

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

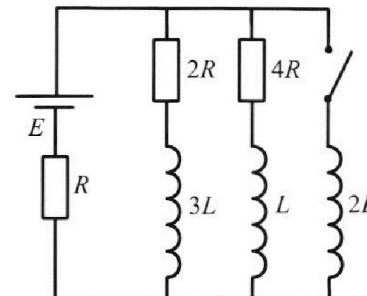
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



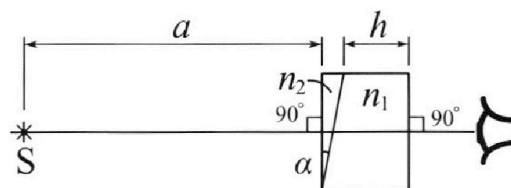
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_v = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 100$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.



(см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



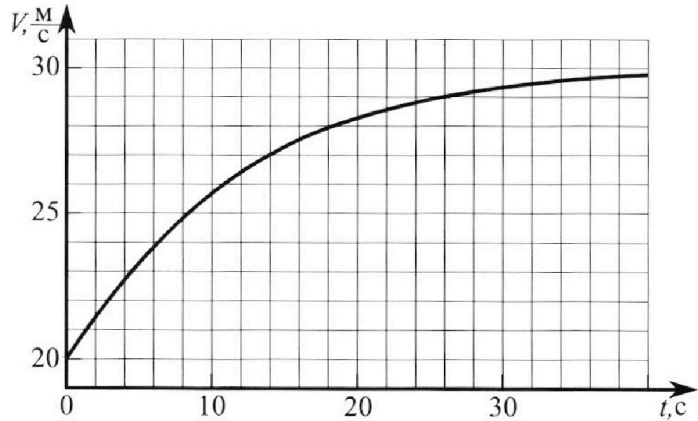
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04



Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 200$ Н.



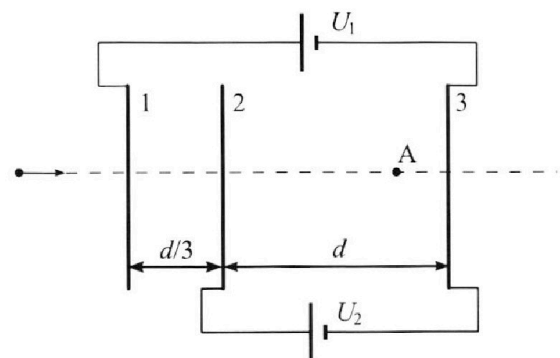
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- 2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численно го ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ и $U_2 = U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- 2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.

1 2 3 4 5 6 7

№1.

Дано: $F_r = 200 \text{ Н}$
 1) $a_0 = ?$
 2) $F_0 = ?$
 3) $\lambda = \frac{m c}{N} = ?$

Решение:
 1) ~~$a_0 = \frac{dV}{dt} = v$~~
 $a = \frac{dV}{dt} = v$
 то есть a - это производная графика $v(t)$, или тангенс угла наклона касательной.

Отсюда ~~$a_0 \approx \frac{23}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 5,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$~~
 $a_0 \approx \frac{3}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) Пусть N - мощность передаваемая на колёса. $N = F_p \cdot v$, где F_p - сила подаваемая на колесо - разгоняющая, v - скорость мотоцикла.

В конце разгона $v = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и $a \approx 0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ значит $F_p = F_{\text{сопр}}$.

ИЗМ: $m \vec{a} = \vec{F}_{\text{сопр}} + \vec{F}_p$

$\xleftarrow{F_{\text{сопр}}}$ $\xrightarrow{F_p}$
 \xrightarrow{m}

Ох: $ma = F_p - F_{\text{сопр}}^x, a = 0.$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

По условию в конце $F_{\text{comp}} = F_k$

$$\text{Тогда } N = F_p \cdot v = F_k \cdot v_k$$

v_k - скорость в конце

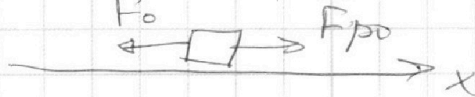
Т.к. на протяжении всего разгона

$$N = \text{const}, \text{ то}$$

$$F_{p0} \cdot v_0 = v_k \cdot F_k$$

$$F_{p0} = \frac{v_k}{v_0} \cdot F_k$$

$$m \vec{a}_0 = \vec{F}_{p0} + \vec{F}_0$$



$$\text{Откуда } ma_0 = F_{p0} - F_0$$

$$F_0 = F_{p0} - ma_0$$

$$F_0 = \frac{v_k}{v_0} F_k - ma_0$$

~~$$F_0 = \frac{30}{20} \cdot 200 \text{ Н} - 240 \cdot \frac{23}{4} \text{ Н}$$~~

