



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023



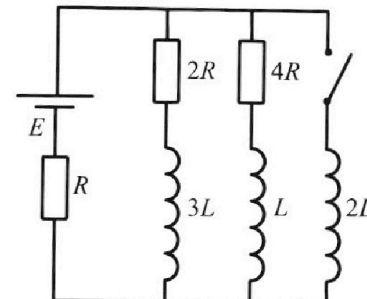
Вариант 11-04

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

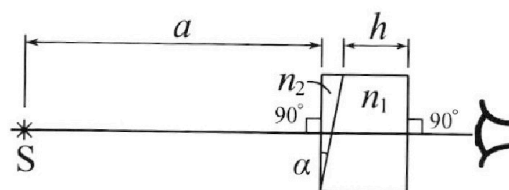
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 $n_{\text{в}} = 1,0$. 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 $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.



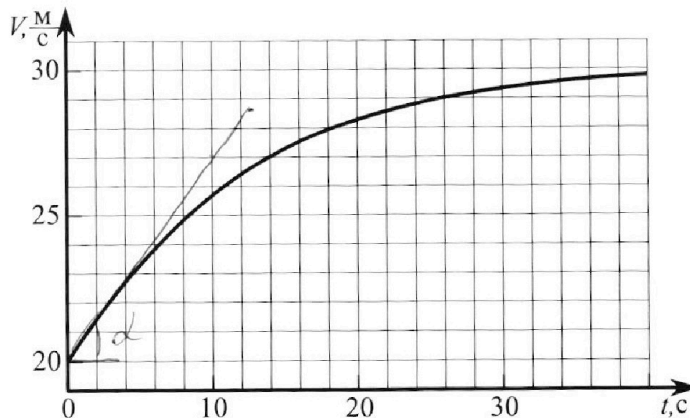
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



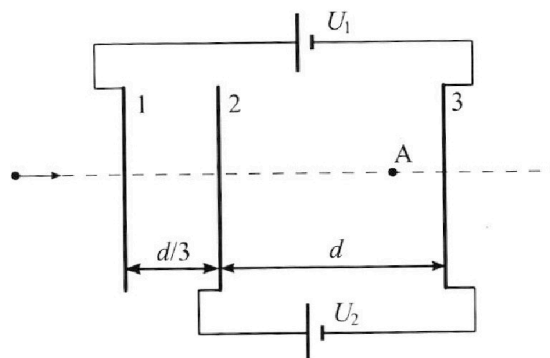
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
Требуемая точность числа нного ответа на первый вопрос ориентировочно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

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом 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/($\text{м}^3 \cdot \text{Па}$). 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.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 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.



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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

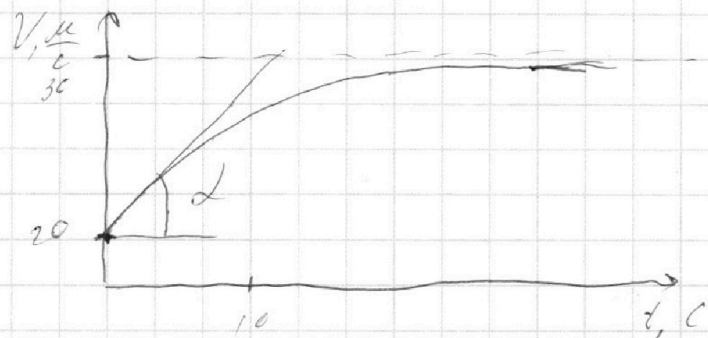
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Дано: $m = 240 \text{ кг}$ Решение: Учим рисунок.

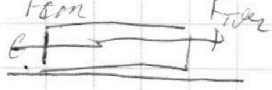
$F_k = 200 \text{ кН}$



- 1) $F_0 = ?$
2) $F_0 = ?$
3) $\frac{N_1}{N_0} = ?$

1) $\alpha_0 = \dot{v}$ - по определению, тогда проведем касательную на графике (для лучшей точности воспользуемся угловым масштабом), так как катанга этой касательной ко оси t & \sin легко равен α_0 , по графику $\alpha_0 = \frac{7 \text{ м/с}^2}{10} = 0.7 \text{ м/с}^2$

