24-42-57-24
(178.1)

ОЛИМПИАДА ПВГ
2016

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 06

+1 лист

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Покори Воробьёвы Горы" ~~по физике~~

по физике

Андреева Павла Константиновича
фамилия, имя, отчество (в родительном падеже)

Дата

«22» марта 2016 года

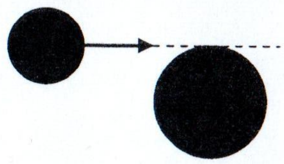
Подпись участника Андреев

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:

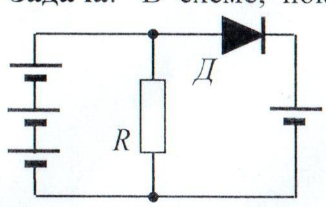
Вопрос: Как выглядит диаграмма изобарного процесса над одноатомным идеальным газом в координатах $A - U$ («совершенная газом работа – внутренняя энергия»), выходящая из точки (A_0, U_0)?

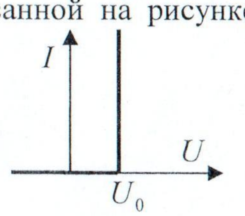
Задача: Давление одного моля одноатомного идеального газа изохорически изменили от начального до некоторого значения. Затем изобарически уменьшили объем газа в $n = 3$ раза. После этого газ изохорически перевели в конечное состояние. Зная, что температура газа в конечном состоянии в $k = 1{,}2$ раза 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:

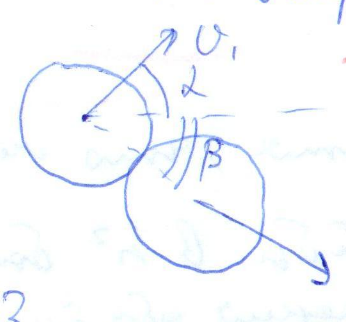
Вопрос: Чему может быть равно увеличение (отношение размера изображения к размеру предмета), даваемое тонкой рассеивающей линзой?

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).

$\lambda - 1$

Беловик.

Ответ на вопрос:



(Степаньянц КВ) оценка: 95 баллов

1	2	3	4	Σ
5	4	5	2	95
20	20	20	19	

(Пашкин НА)

Запишем ЗСИ и ЗСЭ:

$$\begin{cases} m\bar{\upsilon}_0 = m\bar{\upsilon}_1 + m\bar{\upsilon}_2 \\ \frac{m\upsilon_0^2}{2} = \frac{m\upsilon_1^2}{2} + \frac{m\upsilon_2^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \bar{\upsilon}_0 = \bar{\upsilon}_1 + \bar{\upsilon}_2 \quad (1,1) \\ \upsilon_0^2 = \upsilon_1^2 + \upsilon_2^2 \end{cases}, \text{ где}$$

$\bar{\upsilon}_0$ - начальная скорость налетающей шайбы.

Ясно, что (1,1) выполняется для векторов образующих прямоугольный треугольник, т.е. $\alpha + \beta = 90°$ (см. рис.), но $\alpha = 30°$,

$\beta = 90° - \alpha = \underline{60°}$

Задача.

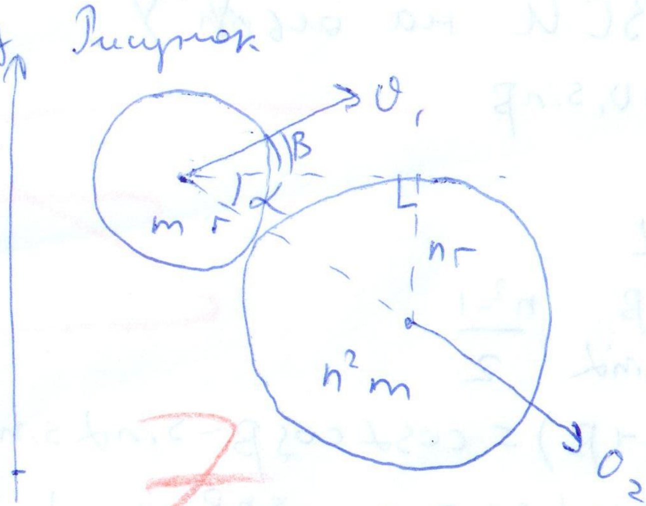
Дано:

$n = 1,5$

$\alpha = ?$

$\beta = ?$

Рисунок



Решение:

Ясно, что покоящаяся шайба полетит по прямой соединяющей центры, т.к. по направлению реакции опоры

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

~~Беловик~~

Тогда $\sin\alpha = \frac{nr}{r+nr} = \frac{n}{1+n}$; $\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{n^2}{(1+n)^2}} =$
$= \frac{\sqrt{2n+1}}{n+1}$

$\lambda - 2$

$+0,6$

Запишем ЗСИ и ЗСЭ, учтя, что мас- ~~$\bar{v}_1 + n^2\bar{v}_2 =$~~ са большей шайбы в n^2 больше (это следует из соотношения объёмов)

$$\begin{cases} m\bar{v}_1 + mn^2\bar{v}_2 = \bar{v}_0 \\ \frac{mv_1^2}{2} + \frac{n^2mv_2^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \bar{v}_1 + n^2\bar{v}_2 = \bar{v}_0 \\ v_1^2 + n^2v_2^2 = v_0^2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \bar{v}_0 = \bar{v}_1 + n^2\bar{v}_2 \\ v_1^2 + n^2v_2^2 = v_1^2 + 2n^2\bar{v}_2\bar{v}_1 + n^4v_2^2 \end{cases} \Rightarrow$$

