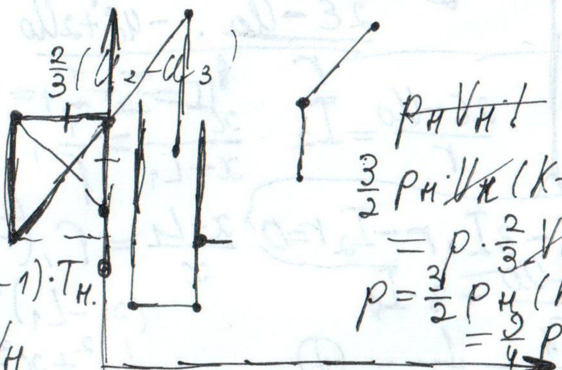
$A = p \cdot \Delta V$

$U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} p \Delta V$

$A = \frac{2}{3} U$

$y = \frac{3}{2} x$

$U_0 = \frac{3}{2} A_0$



$\frac{3}{2} \nu R (K-1) \cdot T_H = p \cdot \frac{2}{3} \cdot V_H$

$V_{кон} = \frac{V_{нач}}{n}$

$T_{кон} = K \cdot T_{нач}$

$\frac{p_{кон} V_{кон}}{T_{кон}} = \frac{p_{нач} \cdot V_{нач}}{T_{нач}}$,

$p_{кон} = p_{нач} \cdot \frac{nK}{\cancel{1}}$ $Q = 0$

$V_{кон} > V_{нач}$

~~$p_H V_H !$~~

$\frac{3}{2} p_H \cancel{V_H} (K-1) = p \cdot \frac{2}{3} \cancel{V_H}$

$p = \frac{3}{2} p_H (K-1) \cdot \frac{3}{2} = \frac{9}{4} p_H (K-1)$

$\Delta A = \Delta U = (K-1) U_0$

$K \cdot \frac{3}{2} \nu$

$p < p_H$.

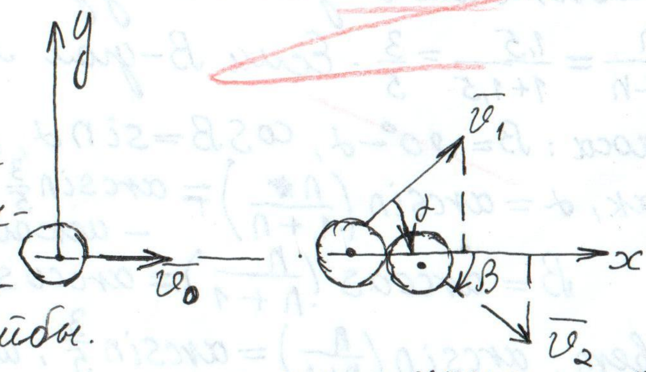
$p_K : p = \frac{nK}{\frac{9}{4}(K-1)} =$

$A_г = p\left(V_{нач} - \frac{V_{нач}}{3}\right) = -\frac{2}{3} V_{нач} p$

$=$

Чистовик.

Задание. 1.



Вопрос:

Пусть $\overline{v}_0$ — начальная скорость одной (налетающей) шайбы, R — радиус шайб, m — масса шайбы.

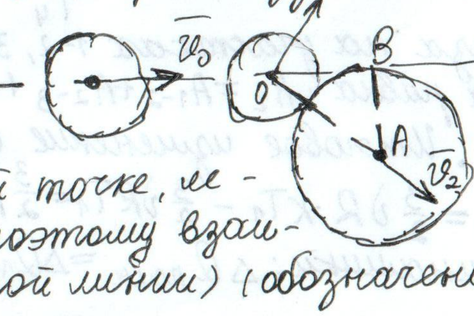
По закону сохранения импульса и по закону сохранения энергии: $m\overline{v}_0 = m\overline{v}_1 + m\overline{v}_2$ (обозначения $\overline{v}_1, \overline{v}_2$ — см. на рисунке)

$\frac{m}{2}v_0^2 = \frac{m}{2}v_1^2 + \frac{m}{2}v_2^2$. В введённой системе координат (см. рисунок): $\begin{cases} v_0 = v_{1x} + v_{2x} \\ v_{1y} + v_{2y} = 0 \\ v_0^2 = v_{1x}^2 + v_{1y}^2 + v_{2x}^2 + v_{2y}^2 \end{cases}$