2) Т.к. мощность $N = \text{const}$, то в любой момент когда разгон тела прекратится, из графика видно, что $v_{\text{дет}} \rightarrow 30 \text{ м/с}$, т.к. $N = F_{\text{тяги}} \cdot v$, то $N = F_k \cdot v_{\text{дет}} = F_{\text{тяги}} \cdot v_0$, из графика на мотоцикле



$F_{\text{тяги}} - F_0 = m \alpha_0 \Rightarrow F_0 = F_k \frac{v_{\text{дет}}}{v_0} - m \alpha_0$

$F_0 = 200 \text{ кН} \cdot \frac{30}{20} - 240 \cdot \frac{7}{10} \text{ кН} = 300 \text{ кН} - 168 \text{ кН} = 132 \text{ кН}$

3) $N_0 = F_0 v_0$, $N_0 = F_k \cdot v_{\text{дет}} = F_{\text{тяги}} \cdot v_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{N_1}{N_0} = \frac{F_0 v_0}{F_{\text{тяги}} v_{\text{дет}}} = \frac{132 \cdot 20}{200 \cdot 30} = \frac{44}{100} = 0.44$

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"/>



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

Ответ: 1) $a_0 = 0,7 \text{ м/с}^2$; 2) $F_0 = 13,2 \text{ Н}$

$$3) \frac{N_1}{N_0} = 0,44$$

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!

Дано:

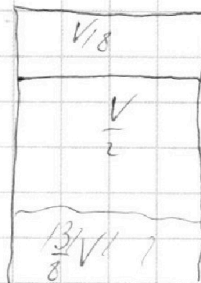
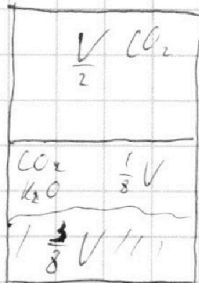
$$T = \frac{4}{3} T_0 = 373 \text{ K}$$

$$\Delta \dot{V} = \kappa p \omega$$

$$\kappa = 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\mu^3 \cdot \text{Па}}$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

μ^2



1) Т.к. при температуре T_0 давлений паров кас. паров

можно пренебречь, то $\dot{V}_{\text{испар}} \approx 0$, тогда

1) $\frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_2} = ?$

2) $p_0 = ?$

$$p_0 \frac{V}{2} = \dot{V}_1 R T_0 \Rightarrow \frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_2} = 4$$

$$p_0 \frac{V}{8} = \dot{V}_2 R T_0$$

2) Найдём какое давление из уравнения состояния для верхнего газа:

$$p_0 \frac{V}{2} = \dot{V}_1 R T_0$$

Т.к. паровые легки,

$$p \frac{V}{8} = \dot{V}_1 R \frac{4}{3} T_0$$

то $p = p_{\text{кас. пар.}} + p_{\text{CO}_2}$, где

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

$p_{\text{кас. пар.}} = p_{\text{ат}}$, при $T = 373 \text{ K}$.

$\Delta \dot{V} = \dot{V}_2' - \dot{V}_2$, т.к. при T CO_2 практически не растворяется, \dot{V}_2' — кол-во в-ва CO_2 в ~~качестве~~ конце.

$$p_{\text{CO}_2} \frac{V}{2} = \dot{V}_2' R T_0 \cdot \frac{4}{3} \Rightarrow \Delta \dot{V} = \frac{V}{8 R T_0} (3 p_{\text{CO}_2} - p_0)$$

$$p_0 \frac{V}{8} = \dot{V}_2 R T_0$$

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 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!

ХУЗ γ -ка Терми: $\frac{\chi}{8RT_0} (3P_{соз} - P_0) = k P_{соз} \frac{3}{8} \chi$

$$\frac{3P_{соз}}{RT_0} - \frac{P_0}{RT_0} = \frac{3}{8} k P_{соз}$$

$$P_0 = 3P_{соз} - 3kRT_0 P_{соз} = 3 \cdot \left(\frac{16}{3} P_0 - P_{ат}\right) (1 - kRT_0) \Rightarrow$$

$$P_{ат} = \frac{16}{3} P_0 \Rightarrow P_0 = \frac{3(1 - \frac{3}{4} kRT)}{15 - 12kRT} P_{ат}$$

$$P_0 = \frac{3(1 - \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 3)}{15 - 12 \cdot \frac{3}{5} \cdot 3} P_{ат} = \frac{35}{220} P_{ат}$$

Ответ: 1) $\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = 4$; 2) $P_0 = \frac{35}{220} P_{ат}$

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!