$\Rightarrow v_2^2 = 2v_2v_1\cos\gamma + n^2v_2^2$, где $\cos\gamma$ – угол между $\bar{v}_1$ и $\bar{v}_2$

$$\cos\gamma = -\frac{v_2}{v_1}\,\frac{n^2-1}{2}$$

Запишем ЗСИ на ось ~~Ox~~ Y:

$$n^2mv_2\sin\alpha = mv_1\sin\beta$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin\beta}{n^2\sin\alpha}$$

$$-\cos\gamma = \frac{\sin\beta}{n^2\sin\alpha}\,\frac{n^2-1}{2}$$

$$\cos\gamma = \cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta$$

$$\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta = -\frac{\sin\beta}{2\sin\alpha}\left(1-\frac{1}{n^2}\right)$$

Делим на $\cos\beta$

$$\cos\alpha = \sin\alpha\,\mathrm{tg}\beta - \frac{\mathrm{tg}\beta}{2\sin\alpha}\left(1-\frac{1}{n^2}\right)$$

Беловик 1-3

$$tg\beta\left(\sin\alpha - \frac{1}{2\sin\alpha}\left(1-\frac{1}{n^2}\right)\right) = \cos\alpha$$

$$tg\beta = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha - \frac{1}{2\sin\alpha}\left(1-\frac{1}{n^2}\right)} = \frac{\sqrt{2n+1}}{n - \frac{(n+1)^2}{2n}\left(\frac{n^2-1}{n^2}\right)} =$$

$$= \frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{5} - \frac{5}{6}\left(1-\frac{4}{9}\right)} = \frac{4}{3 - \frac{25}{6}\cdot\frac{5}{9}} = \frac{4\cdot 54}{162-125} = \frac{216}{37}$$

Ответ: $\cancel{\frac{4}{5}}\ arctg\,\frac{216}{37}$ − меньшая и $\arcsin\frac{3}{5}$ − большая

+

№2

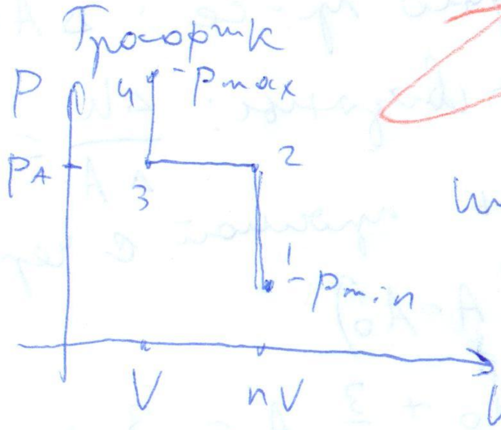
Дано:

$n = 3$

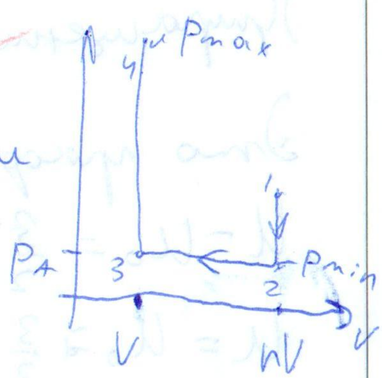
$K = 1{,}2$

$\frac{p_{min}}{p_{max}} = ?$ $\frac{p_{max}}{p_{min}}$

График



или



Решение:

Возможны два случая см. рис.

Найдём $\frac{p_4}{p_1}$:

$$\begin{cases} p_1 nV = \nu RT \\ p_4 V = \nu RT\cdot K \end{cases} \Rightarrow \frac{p_4}{p_1} = nK$$

Пусть давление при котором совершается работа p_A

За весь процесс

$$\Delta U = \frac{3}{2}(nKp_1V - p_1nV) = \frac{3}{2}p_1V\cdot n(K-1)$$

$$A = p_AV(n-1)$$

По условию $p_AV(n-1) = \frac{3}{2}p_1Vn(K-1) \Rightarrow p_A = \frac{3}{2}p_1V$

Беловик

$p_A = \frac{3}{2} \frac{p(k-1)n}{n-1} p_1 = \frac{3}{2} \frac{0,2 \cdot 3}{2} p_1 = \frac{0,9}{2} p_1 = 0,45 p_1$

$p_A < p_1$

Верный график 2.)

$\frac{p_4}{p_A} = \frac{p_{max}}{p_{min}} = \frac{nkp_1}{\frac{3}{2}\frac{n(k-1)}{n-1}} = \frac{2}{3}\frac{k(n-1)}{k-1} = 8$

Ответ: 8

~~N 3~~ Ответ на вопрос:

При изобарно пр-се: $\Delta A = p\Delta V$ и $\Delta U = \frac{3}{2} p \Delta V$

Приращения связаны: $\frac{\Delta U}{\Delta A} = \frac{3}{2}$

Это график прямой с через $(A_0; U_0)$:

$U - U_0 = \frac{3}{2}(A - A_0)$

$U = U_0 - \frac{3}{2}A_0 + \frac{3}{2}A = \frac{3}{2}A + U_0 - \frac{3}{2}A_0$

график — ?