$v_{1x}^2 + v_{2x}^2 = v_0^2 - 2v_{1x}v_{2x}$ — из первого уравнения, тогда в третьем: $v_{1y}^2 + v_{2y}^2 = 2v_{1x}v_{2x}$. Так как $|v_{1y}| = |v_{2y}|$, то: $2|v_{1y}|\cdot|v_{2y}| = 2v_{1x}\cdot v_{2x}$, $2\cdot|v_{1y}|\cdot|v_{2y}| = 2v_{1x}v_{2x}$, $|v_{1y}||v_{2y}| = v_{1x}\cdot v_{2x}$, $\frac{|v_{1y}|}{v_{1x}} = \frac{v_{2x}}{|v_{2y}|}$. Но: $tg\,\alpha = \frac{|v_{1y}|}{v_{1x}}$, $ctg\,\beta = \frac{v_{2x}}{|v_{2y}|}$ (обозначения α, β — см. на рисунке)

$tg\,\alpha = ctg\,\beta = tg(90^\circ - \beta)$, откуда $\alpha = 90^\circ - \beta$, $\beta = 90^\circ - \alpha$. Если $\alpha = 30^\circ$, то $\beta = 60^\circ$. (При этом $v_{2x} \geq 0$ всегда, так как $\overline{v}_2$ направлен вдоль линии, соединяющей центры шайб в момент соприкосновения. Но если шайбы соприкоснутся, то ~~это возможно лишь~~ в момент касания центр налетающей шайбы будет „левее“ центра другой шайбы. Тогда $v_{2x} > 0$).

Задача: Заметим, что вектор $\overline{v}_2$ будет направлен вдоль линии, соединяющей центры шайб в момент их касания (они касаются только в одной точке, лежащей на этой линии, поэтому взаимодействуют вдоль этой линии) (обозначение $\overline{v}_1, \overline{v}_2$ — см.



на рисунке). При этом угол между $\overline{v_2}$ и $\overline{v_0}$ равен $\angle AOB$. $\angle OBA = 90°$; $OA = R + nR$; $OB = nR$ (R – радиус налетающей шайбы). Если α – угол между $\overline{v_2}$ и $\overline{v_0}$, то $\sin\alpha = \frac{nR}{R+nR} = \frac{n}{1+n} = \frac{1,5}{1+1,5} = \frac{3}{5}$. Если β – угол между $\overline{v_1}$ и $\overline{v_0}$, то из вопроса: $\beta = 90° - \alpha$, $\cos\beta = \sin\alpha$, $\beta = \arccos\frac{3}{5}$.

Итак, $\alpha = \arcsin\left(\frac{n}{1+n}\right) = \arcsin\frac{3}{5}$ – искомые величины

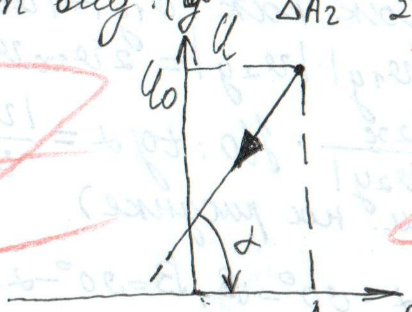
$\beta = \arccos\left(\frac{n}{n+1}\right) = \arccos\frac{3}{5}$

Ответ: $\arcsin\left(\frac{n}{n+1}\right) = \arcsin\frac{3}{5}$; $\arccos\left(\frac{n}{n+1}\right) = \arccos\frac{3}{5}$.

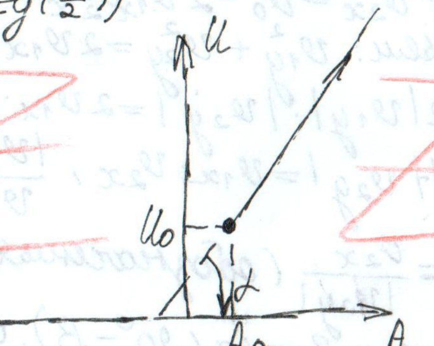
Задание 2.

Вопрос: Пусть в данном изобарном процессе газ изменил свой объём на ΔV, а температуру – на ΔT. Тогда $\Delta A_г = p\Delta V$; $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}p\Delta V$ (уравнение Менделеева–Клапейрона).