~~$$F_0 = 300 \text{ Н} - 60 \cdot 23 \text{ Н} = 1080 \text{ Н}$$~~

$$F_0 = \frac{30}{20} \cdot 200 \text{ Н} - 240 \cdot \frac{3}{4} \text{ Н} = 300 \text{ Н} - 180 \text{ Н} = 120 \text{ Н}$$

$$F_0 = 120 \text{ Н}$$

$$3) \quad \alpha = \frac{N_{\text{comp}}}{N}, \quad N_{\text{comp}} = F_{\text{comp}} \cdot v$$
$$N = v_k \cdot F_k$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

~~$\alpha = \frac{F_0 v_0}{v_k \cdot F_k} = \frac{120 \cdot 20}{30 \cdot 200}$~~

$$\alpha = \frac{F_0 v_0}{v_k \cdot F_k} = \frac{120 \cdot 20}{200 \cdot 30} = \frac{12}{30} = \frac{4}{10} = 0,4.$$

$N_{\text{сопр}}$ — мощность потребляемая
этой сопротивлением.

$N = \text{const} \Rightarrow$ не обязательно

$$N = F_{p0} \cdot v_0.$$

Ответ: 1) $a_0 \approx 0,75 \frac{m}{c^2}$

2) $F_0 = 120 \text{ Н}$.

3) $\alpha = 0,4$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

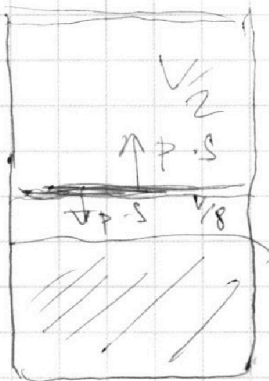
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№ 2.



1) Так, поршень невесом
и находится в состоянии
равновесия, то давление
газов равно

$$\text{ИЗМ: } m a = p_1 S - p_2 S, a = 0$$

$$p_1 = p_2 = p_0$$

$$p_1 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$$

$$p_2 \frac{V}{8} = \nu_2 R T_0$$

$$V_2 = \frac{V}{2} - \frac{3}{8} V_0 = \frac{V}{8}$$

$$\frac{\frac{V_0}{2}}{\frac{V}{8}} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = 4, \quad \text{Ответ: 4.}$$

2)

$$p_1 V_{1k} = \nu_1 R \frac{4}{3} T_0$$

$$V_{1k} = \frac{V}{8}$$

$$p_2 V_{2k} = (\nu_2 - \Delta \nu) R \frac{4}{3} T_0$$

$$\Delta \nu = k p_2 \frac{3}{8} V$$

$$V_{1k} + V_{2k} = \frac{5}{8} V$$

$$p_1 = p_2 = p_k \quad (\text{конечное})$$

$$p_k \cdot \frac{5}{8} V = (\nu_1 + \nu_2 - \Delta \nu) R T$$

$$p_k \frac{5}{8} V = \frac{4}{3} p_0 \frac{V}{2} + \frac{4}{3} p_0 \frac{V}{8} - k p_k \frac{3}{8} V R T$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$p_k \frac{5}{8} V = \frac{4}{3} p_0 \frac{V}{2} + \frac{4}{3} p_0 \frac{V}{8} - k p_k \frac{5}{8} V RT / V$$
$$\frac{5}{8} p_k = \frac{4}{3} p_0 + \frac{4}{24} p_0 - k p_k \frac{3}{8} RT$$

$$p_k V_k = \nu R \frac{4}{3} T_0$$

$$p_k \cdot \frac{V}{8} = \frac{4}{3} p_0 \frac{V}{2}$$

$$p_k = \frac{32}{6} p_0 = \frac{16}{3} p_0$$

у р-ие идеал-
- газа. где
берем газ
в конце

в нижней части находится
уменьшенный газ и водой пар
т.к. $T = 373\text{K}$, то $p_{\text{пар}} = p_{\text{атм}}$
значит по закону Дальтона:

$$p_k = p_{\text{атм}} + p_y$$

p_y - ~~парциальное~~ парциальное давлени-
е ~~парциальное~~ уменьш. газа.