N 3

Дано:

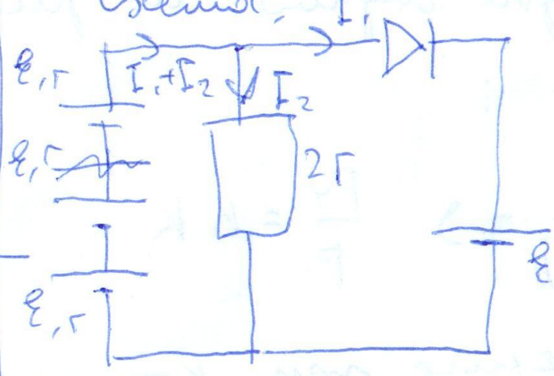
$R = 2r$

r

U_0

$I(\mathcal{E}) = ?$

Схема:



Решение:

По первому и второму правилам Кирхгофа:

$$\begin{cases} 3\mathcal{E} = 3rI_1 + 3rI_2 + 2rI_2 \\ 2\mathcal{E} = 3rI_1 + 3rI_2 + U_0 + I_1 r \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3\mathcal{E} = 3rI_1 + 5rI_2 \\ 2\mathcal{E} = 4rI_1 + 3I_2 + U_0 \end{cases}$$

Беловик л-5

Решая получим:

$$I_1 = \frac{\mathcal{E} - 5U_0}{11r}$$

Видим, что диод открыт при $\mathcal{E} \geq 5U_0$

$\cancel{I_2}$ I_2 в этом случае:

$$I_2 \cdot 5r = 3\mathcal{E} - \cancel{3r}\frac{3}{11}(\mathcal{E} - 5U_0)$$

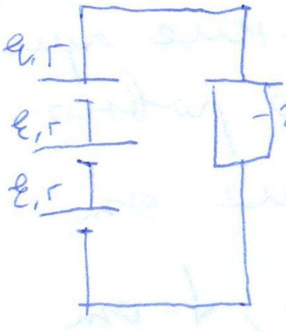
$$55 I_2 r = 33\mathcal{E} - 3\mathcal{E} + 15U_0$$

$$I_2 = \frac{30\mathcal{E} + 15U_0}{55r} = \frac{6\mathcal{E} + 3U_0}{11r}$$

Мощность на нагрузке:

$$P = 2r \cdot \frac{9(2\mathcal{E} + U_0)^2}{121r^2} = \frac{18}{121}\frac{(2\mathcal{E} + U_0)^2}{r}$$

При $\mathcal{E} < 5U_0$



$$3\mathcal{E} = \cancel{8}\,5rI$$

$$I = \frac{3\mathcal{E}}{5r}$$

Мощность: $P = 2r\frac{9\mathcal{E}^2}{25r^2} = \frac{18}{25}\frac{\mathcal{E}^2}{r}$

Ответ: $\begin{cases} \mathcal{E} \geq 5U_0: \dfrac{18}{121}\dfrac{(2\mathcal{E}+U_0)^2}{r} \\ \mathcal{E} < 5U_0: \dfrac{18}{25}\dfrac{\mathcal{E}^2}{r} \end{cases}$

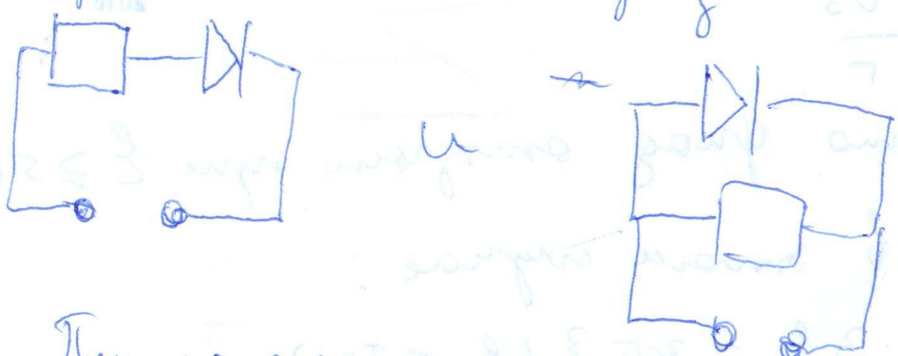
20

Ответ на вопрос:

Если диод идеальный, то при подключении его сначала ~~на~~ последовательно, потом параллельно мощность не изменится, т.к. ~~при~~ ~~при и ток~~

$\boxed{\text{Беловик}}$ л-6

не идёт через нагрузку в обоих случаях по 5 секунд



5

При параллельном не идёт ток в те моменты когда идёт последовательно, т.к. на идеальном диоде, а значит и на нагрузке в прямом направлении падение напряжения равно 0

№4

Ответ на вопрос увеличение принято обозначать Г и оно равно $Г = -\frac{f}{d}$, где f - расстояние от ~~пред~~ линзы до изображения, d - от линзы до предмета

Запишем формулу тонкой линзы $-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{F+d}{Fd}$

$$Г = -\frac{F}{F+d}$$

Учитывая, что мы взяли, что $F > 0$ и $d > 0$, то

$\Gamma \in (0;1)$ $\in (-1;0)$, то есть её изображения всегда прямые и уменьшенные Беловик 1-7

$\Gamma > 0$

2

Задача.

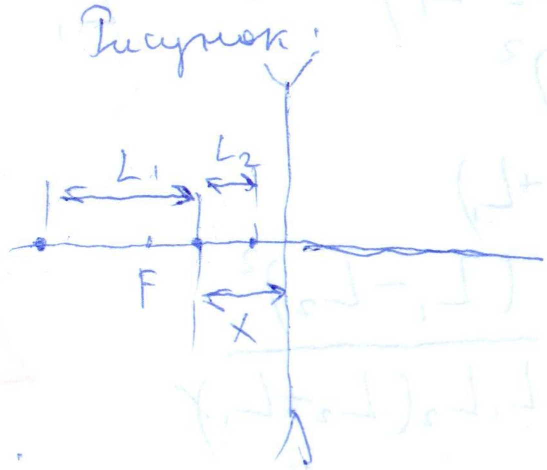
Дано:

L_1

L_2

$D = ?$

Рисунок:



Решение:

Пусть изображение вначале находилось на расстоянии x от линзы

Запишем формулу тонкой линзы:

$$\begin{cases} D = \dfrac{1}{x+L_1} - \dfrac{1}{x} \\ D = \dfrac{1}{x} - \dfrac{1}{x-L_2} \end{cases} \Rightarrow 0 = \frac{1}{x+L_1} + \frac{1}{x-L_2} - \frac{2}{x}$$

$$0 = \frac{x^2 - L_2x + x^2 + xL_1 - 2x^2 + 2xL_2 - 2xL_1 + 2L_1L_2}{x(x+L_1)(x-L_2)}$$

$$xL_2 - xL_1 + 2L_1L_2 = 0$$

$$x(L_2 - L_1) = -2L_1L_2$$

$$x = \frac{2L_1L_2}{L_1 - L_2}$$

$$D = \frac{1}{\frac{2L_1L_2}{L_1-L_2} + L_1} - \frac{L_1 - L_2}{2L_1L_2} = (L_1 - L_2)\left(\frac{1}{2L_1L_2 + L_1^2 - L_1L_2} - \frac{1}{2L_1L_2}\right)$$

Беловик

1-8

$$= -(L_1-L_2)\left(\frac{1}{2L_1L_2} - \frac{1}{L_1L_2+L_1^2}\right) = -\left(1-\frac{L_2}{L_1}\right)\cdot$$

$$\cdot\left(\frac{1}{2L_2} - \frac{1}{L_2+L_1}\right) = -\frac{L_1-L_2}{L_1}\cdot\frac{L_1-L_2}{2L_2(L_2+L_1)} =$$

$$= -\frac{(L_1-L_2)^2}{2L_1L_2(L_2+L_1)}$$

Ответ: $-\dfrac{(L_1-L_2)^2}{2L_1L_2(L_2+L_1)}$

19

24-42-57-24

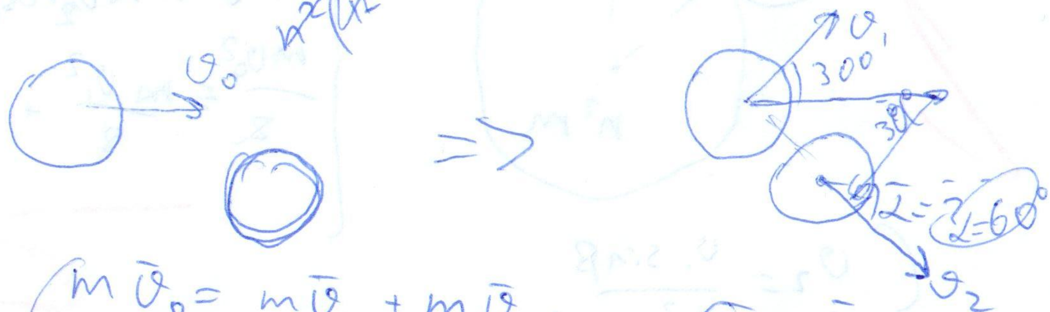
(178.1)

Черновик

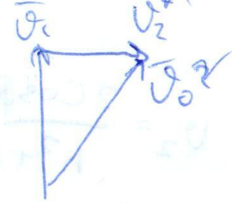
ОЛИМПИАДА ПВГ 2016

№1

$\vartheta_0^2 n^2(n^2+1) - 2\vartheta_0\vartheta_1\cos\beta = \vartheta_0^2(n^2-1)$



$$\begin{cases} m\bar{\vartheta}_0 = m\bar{\vartheta}_1 + m\bar{\vartheta}_2 \\ \dfrac{m\vartheta_0^2}{2} = \dfrac{m\vartheta_1^2}{2} + \dfrac{m\vartheta_2^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \bar{\vartheta}_0 = \bar{\vartheta}_1 + \bar{\vartheta}_2 \\ \vartheta_0^2 = \vartheta_1^2 + \vartheta_2^2 \end{cases}$$



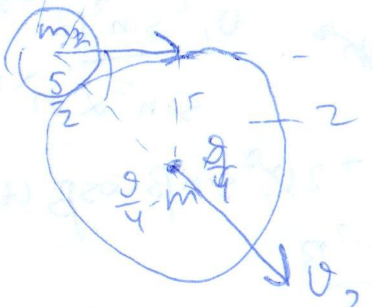
$r_1 = \dfrac{r_2}{1,5}$

$V_1 = \pi r^2 \cdot d$ $\quad r_2 = \dfrac{3}{2} r_1$

$V_2 = \pi \cdot \dfrac{9}{4} r^2 d$

$\sin\alpha = \dfrac{2}{5}$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - \dfrac{4}{25}} = \dfrac{\sqrt{21}}{5}$



$\dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{m_1}{m_2} = \dfrac{4}{9}$

$m_2 = \dfrac{9}{4} m_1$

$\dfrac{\frac{3}{2}}{\frac{5}{2}} = \dfrac{3}{5}$

~~$m\bar{\vartheta}_0 = m$~~

$m\vartheta_0 = \dfrac{9}{4} m\vartheta_2 \cdot \dfrac{\sqrt{21}}{5} + m\vartheta_1\cos\beta$