$\Delta A_г = \frac{2}{3}\Delta U$, $\Delta U = \frac{3}{2}\Delta A_г$. Таким образом, диаграмма имеет вид: ($\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{\Delta U}{\Delta A_г} = \frac{3}{2}$, $\alpha = \mathrm{arctg}\left(\frac{3}{2}\right)$)



(При уменьшении объёма)



(При увеличении объёма)

Задача: Пусть индексам: 1 – соответствует начальное состояние, 2 – состояние после изохорического процесса, 3 – состояние после изобарического сжатия, 4 – конечное состояние (газ переходит из 1 в 2, после этого – в 3, затем – в 4). Имеем: $V_1 = V_2$, $p_3 = p_2$, $V_4 = V_3 = \frac{V_1}{n}$; $T_4 = KT_1$.

Из уравнения Клапейрона: $\frac{p_4V_4}{T_4} = \frac{p_1V_1}{T_1}$; $p_4 = p_1\frac{V_1}{V_4}\cdot\frac{T_4}{T_1} = p_1Kn$.

Работа газа на участках 1-2, 3-4 равна нулю. Общая работа газа равна: $A_г = A_{1-2} + A_{2-3} + A_{3-4} = A_{2-3} = p_3(V_3 - V_2) = p_3\left(\frac{V_2}{n} - V_2\right)$. Итоговое изменение внутренней энергии газа: $\Delta U = U_4 - U_1 = \frac{3}{2}\nu R\cdot KT_1 - \frac{3}{2}\nu RT_1 = \frac{3}{2}p_1V_1(K-1)$. Из первого закона термодинамики: $\Delta Q_{полн} = \Delta Q_{1-2} + \Delta Q_{2-3} + \Delta Q_{3-4} =$

$= A_{г.1-2} + A_{г.2-3} + A_{г.3-4} + \Delta U_{1-2} + \Delta U_{2-3} + \Delta U_{3-4} =$
$= A_г + U_2 - U_1 + U_3 - U_2 + U_4 - U_3 = A_г + U_4 - U_1 =$
$= A_г + \Delta U = 0,$

$p_3\left(\frac{V_2}{n} - V_2\right) = -\frac{3}{2}p_1V_1(k-1),$

$p_3\left(\frac{V_1}{n} - V_1\right) = -\frac{3}{2}p_1V_1(k-1),$

$p_3\left(V_1 - \frac{V_1}{n}\right) = \frac{3}{2}p_1V_1(k-1),$

$p_3\left(1 - \frac{1}{n}\right) = \frac{3}{2}p_1(k-1),$

$p_3 = \frac{3(k-1)\cdot n}{2(n-1)}p_1$

При данных k, n: $p_3 = \frac{3\cdot 0,2}{2\cdot 2}p_1 = \frac{0,6}{4}p_1 = 0,15p_1 < p_1$.

$p_4 = nkp_1 = 3\cdot 1,2\cdot p_1 = 3,6p_1 > p_1 > p_3$.

Таким образом, в процессе 1-2 давление убывало с p_1 до $p_2 = 0,15p_1$, в процессе 2-3 оно оставалось постоянным, а в процессе 3-4 - увеличивалось, причём и $p_4 > p_1$.

Тогда $p_{max} = p_4$, $p_{min} = p_3$; $\frac{p_{max}}{p_{min}} = \frac{p_4}{p_2} = \frac{3,6p_1}{0,15p_1} = \frac{7,2}{\cancel{0,3}\ 0,9} = \frac{72}{9} = \cancel{24}\ 8$.

(если бы при некоторых n, k вышло бы $p_3 > p_1$, $p_3 > p_4$ или $p_3 > p_1, p_4 > p_3$, то общая формула была бы другой)

~~$p_3 > p$~~ Общая формула: $\frac{p_{max}}{p_{min}} = \frac{nkp_1}{\frac{3(k-1)np_1}{2(n-1)}} = \frac{nk(n-1)\cdot 2}{3(k-1)n} =$

$= \frac{2k(n-1)}{3(k-1)}$. Ответ: $\frac{2k(n-1)}{3(k-1)} = \cancel{24}\ 8$.