$$p_y \cdot \frac{V}{2} = (\nu_2 - \nu) R \frac{4}{3} T_0$$

$$\text{объем } V_{21} = V - \frac{V}{8} - \frac{3}{8} V$$

↑
Верхняя
часть

↑
Газ

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$p_y \frac{V}{2} = \frac{4}{3} \nu_2 R T_0 - \Delta \nu R T$$

$$p_y \frac{V}{2} = \frac{4}{3} p_0 \frac{V}{8} - k p_y \frac{3}{8} V R T$$

$$\frac{1}{2} p_y = \frac{p_0}{3} - k p_y \frac{3}{4} R \frac{4}{3} T_0$$

$$3 \cdot \left(\frac{1}{2} + k \frac{3}{4} R T_0 \right) p_y = p_0$$

$$p_y = p_0 \frac{\frac{1}{2} + k \frac{3}{4} R T_0}{3} = p_0 \frac{\frac{1}{2} + \frac{3}{5} \cdot \frac{3}{4} \cdot 3}{3} =$$
$$= p_0 \cdot \frac{\frac{27}{20} + \frac{10}{20}}{3} = \frac{37}{60} p_0$$

$$p_k = \frac{16}{3} p_0$$

$$p_k = p_{\text{атм}} + \frac{37}{60} p_0$$

$$\frac{16}{3} p_0 + \frac{37}{60} p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$\frac{16 \cdot 20 + 37}{60} p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$\frac{320 + 37}{60} p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$\frac{283}{60} p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$p_0 = \frac{60}{283} p_{\text{атм}}$$

$$\text{Our Best! } \frac{60}{283} p_{\text{атм}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№3

1) между сетками 2 и 3 переде-
живается постоянная разность
потенциалов $\Delta\varphi_{23} = U_2 = U$

с другой стороны трубки
(м/у пластинами) поле однородно

$$U \Delta\varphi_{23} = E_{23} \cdot d, E_{23} \text{ поле}$$

между 2 и 3 пласт.

$$E_{23} \cdot d = U$$

$$E_{23} = \frac{U}{d}$$

$$\text{по 1-му зм: } m\vec{a} = q\vec{E}_{23}$$

$$\vec{a} = \gamma\vec{E}$$

$$\gamma = \frac{q}{m}$$

$$|a| = \frac{qU}{md}$$

2) По теореме об изменении кин
энергии работа ~~по перемеще-~~
~~нию~~ ~~частицы~~ равна изменению
кин энергии $A_{23} = \Delta K_{23} = K_3 - K_2$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

A_{23} - работа по перемещению

заряда от пластинки 2 до

пластинки 3. Пластина 2 имеет

положительный заряд, т.к.

подключена к плюсу батареи и

значит $A_{23} > 0$

$$A_{23} = qU_2 = qU.$$

$$K_3 - K_2 = qU =$$

$$3) \text{ По ЗСЭ: } K_0 = q\varphi_A + \frac{mv^2}{2}$$

$$K_0 = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = q\varphi_A + \frac{mv^2}{2}$$

~~Но по формуле φ_A не рассчитать~~

~~и предлагаю найти эквипотен~~

~~циальную поверхность которая~~

~~замкнута на бесконечности~~

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

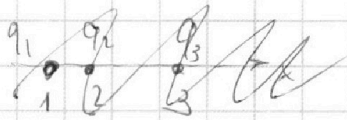
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

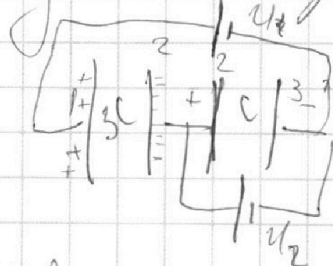
и прохорит ~~удов~~ - то эту пластину
и далее послать работу
при переносе до точки ~~A~~
заряда.

По сути если "обйти" на
безопасность пластины будут
маневрировать токовое зарядот.
и остаться на той же
мультипотенциальной.



система пластин
разбивается на 2

кондера и катушка



$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$C_{23} = C \quad \text{т.к.} \quad S_{23} = S_{12}$$
$$d_{23} = 3d_{12}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$u_{12} = 4u \Rightarrow q_{12} = C_{12} 4u = 12Cu$$

$$q_1 > 0$$

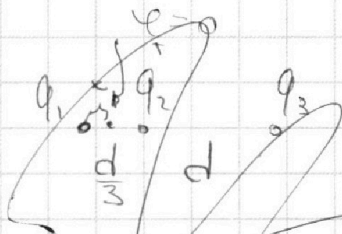
$$q_1 = 12Cu$$

$$q_2 = -q_{12} + q_{23} = -11Cu$$

$$q_{23} > 0$$

$$q_3 = -q_{23}$$

$$q_{23} = Cu$$



Пусть эта точка находится на расстоянии x от q_1 .