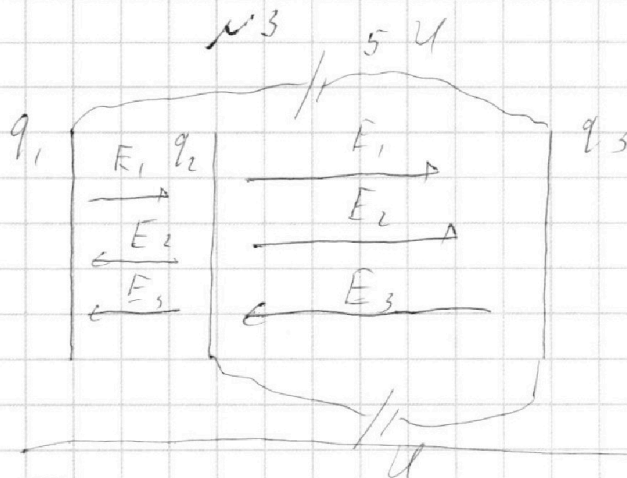


Дано:

$$U_1 = 5U$$

$$U_2 = U$$

$$V_0, m, q > 0$$



1) $a_{2-3} = ?$

2) $K_5 - K_2 = ?$

3) $V_A = ?$

Требуется распределить заряды на обкладках также как на рисунке,

Тогда: $E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}$; $E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S}$; $E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$

$$\begin{cases} 5U = \frac{4}{5} E_{1x} d + \frac{2}{5} E_{2x} d - \frac{4}{5} E_{3x} d \\ U = E_{1x} d + E_{2x} d - E_{3x} d \end{cases}$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0 \Rightarrow E_{1x} + E_{2x} + E_{3x} = 0, \text{ решаем эту}$$

систему уравнений:

$$E_{1x} = 6 \frac{U}{d}$$

$$E_{2x} = -\frac{11U}{2d}$$

$$E_{3x} = -\frac{U}{2d}$$

Тогда $F_1 = ma_{2-3} = (E_1 + E_2 - E_3) \cdot q = \frac{U}{d} q$

$$a_{2-3} = \frac{Uq}{md}$$



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

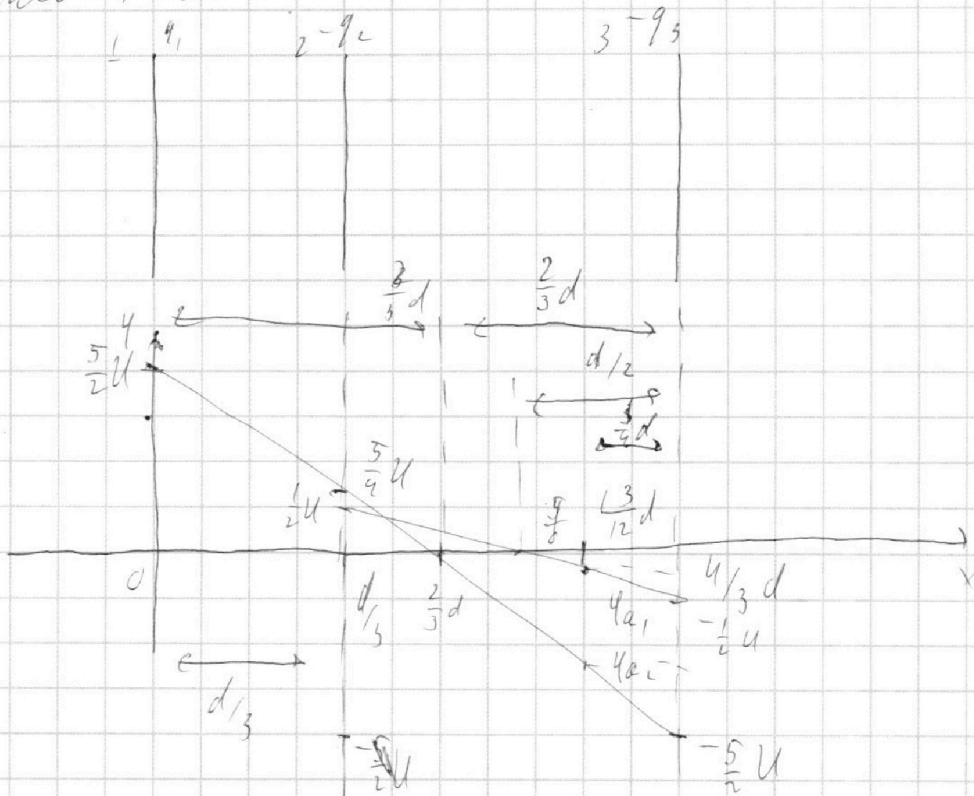
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№3 (продолжение)