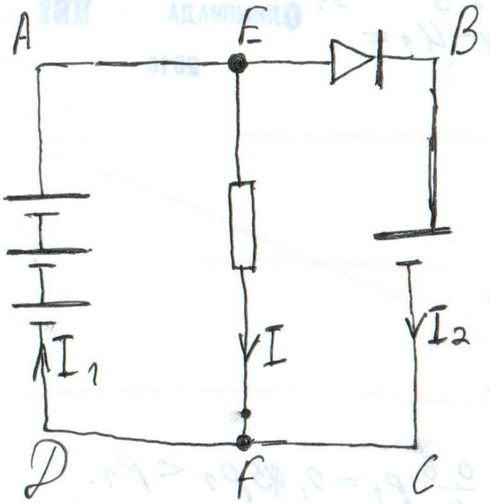
Задача. 3.

Вопрос: В случаях и параллельного, и последовательного подключения резистора с диодом к источнику в одну из двух секунд (в которую полярность источника - одна из двух возможных) ток через резистор будет течь и будет постоянен и равен $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ ($r, \mathcal{E}$ - параметры источника, R - сопротивление резистора), а в другую из двух секунд ток через резистор течь не будет. Тогда в обоих случаях выделится одинаковое количество теплоты (равное $\frac{\mathcal{E}^2}{(R+r)^2}\cdot R\cdot 5c$)

5

Задача: Рассмотрим контур $ABCD$. Если ток есть, то он течёт из D к A, из B к C. (учитывая полярности источников и диода). Тогда $-U_D + 3\mathcal{E} - \mathcal{E} + I_1\cdot(-3r) + I_2(-r) = 0$ (если токи I_1 и I_2 существуют, обозначения $\mathcal{E}, I_2, I_1$ - см. на рисунке, U_D - падение напряжения на диоде).

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



$-U_D+2\mathcal{E}>0,$

$U_D<2\mathcal{E}$. Если токи идут, то: $U_D=U_0$, то есть $2\mathcal{E}>U_0$, $\mathcal{E}>\frac{U_0}{2}$ – иначе ~~ток не ид...~~ ток через диод не идёт.

Рассмотрим случай:

1) $\mathcal{E}\le\frac{U_0}{2}$. Тогда $I_2=0$.

$I_1=I$. Из контура AEFD:

$3\mathcal{E}=3r\cdot I_1+2rI=5r\cdot I_1=5r\cdot I,$

$I=\frac{3\mathcal{E}}{5r}$, $P_R=I^2R=\frac{9\mathcal{E}^2}{25r^2}\cdot 2r=\frac{9\mathcal{E}^2\cdot 2}{25r}=\frac{18\mathcal{E}^2}{25r}$. +

2) $\mathcal{E}>\frac{U_0}{2}$. Тогда по правилам Кирхгофа:

$I_1=I+I_2$ – первое правило для узла E;

$3\mathcal{E}=2Ir+3I_1r$ – второе правило для контура AEFD,

$2\mathcal{E}=3I_1r+I_2r$ – второе правило для контура ABCD.

$I_2=\frac{2\mathcal{E}-U_0}{r}-3I_1$; $I=I_1-I_2=-\frac{2\mathcal{E}-U_0}{r}+4I_1$; +

$3\mathcal{E}=-\frac{4\mathcal{E}-2U_0}{r}\cdot r+8I_1r+3I_1r,$

$7\mathcal{E}-2U_0=11I_1r;$

$I_1=\frac{7\mathcal{E}-2U_0}{11r}>0$ при $\mathcal{E}\geqslant\frac{U_0}{2}$.

$I=-\frac{2\mathcal{E}-U_0}{r}+\frac{28\mathcal{E}-8U_0}{11r}=\frac{28\mathcal{E}-8U_0-22\mathcal{E}+11U_0}{11r}=\frac{6\mathcal{E}+3U_0}{11r}>0,$

$I_2=\frac{2\mathcal{E}-U_0}{r}-3I_1=\frac{2\mathcal{E}-U_0}{r}-\frac{21\mathcal{E}+(-6U_0)}{11r}=\frac{22\mathcal{E}-11U_0-21\mathcal{E}+6U_0}{11r}=$