$$\varphi_{\text{т}} = \frac{kq_1}{x} + \frac{kq_2}{\frac{d}{3} - x} + \frac{kq_3}{d + \frac{d}{3} - x} = 0$$

$$\frac{q_1}{x} + \frac{q_2}{\frac{d}{3} - x} + \frac{q_3}{d + \frac{d}{3} - x} = 0$$

$$\frac{12Cu}{x} + \frac{-11Cu}{\frac{d}{3} - x} + \frac{Cu}{\frac{4}{3}d - x} = 0$$

$$\frac{12}{x} - \frac{11}{\frac{d}{3} - x} - \frac{1}{\frac{4}{3}d - x} = 0$$

$$\frac{12(\frac{d}{3} - x) - 11x}{(\frac{d}{3} - x)x} = \frac{1}{\frac{4}{3}d - x}$$

$$\frac{4d - 12x - 11x}{\frac{d}{3}x - x^2} = \frac{1}{\frac{4}{3}d - x}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\Delta x^2 = 13d^2 + 11d^2 > 0$$
$$\Delta = 100d^2 - 24 \cdot 11d^2 < 0$$

знаю зарядов пластин майгём

$$\varphi_A = \frac{q_1}{S_1 2\epsilon_0} \cdot \left(\frac{d}{3} + \frac{3d}{4}\right) + \frac{q_2}{S_2 2\epsilon_0} \cdot \frac{3d}{4} + \frac{q_3}{S_3 2\epsilon_0} \cdot \frac{d}{4}$$

$$\varphi_A = \frac{12 \epsilon_0 S U}{d \cdot 2 \epsilon_0 S} \cdot \frac{13}{4} d + \frac{11 \epsilon_0 S U}{d S 2 \epsilon_0} \cdot \frac{3d}{4} - \frac{\epsilon_0 S U}{d S 2 \epsilon_0} \cdot \frac{d}{4} = \frac{13}{2} U - \frac{33}{8} U - \frac{U}{8} = \frac{13}{2} U - \frac{17}{4} U = \frac{26 - 17}{4} U = \frac{9}{4} U$$

ЗЦЗ:

$$\frac{m v_0^2}{2} = -q \cdot \left(\frac{9}{4} U - 0\right) + \frac{m v^2}{2}$$

$$d = -q \Delta \varphi$$

~~Handwritten scribbles and crossed-out text at the bottom right of the page.~~

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$U = \sqrt{\left(\frac{mv_0^2}{2} + \frac{q}{4} qU\right) \frac{2}{m}}$$

$$U = \sqrt{v_0^2 + \frac{q}{2} \frac{qU}{m}}$$

Ответы: 1) $\frac{qU}{md}$

2) qU

3) $U = \sqrt{v_0^2 + \frac{q}{2} \frac{qU}{m}}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

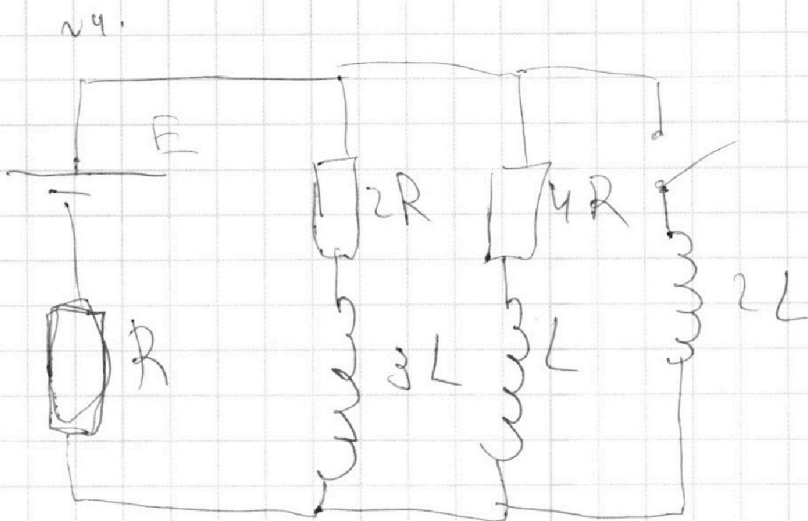
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