Рассмотрим схему системы, как супер-позицию конденсаторов (I - пластины 1 и 3,

II - пластины 2 и 3)

Найдем распределение потенциала на пластинах:



Потенциалы определяем как сумму "линейных функций".
$$\varphi_2 = \frac{5}{4} U + \frac{1}{2} U = \frac{7}{4} U$$

$$\varphi_3 = -\frac{6}{2} U$$

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!



Запишем ЗСЭ: $W_0 = W_0 = \frac{mV_0^2}{2} = W_2 = U_2 \cdot q + K_2 =$
 $= W_3 = U_3 \cdot q + K_3 \Rightarrow K_3 - K_2 = q(U_2 - U_3)$

$$K_3 - K_2 = \left(\frac{7}{4} + \frac{12}{4}\right) qU = \frac{19}{4} qU$$

Найдем потенциалы в т.А:

U_{a1} и U_{a2} - потенциалы в конденсаторах Π и I)

соответственно; из условия $\frac{2U_{a1}}{-U} = \frac{1/d}{1/2d} \Rightarrow U_{a1} = -\frac{1}{4}U$

$$U_{a2} = \frac{\left(\frac{2}{3} - \frac{1}{4}\right)d}{-\frac{5}{2}U} = \frac{2}{3}d$$

$$\frac{U_{a2}}{+\frac{5}{2}U} = \frac{1/d}{2/3d} \Rightarrow U_{a2} = -$$

$$U_{a2} = -\frac{5 \cdot 5 \cdot 3}{2 \cdot 12 \cdot 2} U = -\frac{25}{16} U$$

Тогда $U_a = U_{a1} + U_{a2} = -\frac{25+4}{16} U = -\frac{29}{16} U$, Тогда из

ЗСЭ: $\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_a^2}{2} - \frac{29}{16} Uq \Rightarrow V_a = \sqrt{V_0^2 + \frac{29}{8} \frac{Uq}{m}}$

Ответ: 1) $a_{2-3} = \frac{Uq}{md}$; 2) $K_3 - K_2 = \frac{19}{4} qU$

3) $V_a = \sqrt{V_0^2 + \frac{29}{8} \frac{Uq}{m}}$

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!



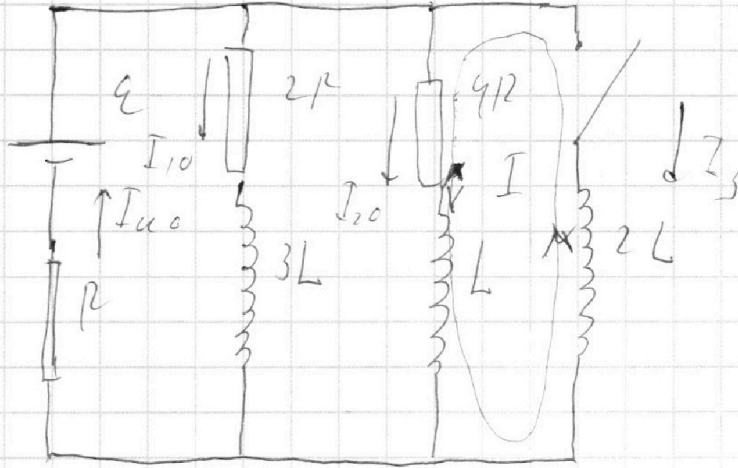
№ 4

Дано: \mathcal{E}, L

Найти: I_{10} - ?

2) $\frac{\Delta I_0}{14}$ - ? сразу
поиск записки.

3) $94R$ - ?