$=\frac{\mathcal{E}-5U_0}{11r}$. +

$I_2\geqslant 0$. $I_2=0$ при $\mathcal{E}\le 5U_0$. При $\mathcal{E}\le 5U_0$ аналогично первому случаю: ~~$I=I_1=\frac{3\mathcal{E}}{5r}$, R~~ $I=\frac{3\mathcal{E}}{5r}$; $P_R=I^2\cdot R=\frac{9\mathcal{E}^2}{25r^2}\cdot 2r=$ $=\frac{18\mathcal{E}^2}{25r}$. Если: $\mathcal{E}>5U_0$, то тогда $I_2>0$, $I=\frac{6\mathcal{E}+3U_0}{11r}$;

$P_R=I^2\cdot R=\frac{(6\mathcal{E}+3U_0)^2}{121r^2}\cdot R=\frac{(6\mathcal{E}+3U_0)^2}{121r^2}\cdot 2r=\frac{2\cdot(6\mathcal{E}+3U_0)^2}{121r}$.

Таким образом, $P_R=\begin{cases}\frac{\mathcal{E}^2}{r}\cdot\frac{18}{25}\ (\mathcal{E}\le 5U_0)\\ \frac{2\cdot(6\mathcal{E}+3U_0)^2}{121r}\ (\mathcal{E}>5U_0)\end{cases}$ +

Ответ: $\begin{cases}\frac{18\mathcal{E}^2}{25r}\ (\mathcal{E}\le 5U_0)\\ \frac{2\cdot(6\mathcal{E}+3U_0)^2}{121r}\ (\mathcal{E}>5U_0)\end{cases}$.

20

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Задание. 4.

Вопрос: Для рассеивающей линзы формула тонкой линзы записывается в виде: $\frac{1}{d} - \frac{1}{|f|} = -\frac{1}{|F|}$.

$\Gamma = \frac{|f|}{d}$. Тогда $\frac{1}{d} - \frac{1}{\Gamma d} = -\frac{1}{|F|}$,

$\frac{1}{d} - \frac{1}{\Gamma d}$ – отрицательное число,

$\frac{1}{d} - \frac{1}{\Gamma d} < 0$, $d > 0$,

$1 - \frac{1}{\Gamma} < 0$,

$\frac{\Gamma - 1}{\Gamma} < 0$, $\Gamma > 0$ – так как $d > 0$, $|f| > 0$,

5

$\Gamma - 1 < 0$, $\Gamma < 1$. Для рассеивающей линзы: $0 < \Gamma < 1$. (любое значение из этого интервала от 0 до 1 может достигаться – можно найти примеры – для которых $\Gamma \to 0$: большой предмет близко к линзе и $\Gamma \to 1$: маленький предмет очень далеко от линзы)

Задача: Пусть x – начальное расстояние от источника до линзы. По формуле тонкой линзы:

$\frac{1}{x} - \frac{1}{x - L_1} = \mathcal{D}$; $\Gamma = \frac{-L_1 + x}{x}$ ($\mathcal{D}$ – оптическая сила линзы)

$\frac{1}{x - L_1} - \frac{1}{x - L_1 - L_2} = \mathcal{D}$, $\Gamma = \frac{x - L_1 - L_2}{x - L_1}$.

Имеем: $\frac{x - L_1}{x} = \frac{x - L_1 - L_2}{x - L_1}$,

$\Gamma_1 \neq \Gamma_2$!

$(x - L_1)^2 = x(x - L_1 - L_2)$,

$x^2 - 2xL_1 + L_1^2 = x^2 - xL_1 - xL_2$,

8

$x(L_1 - L_2) = L_1^2$,

$x = \frac{L_1^2}{L_1 - L_2}$. Тогда $\frac{1}{x} - \frac{1}{x - L_1} = \mathcal{D} = \frac{L_1 - L_2}{L_1^2} - \frac{1}{\frac{L_1^2}{L_1 - L_2} - L_1} =$

$= = \frac{L_1 - L_2}{L_1^2} - \frac{L_1 - L_2}{L_1^2 - L_1^2 + L_1 \cdot L_2} = \frac{L_1 - L_2}{L_1^2} - \frac{L_1 - L_2}{L_1 L_2} = \frac{L_1L_2 - L_2^2 - L_1^2 + L_2L_1}{L_1 \cdot L_1 \cdot L_2} = \frac{-(L_1 + L_2)^2}{L_1^2 \cdot L_2}$. Условие корректно, если $L_2 < L_1$ – иначе $x < 0$, что неверно

Ответ: $\mathcal{D} = -\frac{(L_1 + L_2)^2}{L_1^2 \cdot L_2}$

3.