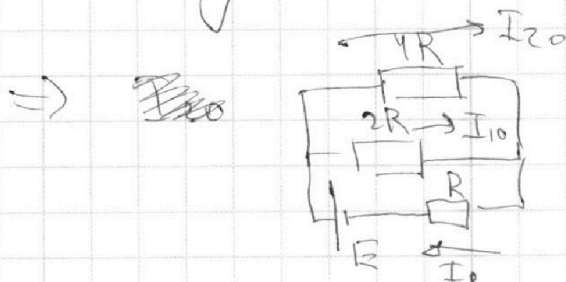
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) В установившемся режиме катушка становится перемычкой



R_{01} - экв. резистор гал $4R$ и $2R$

$$R_{01} = \frac{4R \cdot 2R}{4R + 2R} = \frac{8}{6} R = \frac{4}{3} R$$

R_0 - экв. резистор гал цепи в уср. реж.

$$R_0 = \frac{7}{3} R \rightarrow I_0 = \frac{3E}{7R}$$

~~$I_0 = I_{10} + I_{20}$ по 1-ому правилу Кирхгофа~~

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

U_{4R} - напряжение на резисторе $4R$.

U_R - напряжение на резисторе R

$$U_{4R} = E - U_R = E - I_0 R$$

$$U_{4R} = I_{20} \cdot 4R$$

$$I_{20} \cdot 4R = E - I_0 R = E - \frac{3}{7} E = \frac{4}{7} E$$

$$I_{20} = \frac{1}{7} \frac{E}{R} =$$

3) запишем правило Кирхгофа

для контура из $2L, L, 4R$

$$U_{4R} + U_L - U_{2L} = 0$$

$$I_2 \cdot 4R + L \cdot \frac{dI_2}{dt} - 2L \cdot \frac{dI_{2L}}{dt} = 0$$

$$I_2 = \frac{dq_R}{dt}$$

dq_R - заряд протекающий через резистор за dt

$$4R \frac{dq_R}{dt} + L \frac{dI_2}{dt} - 2L \frac{dI_{2L}}{dt} = 0 \quad / \cdot dt$$
$$4R dq_R + L dI_2 - 2L dI_{2L} = 0$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Суммируем все величины:

$$4R \cdot \Delta q + L(I_{2k} - I_{20}) - 2L(I_{2kk} - I_{2k0}) = 0$$

~~то~~

сразу после замыкания ключа
через катушку $2L$ ток не

потеряет, т.к. в таком направлении

вращается катушка стремится сохра-
нить свой ток. В уст решение

$2L$ станет "перемычкой" \Rightarrow

$$\Rightarrow I_{2k} = 0, \text{ а } I_{2kk} = \frac{E}{R}$$

$$4R \cdot \Delta q + L \left(0 - \frac{1}{7} \frac{E}{R} \right) - 2L \left(\frac{E}{R} - 0 \right) = 0$$

$$4R \Delta q - \frac{1}{7} \frac{L}{R} E - 2L \frac{E}{R} = 0$$

$$4R \Delta q = \left(\frac{1}{7} + 2 \right) \frac{L}{R} E$$

$$4R \Delta q = \frac{15}{7} \frac{L}{R} E$$

$$\Delta q = \frac{15}{28} \frac{L}{R^2} E //$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

2) В переходном процессе катушка стремится сохранить свой ток и т.к. индуктивности постоянны то сразу после замыкания ток в катушках останется прежним (только на этот момент значит и ток через резистор R но из-за $I_0 = I_{20} + I_{10}$
останутся

$$U_{2L} = E - I_0 R, \quad U_{2L} - \text{напряжение на катушке } 2L$$

$$U_{2L} = E - \frac{3}{7} E = \frac{4}{7} E$$

$$U_{2L} = 2L \cdot \dot{I}_{2L}, \quad I_{2L} - \text{ток на катушке } 2L$$

$$2L \dot{I}_{2L} = \frac{4}{7} E$$

$$\dot{I}_{2L} = \frac{2}{7} \frac{E}{L}$$

Ответ: 1) $\frac{1}{7} \frac{E}{R}$; 2) $\frac{2}{7} \frac{E}{L}$; 3) $\frac{15}{28} \frac{L E}{R^2}$