~~$\dfrac{9}{4} m\vartheta_2 \cdot \dfrac{2}{5} = m\vartheta_1\sin\beta$~~

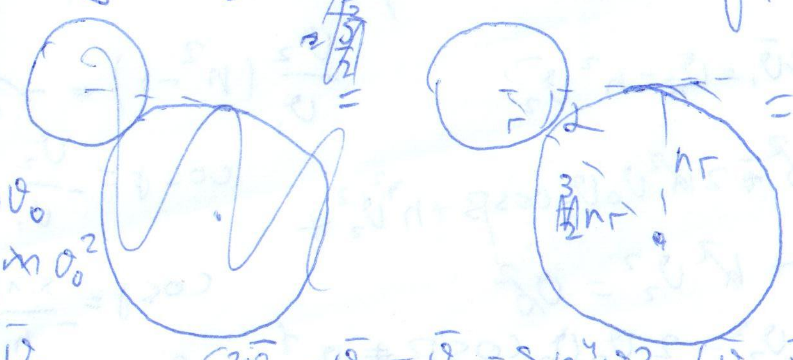
$\sin\alpha = \dfrac{3}{5}$ $\quad$ ~~$\vartheta_2 =$~~

$m_1 = m$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - \dfrac{9}{25}} = \dfrac{4}{5}$ $\quad m_2 = n^2 m$

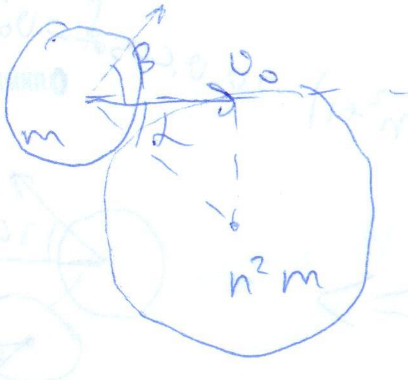
$\sin\alpha = \dfrac{nr}{r + nr} = \dfrac{n}{1+n}$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - \dfrac{n^2}{(1+n)^2}} = \dfrac{\sqrt{2n+1}}{n+1}$



$$\begin{cases} m\bar{\vartheta}_1 + n^2 m\bar{\vartheta}_2 = m\bar{\vartheta}_0 \\ m\vartheta_1^2 + n^2 m\vartheta_2^2 = m\vartheta_0^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \bar{\vartheta}_1 + n^2\bar{\vartheta}_2 = \bar{\vartheta}_0 \\ \vartheta_1^2 + n^2\vartheta_2^2 = \vartheta_0^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n^2\bar{\vartheta}_2 = \bar{\vartheta}_0 - \bar{\vartheta}_1 \Rightarrow n^4\vartheta_2^2 = (\bar{\vartheta}_0 - \bar{\vartheta}_1)^2 \\ \vartheta_1^2 + \dfrac{(\bar{\vartheta}_0 - \bar{\vartheta}_1)^2}{n^2} = \vartheta_0^2 \Rightarrow n^2\vartheta_1^2 + \vartheta_0^2 - 2\bar{\vartheta}_0\bar{\vartheta}_1 + \vartheta_1^2 = n^2\vartheta_0^2 \end{cases}$$



$$\begin{cases} n^2 m v_2 \sin\alpha = m v_1 \sin\beta \\ m v_0 = n^2 m v_2 \cos\alpha + m v_1 \cos\beta \\ \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{n^2 m v_2^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_2 = \frac{v_1 \sin\beta}{n^2 \sin\alpha} \\ v_0 = \cancel{v_2\cos\alpha + v_1\cos\beta}\ \frac{v_1 \sin\beta}{n^2 \sin\alpha}\,\mathrm{ctg}\,\alpha\, n^2 + v_1\cos\beta \end{cases}$$

$$v_2 = \frac{2\cos\beta}{n^2+1} v_0$$

$$v_0 = v_1 \sin\beta\,\mathrm{ctg}\,\alpha + v_1 \cos\beta$$

$$v_2 n^2 \sin\alpha = v_1 \sin\beta$$

$$v_0^2 = v_1^2 + n^2 \cdot \frac{v_1^2 \sin^2\beta}{\sin^2\alpha\, n^4}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin\beta}{n^2}$$

$$v_1^2 \sin^2\beta\,\mathrm{ctg}^2\alpha + 2 v_1^2 \sin\beta\cos\beta\,\mathrm{ctg}\,\alpha + v_1^2\cos^2\beta = v_1^2 + \frac{v_1^2 \sin^2\beta}{\sin^2\alpha\, n^2}$$

$$\begin{cases} \bar v_1 + n^2 \bar v_2 = \bar v_0 \\ v_1^2 + n^2 v_2^2 = v_0^2 \end{cases} \Rightarrow v_1^2 + n^2 v_2^2 = v_1^2 + 2n^2 v_1 v_2 \cos\gamma + n^4 v_2^2$$

$$\cancel{v_2^2(n^4 - n^2 - n^4)}\quad v_2^2(n^4 - n^2) + 2n^2 v_1 v_2 \cos\gamma = 0$$

$$\frac{v_2}{v_1}(n^2 - 1) = -2\cos\gamma$$

$$\cos\gamma = -\frac{v_2}{v_1}\frac{(n^2-1)}{2}$$

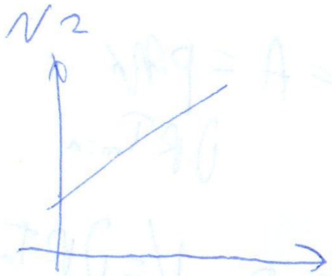
$$\cos\gamma = -\frac{\sin\beta}{n^2}\frac{(n^2-1)}{2}$$

$$\begin{cases} \bar v_1 = \bar v_0 - n^2 \bar v_2 \\ v_0^2 - 2n^2 v_0 v_2 \cos\beta + n^4 v_2^2 + n^2 v_2^2 = v_0^2 \end{cases}$$

$$n^2 v_2^2 - 2 v_0 v_2 \cos\beta + v_2^2 = 0$$

$$v_2(n^2+1) = 2 v_0 \cos\beta$$

$$\frac{v_2}{v_0} = \frac{2\cos\beta}{n^2+1}$$



$\cancel{A}x = p\Delta V$

$u = \Delta y = \frac{3}{2} p \Delta V + C$

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

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

$U_0 - U = \frac{3}{2}(A_0 - A)$

$U = U_0 - \frac{3}{2} A_0 + \frac{3}{2} A$

$\cancel{\sin\alpha}$

$\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta =$

$= -\frac{\sin\beta}{n^2} \frac{(n^2-1)}{2}$

$$\begin{cases} \bar{v}_1 + n^2 \bar{v}_2 = \bar{v}_0 \\ v_1^2 + n^2 v_2^2 = v_0^2 \end{cases}$$