Решение: В установленном режиме ток через катушки постоянный, т.к. они идеальная, то их сопротивл. пренебрегаем. Тогда в уст. режиме ~~то~~ применим правила Кирхгофа:

$$\begin{cases} I_{10} = I_{10} + I_{20} \\ \mathcal{E} = 2I_{10}R + 4I_{20}R & \mathcal{E} = I_{10}R + 2I_{10}R \\ \mathcal{E} = I_{10}R + 4I_{20}R, \text{ откуда } \Rightarrow \end{cases}$$

$$\Rightarrow I_{10} = \frac{2\mathcal{E}}{7R}$$

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

$$I_{10} = \frac{3\mathcal{E}}{7R}$$

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

2) Напряжение на $2L$:

$$U_{2L} = 2L \frac{\Delta I_0}{\Delta t} = \Delta \text{ записки}$$

Кирхгофа для катушки с $2L$ и R

$$\mathcal{E} = I_{10}R + U_{2L} \Rightarrow U_{2L} = \frac{4\mathcal{E}}{7R} \Rightarrow \frac{\Delta I_0}{\Delta t} = \frac{2\mathcal{E}}{7R}$$

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!



№4 (продолж.)

3) Запишем Kirchhoffa уравн. контура (I):

$$4 I_2 R + L \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = 2 L \frac{\Delta I_3}{\Delta t} \quad (\text{для произвольного момента времени})$$

$$\Downarrow$$
$$4 \Delta q_2 R + L \Delta I_2 = 2 L \Delta I_3 \Rightarrow 4 q_2 R + L \left(0 - \frac{2 \varepsilon}{7 R}\right) = 2 L I_3$$

в эт. резисторе ток = 0, т.к. катушки идеальные.

$$q_2 R = \frac{1}{4 R} \left(\frac{2 L \cdot \varepsilon}{R} + \frac{2 \varepsilon L}{7 R} \right)$$

$$q_2 = \frac{4 \varepsilon L}{7 R^2}$$

Ответ: 1) $I_{20} = \frac{\varepsilon}{7 R}$; 2) $\frac{\Delta I_0}{\Delta t} = \frac{2 \varepsilon}{7 R}$; 3) $q_2 = \frac{4 \varepsilon L}{7 R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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

Дано:

n_1, n_2

$n_0 = 1$

$h = 14 \text{ см}$

$a = 100 \text{ см}$

$\alpha = 0,1 \text{ рад}$

1) δ, θ при $n_1 = n_0$
 $n_2 = 1,4$

2) δ, θ при $n_1 = n_0$
 $n_2 = 1,7$

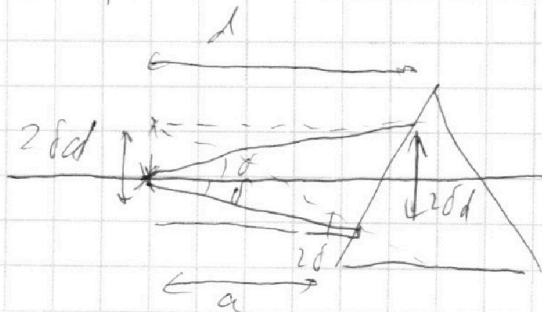
3) δ, θ при $n_1 = 1,4$
 $n_2 = 1,7$

из этой системы:

$\delta = \theta \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$, тогда рассмотрим положение

источника и его изображение в тонкой

линзе:



решение:

Решение:

Рассмотрим веероматери-

альную задачу:



Рассмотрим параллельные

в тонкой линзе: $\alpha n_1 = \beta n_2$

для малых углов $\alpha \approx \sin \alpha$

$\delta n_2 = \gamma n_1$

$\delta = \alpha - \beta + \gamma - \theta$

$\theta = \beta + \gamma$

Пусть же лучи падают

в над осью и под, тогда

одна из лучей пойдет

по оси, а другая под

углом 2δ , тогда из

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!

Из геометрии видно, что изображение сфокусируется над (или под) источником на расстоянии δd .

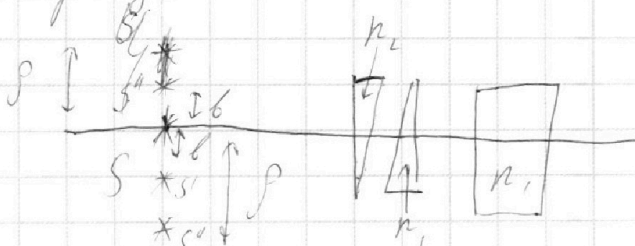
Вернёмся к первой задаче:

1) Из формулы тонкой линзы $\delta_1 = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) d = 0$
 $\Rightarrow \delta_1 = 0,7 d = 0,7 \text{ рад}$