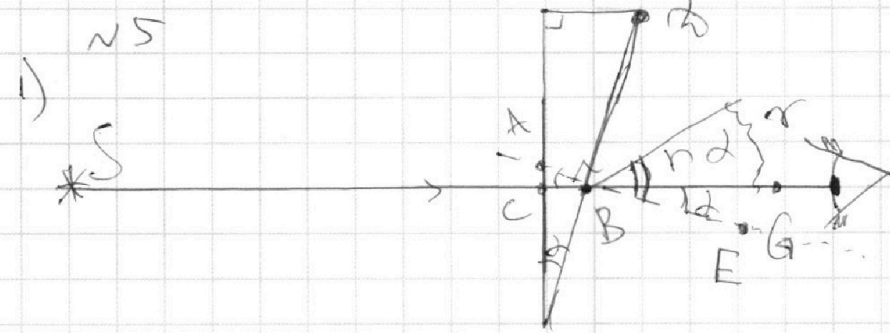
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) $\angle ABC = \alpha$, т.к. $\begin{cases} CB \perp AC \\ AB \perp BD \end{cases}$

$AB \perp BD$ где построили

Т.к. луч света проходит \perp
нормально к поверхности клина то он
не преломится, далее он упадет
под углом α к нормали к поверхности
кривой поверхности клина, это
показано выше.

По закону преломления

$$n \sin \alpha = \sin \beta, \quad \alpha, \beta - \text{малые}$$
$$\text{углы} \Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha, \quad \sin \beta \approx \beta$$

$$\beta \approx n_2 \alpha$$

$$\angle GBE = \alpha \quad \text{т.к. вертикальный с } \angle ABC$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

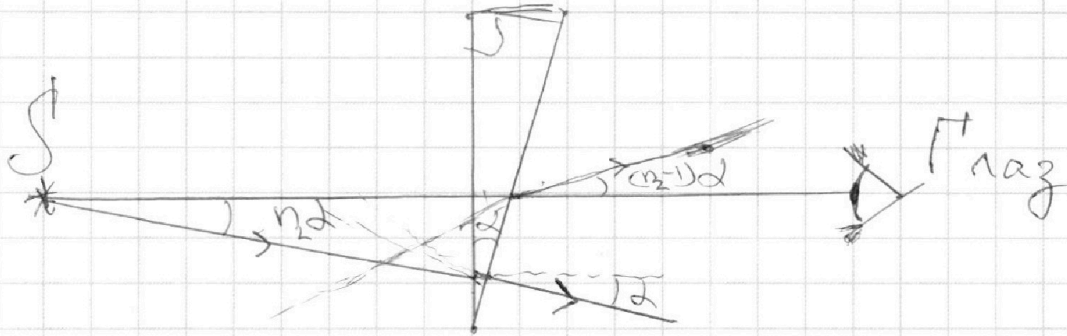
МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



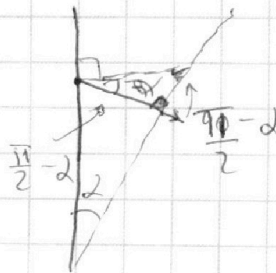
Значит угол отклонения $\delta = \beta - \alpha =$
 $= (n_2 - 1)\alpha = 0,07 \text{ рад.}$

2)



еще пусть луч под углом
 $n_2 \alpha$ к линии "источник - глаз"

То сначала он преломится ~~и~~ при
~~каждом~~ переходе через левую
поверхность линзы и будет двигаться
под углом α от линии "ист. - глаз"
и перпендикулярно ~~преломится~~
попадёт на правую поверх-
ность, не исказив преломление
войдет



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

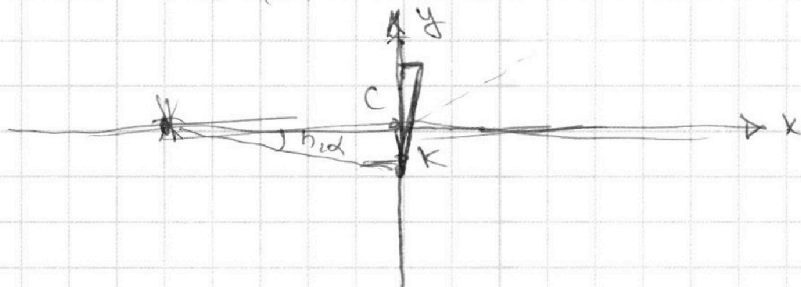
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Введу координатную систему x, y
где y направлена вверх по
левой стороне призмы, а x
направлена вдоль длины
~~что~~ "источник - шаг"



Толщиной призмы можно пренебречь
по сравнению с h , тем более по
сравнению с a

Уравнение лучей (прицел на который
они летят):

$$y = (n_2 - 1) \alpha x$$

$$\text{т.к. } \operatorname{tg}((n_2 - 1) \alpha) \approx (n_2 - 1) \alpha$$

$$y = -\alpha x - n_2 \alpha \cdot a$$

$$x_k \approx n_2 \alpha \cdot a \quad (\operatorname{tg}(n_2 \alpha) \approx n_2 \alpha)$$