$\Rightarrow v_1^2 + n^2 v_2^2 = v_1^2 + 2 v_1 v_2 n^2 \cos\gamma + n^4 v_2^2$

$-v_2(n^2 - 1) = 2 v_1 n^2 \cos\gamma$

$\cos\gamma = -\frac{v_2}{v_1} \frac{n^2-1}{2}$

$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha n^2}$

$\cos\gamma = -\frac{\sin\beta}{\sin\alpha n^2} \frac{n^2-1}{2}$

$\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta = -\frac{\sin\beta}{2\sin\alpha}\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$

$\cos\alpha - \sin\alpha \,tg\beta = \frac{tg\beta}{\cancel{\ }} \frac{1}{2\sin\alpha\left(1-\frac{1}{n^2}\right)}$

$tg\beta\left(\sin\alpha + \frac{1}{2\sin\alpha}\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)\right) = \cos\alpha$

$tg\beta = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha + \frac{1}{2\sin\alpha}\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)} =$

$= \frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{5} + \frac{1}{2\cdot\frac{3}{5}}\left(1 - \frac{4}{9}\right)} = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{5} + \frac{5}{6}\cdot\frac{5}{9}} = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{5}} \quad \frac{4}{3 + \frac{5^3}{6\cdot 9}}$

$18 \times 9 = 162$

$162 - 125 = 37$

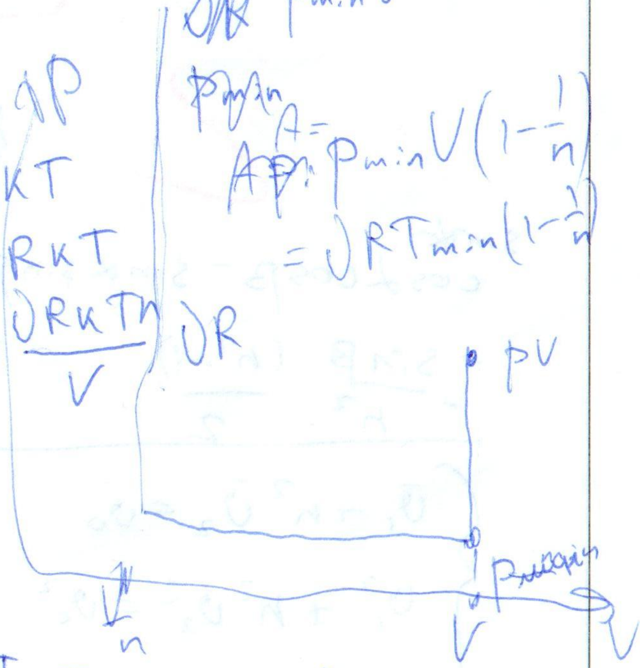
$p_{min} V\left(1-\frac{1}{n}\right) = A = p\Delta V$

$\nu R T_{min}$

$p_{min} V = \nu R T_{min}$

$A = p_{min} V\left(1-\frac{1}{n}\right)$

$= \nu R T_{min}\left(1-\frac{1}{n}\right)$

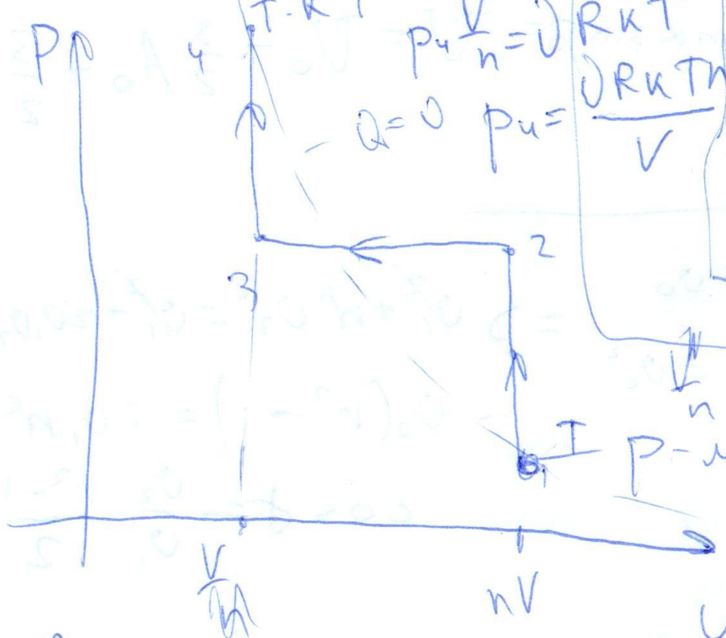


№2

т.к. $p_4 V_4 = \nu R k T$

$p_4 \frac{V}{n} = \nu R k T$

$Q = 0$ $\quad p_4 = \frac{\nu R k T n}{V}$



$p = \frac{\nu R T}{V}$

1) $p_2\left(V - \frac{V}{n}\right) = \frac{3}{2} \nu R T(k-1) = \frac{3}{2} pV(k-1)$

$p_2 V\left(1 - \frac{1}{n}\right) = \frac{3}{2} \nu R T(k-1)$

$\nu R T_{min}\left(1 - \frac{1}{n}\right)$ $\quad p($

1) $\frac{p_4}{p} = kn$ $\qquad$ 2)