$nk + \frac{3}{2}$ $\frac{3k-3}{2n-2}\cdot n > 1$ $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ $3 I_1 r + (-4\varepsilon + 2U_0) + 8 I_1 r = 3\varepsilon,$

k $\frac{3(k-1)}{2(n-1)}$ $3kn - 3n > 2n-2$

$7\varepsilon - 2U_0 = 11 I_1 r$

$I = -\frac{22\varepsilon - 11U_0}{11r}$

$3kn > 5n - 2$ $\varepsilon \cdot I \Delta t$

$I_1 = \frac{7\varepsilon - 2U_0}{11r} > 0$

$+ \frac{28\varepsilon - 8U_0}{11r}$

$3\varepsilon = I_1 \cdot 3 \cdot r + I \cdot 2r$

$= \frac{6 + 3U_0}{11r}$

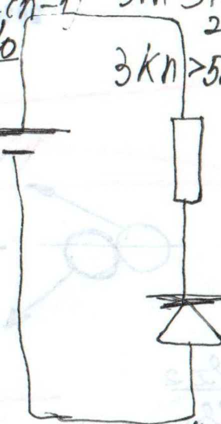
$= 5 I r,$

Если $2\varepsilon > U_0$

$I = -\frac{2\varepsilon - U_0}{r} + \frac{28\varepsilon - 8U_0}{11r}$

$2 I r = \frac{6}{5}\varepsilon$

$2kn - 2k$



$I_2 = I - I_1$

$I_2 = I - I_1 =$

$I = \frac{3}{5}\frac{\varepsilon}{r},$

$-I_1$

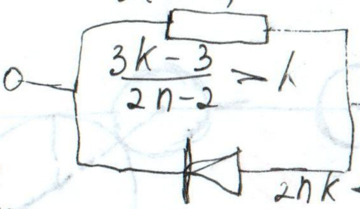
$I^2 \cdot 2r = \frac{9}{25}\frac{\varepsilon^2}{r^2} 2r$

$\frac{2\varepsilon - U_0}{I_2} = r$

$\frac{3(k-1)\cdot n}{2(n-1)} > nk$

$U_D = 2 I R + \varepsilon$

$= \frac{18}{25}\frac{\varepsilon^2}{r}$



$\frac{3k-3}{2n-2} > k$

$I_2 = \frac{2\varepsilon - U_0}{r}$

Если $2IR + \varepsilon < U_0$, то

Если $3\varepsilon - \varepsilon - 3Ir \leq U_0$

$2nk < 5k - 3$

$2\varepsilon < U_0$, то

$I = \frac{2\varepsilon - U_0}{3r}$

4.

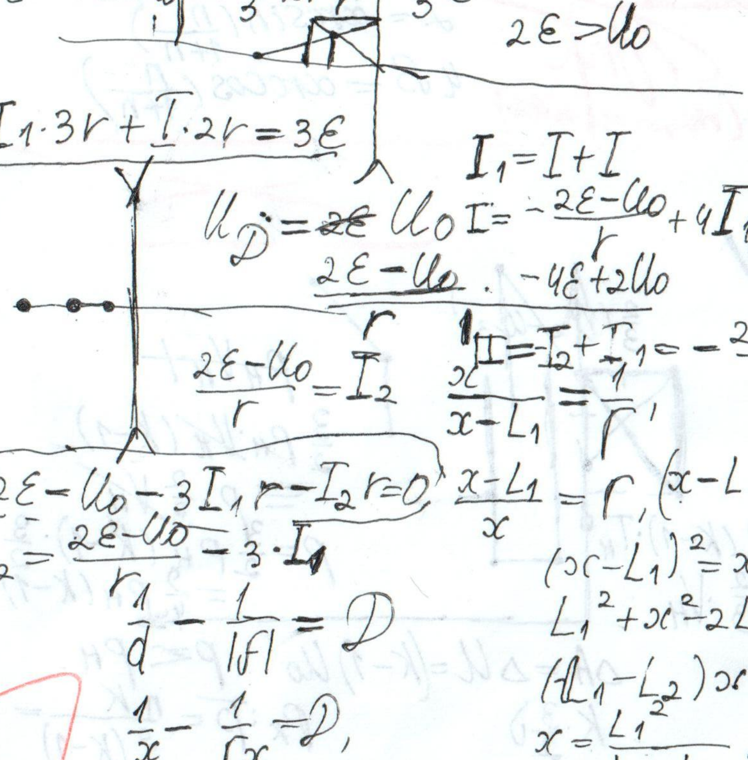
$I_1 = \frac{6\varepsilon - U_0}{3r} - \frac{2\varepsilon - U_0}{3r} = \frac{4}{3}\frac{\varepsilon}{r}$