2) Из формулы тонкой линзы: $\rho = \delta_1 \cdot a$

$$\rho = 0,7 \cdot 100 \text{ см} = 70 \text{ см}$$

3) Представим систему задачи примерно следующим образом:



Здесь все задано безмерно малыми, тогда

работают введенные радиусы кривизны, то есть

$\delta' b = \rho - \Delta K$, здесь ΔK - изменение ~~глубины~~ ~~расстояния~~ ~~по~~ ~~оси~~ ~~параллельная~~ ~~во~~ ~~сторону~~ ~~к~~ ~~линзе~~

$$\Delta K = \delta' \cdot a, \text{ где } \delta' = (n_1 - 1) d = 40 \text{ см}$$

Тогда $b = 30 \text{ см}$. Известно что b - т.к. центры кривизны расположены в разные стороны.

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!

Известно что, Δ смещенные изображения
при преломлении в плоско-параллельной
плоскости: $\chi_{\text{см}} = h \left(1 - \frac{1}{n_1} \right) = h \frac{n_1 - 1}{n_1}$, тогда

$$\rho' = \sqrt{b^2 + \chi_{\text{см}}^2} = \sqrt{30^2 + \left(114 \cdot \frac{4}{14} \right)^2} = \sqrt{916} \text{ см}$$

Ответ: 1) $\delta_1 = 0,7 \text{ рад}$; 2) $\rho = 70 \text{ см}$; 3) $\rho' = \sqrt{916} \text{ см}$

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

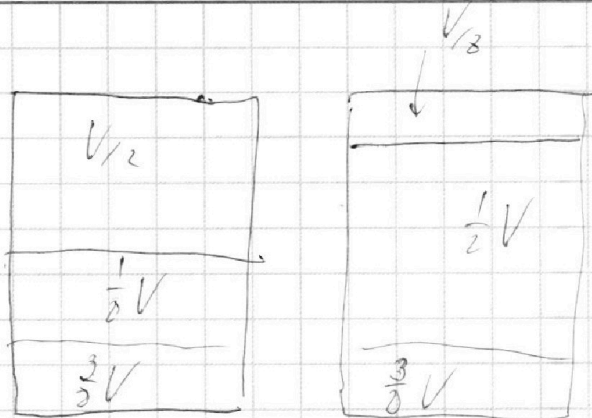
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$p_0 \frac{V}{8} = \gamma_2 R T_0$$

$$p_0 \frac{V}{2 \cdot 4\pi} = \frac{4\pi \cdot 4 \cdot 1}{8 \cdot 4\pi}$$

$$p = \frac{16}{3}$$

$$\frac{p_0 V}{2 \cdot T_0} = \frac{p_0 V \cdot 3}{8 \cdot 4 T_0}$$

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

$$\gamma_2 = \frac{p_0 V}{8 R T_0}$$

$$\gamma_2' = \frac{p_0 \cdot V}{2 R T_0}$$

$$p_n = p - p_n = \frac{13}{3} p_0$$

$$\Delta p = k \cdot \frac{13}{3} p_0 \cdot \frac{3}{8} V = \frac{16 - 1 \cdot 5}{3 \cdot 3 \cdot 4} = \frac{11}{36}$$

$$\Delta \gamma = \gamma_2$$

$$p_n = p \frac{16}{3} p_0 - p_{at} = \frac{64 - 5}{12} = \frac{459}{12}$$

$$\Delta \gamma = k \cdot \frac{16}{3} p_0 \cdot \frac{3}{8} V - k \cdot p_{at} \cdot \frac{3}{8} V$$

$$\Delta \gamma = \gamma_2' - \gamma_2$$

$$k \frac{3}{8} V \left(\frac{16}{3} p_0 - p_{at} \right) = \frac{V}{2 R T_0} \left(\frac{p_0}{4} - \frac{16}{3} p_{at} + p_{at} \right)$$

$$\frac{V}{8 R T_0} (3 p_{00} - p_{at}) = k \cdot p_{00} \cdot \frac{3}{8} V$$

$$p_0 = \frac{p_{at}}{\frac{16}{3} + \frac{1}{3(1 - R T_0 k)}}$$

$$\frac{3 p_{00}}{8 R T_0} - \frac{p_{at}}{8 R T_0} = \frac{3 k p_{00}}{8 \frac{16 p_0 - p_{at}}{3}} = p_{00} = \frac{p_{at}}{3 \left(1 - R T_0 k \right)}$$

$$\frac{3 p_{00}}{8} \left(\frac{1}{R T_0} - k \right) = \frac{p_0}{8 R T_0}$$

$$\frac{16}{3} p_0 + \frac{p_0}{3(1 - R T_0 k)} = p_{at}$$

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!