24-42-57-24
(178.1)

Черновик

4/5

$\cancel{pV\left(1-\frac{1}{n}\right)=\frac{3}{2}\nu RT\left(\frac{k-1}{k}\right)}$

$pV(n-1)=\frac{3}{2}\nu RT(k-1)$

$p=\frac{3}{2}\frac{k-1}{n-1}\frac{\nu RT}{V}$

$\cancel{p_4V_4=\nu RkT}$ $\quad p_4\frac{V}{n}=\nu RkT$ $\quad 37$

$\cancel{p_4\frac{V}{n}}$

$p_1V=\nu RT$

$\frac{p_4}{p_1}=nk$

$\Delta U=\frac{3}{2}\left(\cancel{p_4V_4}-p\nu RT(k-1)\right.$

$\cancel{p\,\nu RT}$ p_A

$\cancel{A=p\Delta V=pV(n-1)=\nu RT_p(n-1)}$

$\cancel{\nu RT(k-1)=\nu RT_p(n-1)}$

T

$\Delta U=\frac{3}{2}(nkp\cdot V-pnV)=\frac{3}{2}pVn(k-1)$

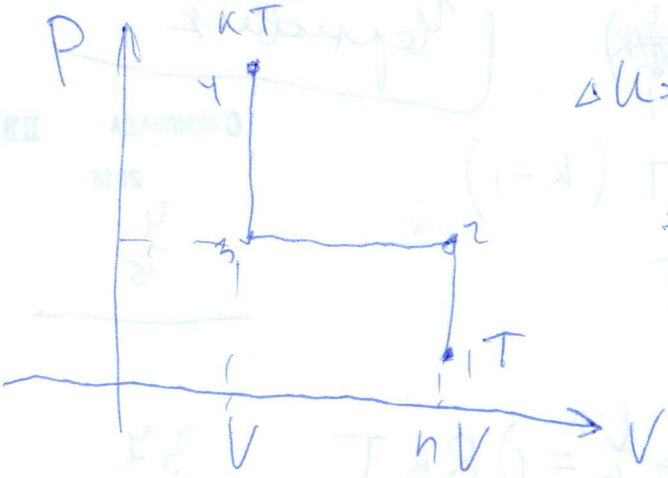
$A=p_A\cdot V(n-1)$

$\cancel{A=\frac{3}{}}\ p_A\cdot V(n-1)=\frac{3}{2}pVn(k-1)$

$p_A=\frac{3}{2}\frac{p(k-1)n}{n-1}$

$\frac{3}{2}\cdot\frac{\cancel{0,2}^{0,1}\cdot 3}{2}=\frac{9}{4}$

$\frac{0,9}{2}=$



$\Delta U = \frac{3}{2}(kn \cdot p \cdot V - p \cdot nV)$

$= \frac{3}{2} pVn(k-1)$

~~A_A~~

$p_A \cdot V(n-1) = \frac{3}{2} pVn(k-1)$

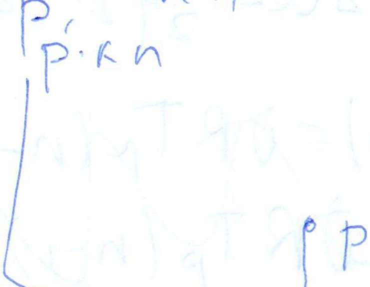
$p_A = \frac{3}{2} \frac{n(k-1)}{n-1}$

$\frac{3}{2} \cdot \frac{3 \cdot \cancel{0,2}\ 0,1}{8} =$

$= \frac{0,0}{2}$

$\begin{cases} p_4 V = \nu RT \cdot k \\ p_1 V \cdot n = \nu RT \end{cases}$

$\frac{p_4}{p_1} = kn$



$p_A \cdot V(n-1) = \frac{3}{2} pVn(k-1)$

$p_A = p \frac{3}{2} \frac{n(k-1)}{n-1} = p \frac{3}{2} \cdot \frac{3 \cdot \cancel{0,2}\ 0,1}{8} =$

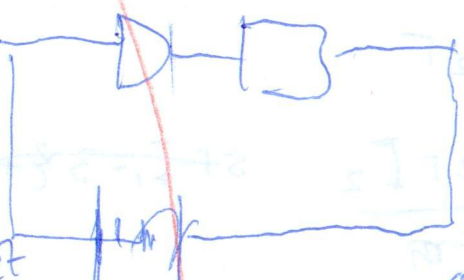
$= \frac{0,0}{2} = 0,45p$

$\frac{p_4}{p_A} = \frac{p \cdot nk}{p \cdot \frac{3}{2} \frac{n(k-1)}{n-1}} =$

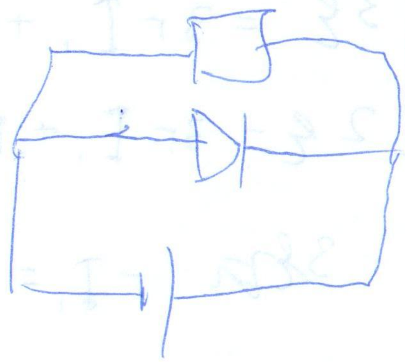
$= \frac{2}{3} \frac{k(n-1)}{k-1} = \frac{2}{3} \cdot \frac{1,2 \cdot 2}{\cancel{0,2}\ 0,1} =$