$\Gamma = \frac{|f|}{d};$ $\frac{1}{d} - \frac{1}{|f|} = -\frac{1}{F}$

$3\varepsilon - 2\varepsilon + U_0 = \frac{4}{3}\cdot 2r\frac{\varepsilon}{r} = \frac{8}{3}\varepsilon$

$\frac{1}{d} - \frac{1}{\Gamma d} = -\frac{1}{F},$

$2\varepsilon > U_0$



$\frac{1}{d} = \frac{1}{\Gamma d} - \frac{1}{F},$

$I_1 \cdot 3r + I \cdot 2r = 3\varepsilon$

$I_1 = I + I$

$U_D = U_0$ $I = -\frac{2\varepsilon - U_0}{r} + 4 I_1$ $\frac{1}{\Gamma d} > \frac{1}{d},$

$\frac{2\varepsilon - U_0}{r} \cdot \frac{-4\varepsilon + 2U_0}{r}$

$\Gamma < 1$

$I = I_2 + I_1 = -\frac{2\varepsilon - U_0}{r} + 4 I_1$

$\frac{2\varepsilon - U_0}{r} = I_2$

$\frac{x}{x - L_1} = \frac{1}{\Gamma},$

$2\varepsilon - U_0 - 3 I_1 r - I_2 r = 0$

$\frac{x - L_1}{x} = \Gamma,$ $(x - L_2 - L_1) : (x - L_1) = \Gamma$

$I_2 = \frac{2\varepsilon - U_0}{r_1} - 3 \cdot I_1$

$(x - L_1)^2 = x(x - L_2 - L_1)$

$\frac{1}{d} - \frac{1}{|f|} = D$

$L_1^2 + x^2 - 2L_1 x = x^2 - L_2 x - L_1 x,$

$(L_1 - L_2) x = L_1^2,$

$\frac{1}{x} - \frac{1}{\Gamma x} = D,$

$x = \frac{L_1^2}{L_1 - L_2},$ $\Gamma = \frac{\frac{L_1 \cdot L_1}{L_1 - L_2} - L_1}{\frac{L_1 \cdot L_1}{L_1 - L_2}}$

$\frac{L_1 - L_2}{L_1^2} - \frac{L_1 - L_2}{L_1 L_2} =$

$= \frac{L_1 L_2 - L_2^2 - L_1^2 + L_1 L_2}{L_1 L_1 L_2} = \frac{L_1 L_2}{L_1^2} = \frac{L_2}{L_1}.$

$= \frac{-(L_1 + L_2)^2}{L_1^2 L_2}$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

Апелляция

на результат очного тура олимпиады «Покори Воробьевы Горы!» по физике

от Кривошеева Кирилла Юрьевича.

Прошу проверить правильность выставленных за мою работу баллов.

Задача 2, вопросы 2, 3 сделаны верно.

В задании 1 (вопрос и задача) ход решения верен, записаны все необходимые законы, не учтено только, что шайбы имеют различную массу.

В задаче 3 ход решения верен. Могла быть допущена только арифметическая ошибка при вычислении искомой зависимости в случае $E > 5U_0$.

В вопросе 4 получен правильный ответ, только перепутаны примеры для $\Gamma \to 0$ и $\Gamma \to 1$.

В задаче 4 ход решения верен, хотя допущены ошибки (в формуле тонкой линзы по невнимательности перепутаны знаки).

Повысить оценку на 1 балл. (старая оценка – 76, новая оценка – 77)

(Овчинникова Е.Н.)

(Неденко В.И.)

(Парфенов К.В.)