$$p_0 = 3 \left(\frac{16}{3} p_0 - p_{\text{ат}} \right) (1 - kRT_0)$$

$$RT_0 = R \cdot \frac{4}{5} T_0$$

$$RT_0 = \frac{2}{4} RT$$

$$3 p_{\text{ат}} (1 - kRT_0) = 16 (1 - kRT_0) p_0 - p_0$$

$$p_0 = \frac{3 p_{\text{ат}} (1 - kRT_0)}{15 - 16 kRT_0} = \frac{3 p_{\text{ат}} (1 - \frac{3}{4} kRT)}{15 - 12 kRT}$$

$$\frac{3 \left(1 - \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 3 \right)}{15 - 16 \cdot \frac{3}{5} \cdot 3} = \frac{3 \left(1 - \frac{27}{20} \right)}{15 - \frac{144}{5}} =$$

$$\times \frac{16}{5}$$

$$\frac{144}{5}$$

$$\frac{144 - 25}{75}$$

$$\frac{69}{75}$$

$$= \frac{3 \cdot \frac{7}{20} - 3 \cdot 7 \cdot 5}{\frac{69}{5} - 2369 \cdot 20} = \frac{55}{460}$$

408

33

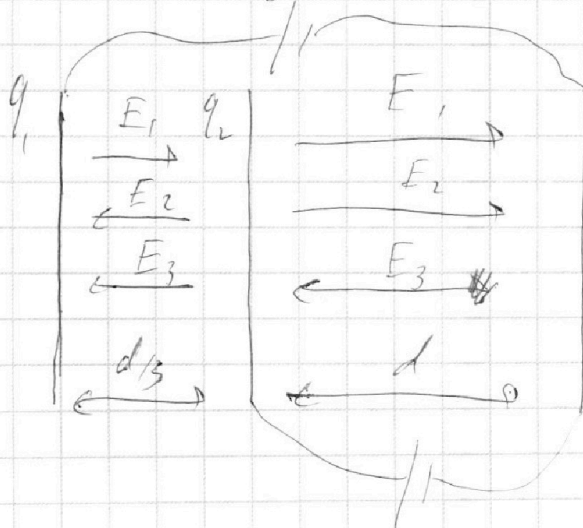
$$E_1 = E_2 + \frac{U}{2d}$$

$$108 - 75 = 33$$

$$\frac{3 \cdot \frac{7}{20}}{15 - \frac{12 \cdot 9}{5}} = \frac{3 \cdot \frac{7}{20}}{5 \frac{33}{5} - 11 \cdot 3 \cdot 20} = \frac{35}{220}$$

$$\frac{35}{220} \left\{ \begin{aligned} 8E_1 + 6E_2 &= \frac{15U}{d} \\ 8E_1 + 8E_2 &= \frac{4U}{d} \end{aligned} \right.$$

$$2E_2 = -\frac{11U}{d}$$



$$E_1 d + E_2 d - E_3 d = U$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$4E_1 + 4E_2 + 4E_3 = 0$$

$$4E_1 + 2E_2 - 4E_3 = \frac{15U}{d}$$

$$4E_1 + 4E_2 - 4E_3 = \frac{4U}{d}$$

$$E_{3x} = -E_1 - E_2 = -\frac{11}{2} + \frac{11}{2}$$

$$\frac{4}{5} d \cdot E_1 + \frac{2}{3} d E_2 - \frac{4}{3} E_3 = 5U$$

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!