$= 4^{1,2} \cdot \frac{2}{3} = 8$

№3



$\Rightarrow$



$+37$

$$\begin{cases} 3rI_2 = \dfrac{3\mathcal{E} - 3rI_1}{5} \end{cases}$$

$2\mathcal{E} =$

$\mathcal{E} = 2rI_2 - rI_1 - U_0$

$rI_1 = 2rI_2 - U_0 - \mathcal{E}$

$3\mathcal{E} = 6rI_2 - 3U_0 - 3\mathcal{E} + 5rI_2$

$6\mathcal{E} + 3U_0 = 11rI_2$

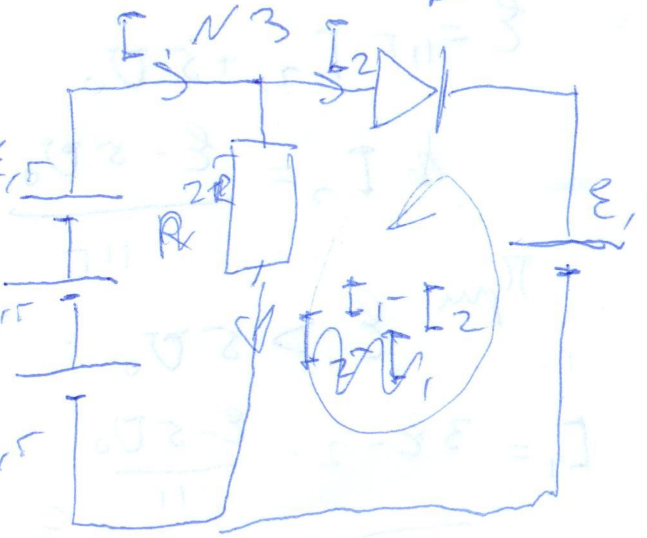
$I_2 =$

1 +
2 −
3 +
4 −
5 +
6 −
7 +
8 −
9 +
10 −

$54 \times 4 = 216$

$54 \times 3 = 162$

№3



$$\begin{cases} 3\mathcal{E} = 3rI_1 + 2rI_2 - 2rI_1 \\ \cancel{3\mathcal{E} = -I_2 r + 2rI_2 - 2rI_1} \\ 2\mathcal{E} = 3rI_1 + U_0 + I_2 r \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3\mathcal{E} = rI_1 + 2rI_2 \\ 2\mathcal{E} = 3rI_1 + I_2 r + U_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3rI_1 = 3\mathcal{E} - 2rI_2 \\ 2\mathcal{E} = 9\mathcal{E} - 6rI_2 + I_2 r + U_0 \end{cases}$$

$7\mathcal{E} - 5rI_2 + U_0 = 0 \qquad I_2 = \dfrac{7\mathcal{E} + U_0}{5r} > 0$

$$\begin{cases}3\mathcal{E} = 3rI_1 + 2rI_1 - 2rI_2 = 5rI_1 - 2rI_2 \\ 2\mathcal{E} = 3rI_1 + U_0 + I_2 r\end{cases}$$

$\cancel{3\mathcal{E}}$ $rI_1 = \frac{3\mathcal{E}+2rI_2}{5}$ $\quad$ ~~$5rI_1 - 3\mathcal{E} + 2r$~~

$2\mathcal{E} = \frac{3}{5}(3\mathcal{E}+2rI_2)+U_0+I_2 r$

$10\mathcal{E} = 9\mathcal{E}+6rI_2+5U_0+5I_2 r$

$\mathcal{E} = 11rI_2+5U_0$

$I_2 = \frac{\mathcal{E}-5U_0}{11r}$

При $\mathcal{E} > 5U_0$:

$I_1 = \frac{3\mathcal{E}-2\cdot\frac{\mathcal{E}-5U_0}{11}}{5r} = \frac{3\mathcal{E}-\frac{2}{11}\mathcal{E}+\frac{10}{11}U_0}{5r} =$

$= \frac{31\mathcal{E}+10U_0}{55r}$

$I_{об} = I_1+I_2 = \frac{31\mathcal{E}+10U_0}{55r}+\frac{\mathcal{E}-5U_0}{11r} = \frac{31\mathcal{E}+10U_0+5\mathcal{E}-25U_0}{55r} =$

$= \frac{36\mathcal{E}-15U_0}{55r}$

$I_{об}^2$

$33-2=31$

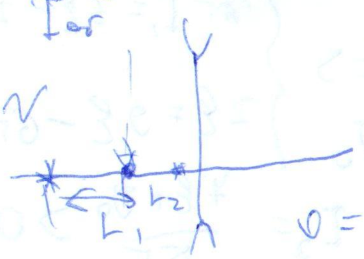
$\frac{1}{L_1L_2+L_1^2}-\frac{1}{2L_1L_2} = \frac{1}{L_1}\left(-\frac{1}{L_2+L_1}+\frac{1}{2L_2}\right) = \frac{1}{L_1}\frac{L_1-L_2}{2L_2(L_2+L_1)}$

$D = \frac{1}{\frac{2L_1L_2}{L_1-L_2}+L_1}-\frac{L_1-L_2}{2L_1L_2} = (L_1-L_2)\left(\frac{1}{2L_1L_2+L_1(L_1-L_2)}-\frac{1}{2L_1L_2}\right)$

$x(L_2-L_1) = -2L_1L_2$

$-\frac{1}{F} = \frac{1}{x+L_1}-\frac{1}{x}$ $\quad x = \frac{2L_1L_2}{L_1-L_2}$

$-\frac{1}{F} = \frac{1}{x}-\frac{1}{x-L_2}$



$0 = \frac{1}{x+L_1}+\frac{1}{x-L_2}-\frac{2}{x} = \frac{x^2+L_1x+x^2-L_2x-2x^2+2xL_2-2L_1x+2L_1L_2}{}$

$-L_1x+xL_2+2L_1L_2$