~~к~~ ~~точка~~ ~~куда~~ ~~попадает~~ ~~второй~~
к - точка куда попадает второй

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

луч при переходе через левую
грань призмы

$$\left\{ \begin{array}{l} y = \cancel{n_2 \alpha} (n_2 - 1) \alpha x \\ y = -\cancel{n_2} \alpha x - n_2 \alpha a \end{array} \right.$$

$$-2n_2 \alpha x$$

$$n_2 \alpha x - \alpha x = -\alpha x - n_2 \alpha a$$

$$x = -a$$

$$y = (1 - n_2) \alpha a$$

S имеет координаты $(-a; 0)$

d = расстояние от S до его изобр.

$$d = (n_2 - 1) \alpha a = 0,07 \cdot 100 \text{ см} = 7 \text{ см.}$$

Заметьте, что x , от d не
зависит!

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

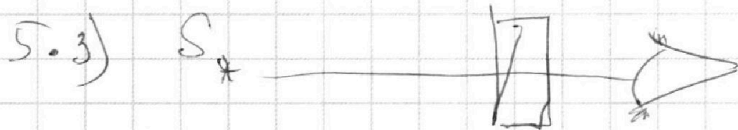
решение которой представлено на странице:



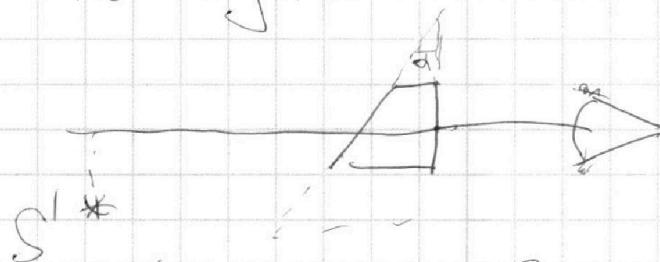
- 1 2 3 4 5 6 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



по пути точки source, S^*



S^* — изображение S в призме с n_2



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{4d - 23x}{\frac{1}{3}d - x - x^2} = \frac{f}{\cancel{\frac{1}{3}d} - x + \frac{1}{3}d}$$

$$\frac{1}{3}d - x - x^2 = 4d \left(\frac{1}{3}d - x \right) \cdot 3$$

$$d - 3x^2 = 12d \left(\frac{1}{3}d - x \right)$$

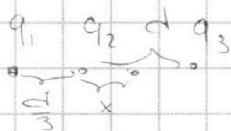
$$d - 3x^2 = 4d^2 - 12dx$$

$$3x^2 - 12dx + 4d^2 = 0$$

$$D = 144d^2 =$$

$$D = 144d^2 - 16 \cdot 12d^2 < 0.$$

Такой точки там нет.



$$\frac{kq_1}{\frac{1}{3}d + x} + \frac{kq_2}{x} + \frac{kq_3}{d - x} = 0$$

$$\frac{12C\mu}{\frac{1}{3}d + x} + \frac{11C\mu}{x} + \frac{C\mu}{d - x} = 0$$

$$\frac{12C\mu}{\frac{1}{3}d + x} = -\frac{11C\mu}{x} - \frac{C\mu}{d - x}$$

$$\frac{36}{d + 3x} = \frac{11(d - x) + x}{dx - x^2}$$

$$36dx - 36x^2 = (11d - 10x)(d + 3x)$$

$$36dx - 36x^2 = 11d^2 - 30x^2 + 23dx$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

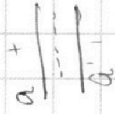
1 2 3 4 5 6 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



н.д.

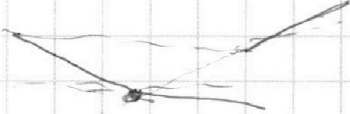
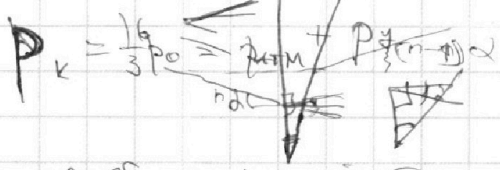


$$\frac{5}{2\epsilon_0} \cdot \frac{d}{2} + \frac{5}{2\epsilon_0} \cdot \frac{d}{2}$$

1) $a = \frac{dv}{dt}$ - тангенс угла наклона касательной к $v(t)$. $a = \frac{23}{4} \frac{m}{c^2} = \frac{23 \cdot 25}{100} \frac{m}{c^2}$

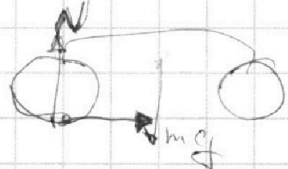
$$\frac{23 \cdot 25}{100} = \frac{25}{4} = 6.25$$

$$a = 5.75 \frac{m}{c^2}$$



$$\frac{30}{575}$$

$$N = P \cdot v = m \cdot a \cdot v = m \cdot 5.75 v = const$$



$$m \cdot v \cdot v = 0$$

$$m \cdot (25 \cdot 5.75) = 0$$

$$N = F \cdot v = const \quad p_y \frac{v}{2} = (p_2 - p_1) \frac{4}{3} \pi R^3 \quad p_k = \frac{16}{3} p_0$$

$$N_c (p_{out} - p_c) = p_k$$

$$v_k \cdot F_{pk} = const$$

$$F_{pk} = F_k$$

$$p_y \frac{v}{2} = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot p_c \frac{v}{2} = (p_2 - p_1) \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$N = F_p \cdot v_0$$

$$N_c = F_0 \cdot v_0$$

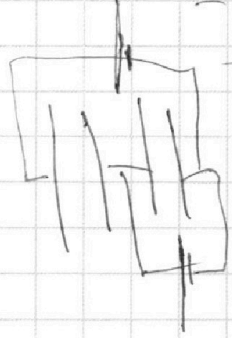
$$120 \cdot 20$$

$$300 \cdot 20$$

$$\frac{F_0 \cdot v_0}{v_k \cdot F_k} = \frac{2}{3} = \frac{120 \cdot 20}{200}$$

$$ma = F_p - F_0$$

$$v_0 \cdot F_p = v_k \cdot F_k$$



$$\begin{array}{r} 12:17 \\ - 10:47 \\ \hline 11:77 \\ - 10:47 \\ \hline 1:30 \\ \times 23 \\ \hline 60 \\ \times 23 \\ \hline 60 \\ \hline 1380 \end{array}$$

$$p_k \cdot \frac{v}{2} = (p_2 - p_1) \frac{4}{3} \pi R^3$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



12:54
10:47
2:17

$V_1/2$
 $V_2/8$
расширения
 $\frac{3}{8}V$

~~1 2 3 4 5~~
~~12312 124 125 126~~

$\frac{p_0}{2} = \frac{p_k}{8}$
 $\frac{p_0}{10} = \frac{p_k}{\frac{3}{8}V}$
 $4p_0 = \frac{3p_k}{4}$
 $\Delta V = k p_k \frac{3V}{8}$

$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$
 $p_1 V_1 = p_2 V_2$
 $\frac{3}{4} \cdot 4 p_1 = p_2$
 $3p_1 = p_2$

$p \cdot \frac{V}{2} = \nu_1 RT_0$
 $p \cdot \frac{V}{8} = \nu_2 RT_0$
 $\frac{\nu_1}{\nu_2} = 4$
 $\nu_1 = 4\nu_2 = 4\nu$

$\frac{p_0}{p_k} = \frac{n_0 T_0 k_B}{n_k T_k k_B}$
 $\frac{p_0}{p_k} = \frac{n_0}{n_k}$

$\frac{p_0}{p_k} = \frac{\nu_2}{\frac{4}{3}(\nu_2 - \Delta \nu)}$
 $\frac{p_0}{p_k} = \frac{\nu_2}{32} = \frac{N_0 \cdot \nu_k}{N_k \cdot \nu_0}$
 $\frac{32}{6} p_0 \frac{V}{2} = \frac{4}{3} p_0 \frac{V}{8} - k \frac{32}{6} p_0 \cdot \frac{3}{8} V \cdot RT$

$\frac{32}{6} p_0 V = \frac{4}{24} p_0 V - 2 kRT p_0 V$
 $(\frac{16}{6} - \frac{1}{6}) p_0 V = 2 kRT p_0 V$
 $\frac{15}{6} = \frac{5}{2}$
 $4U + \frac{5}{4}U = 4.75U$
 $\frac{5}{2} = 2.5 = 12 \cdot 3 = 36$

$3\nu_2 = 9 k p_k V = 6\nu_2$
 $\frac{4}{3} \nu_2 = \frac{5}{2}$
 $\frac{5}{2} = 2.5 = 12 \cdot 3 = 36$