q_1 $-q_2$ $-q_3$ q_1

$U = dU = E \cdot dl$

$\frac{2}{3} - \frac{1}{4} = \frac{5}{12}$

$\frac{2}{3} - \frac{1}{4} = \frac{8-3}{12}$

$k_3 + \gamma_3 q = k_2 + \gamma_2 q$

$k_3 - k_2 = (\gamma_2 - \gamma_3) q$

$30 + 23 = 64$

$C_1 = \frac{3 \epsilon_0 S}{4d}$

$C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$

$\frac{30 + 23}{23} = \frac{61}{23}$

$x = \frac{23}{61} d$

$C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$

$\frac{25}{2} C_0 U = \frac{19}{8} C_0 U$

$182x = 8(d-x)$

$\frac{2x}{23} = \frac{d}{19} - \frac{x}{19}$

$\frac{30x}{23} = d - x$

$x = \dots$

$\frac{15}{8} C_0 U = \frac{5}{2} C_0 U$

$\frac{1}{2} C_0 U = \frac{23}{18} C_0 U$

$\frac{15}{16} C_0 U$

$\frac{15}{16} C_0 U$

$\frac{2U_{a1}}{U} = \frac{3d}{d/2}$

$\frac{c_0 U}{2} = \frac{1}{2} C_0 U$

$-\frac{5}{2} C_0 U = -\frac{15}{8} C_0 U$

$-\frac{15}{8} C_0 U$

$d/3$

$d-x$

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 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!



$$p_a = \frac{3(1 - \frac{3}{4} - \frac{3}{5} \cdot 3)}{15 - 12 \cdot \frac{3}{5} \cdot 3} = \frac{3(1 - \frac{27}{20})}{15 - \frac{108}{5}} = \frac{3 \cdot \frac{7}{20}}{\frac{53}{5}} = \frac{3 \cdot 7 \cdot 5}{135 \cdot 20}$$

$$I_{u0} = I_{10} + I_{20}$$

$$\mathcal{E} = I_{u0} R + 2I_{10} R$$

$$\mathcal{E} = 3I_{10} R + I_{20} R$$

$$\mathcal{E} = I_{u0} R + 4I_{20} R$$

$$3\mathcal{E} = \frac{3}{5} I_{20} R + 3I_{10} R$$

$$2\mathcal{E} = 14 I_{20} R$$

$$I_{10} = \frac{\mathcal{E}}{3R} - I_{20} =$$

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

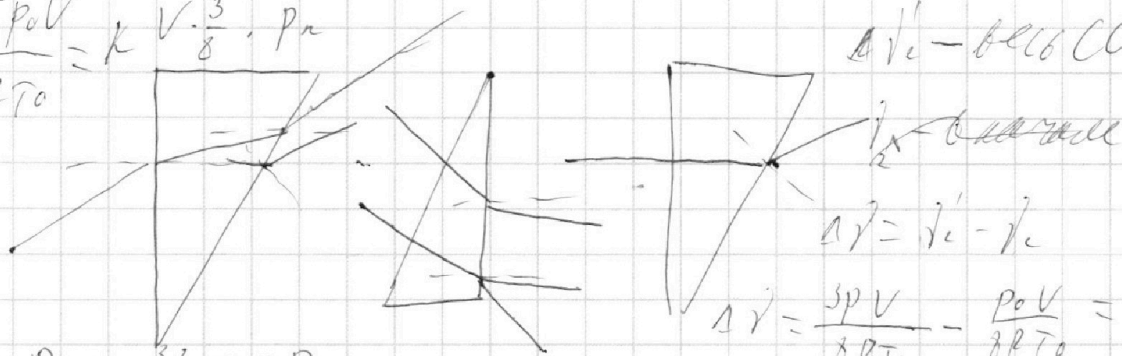
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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!

$$\frac{15 p_0 V}{8 R T_0} = k V \cdot \frac{3}{8} \cdot p_n$$



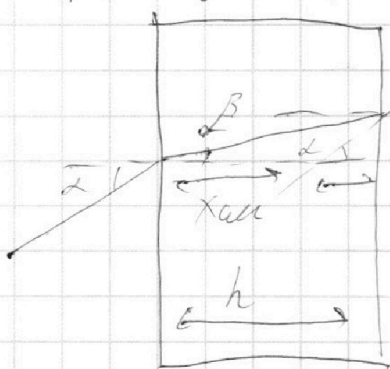
$$\Delta v'_e - \text{всего } CO_2$$

$$v'_e = \text{всего } CO_2$$

$$\Delta v = v'_e - v_e$$

$$\Delta v = \frac{3pV}{8RT_0} - \frac{p_0V}{8RT_0}$$

$$p_n = p_0 + \frac{32}{6} p_0 - p_0$$



$$\Delta h = d = \beta h, = \frac{16 p_0 V - p_0 V}{8 R T_0} h$$

$$\beta = \frac{k}{h}$$

$$h \beta = \beta h, (h - x_{ам}) \quad d = \frac{h - x_{ам} h}{h - x_{ам} h}$$

$$h = n h_n - x_{ам} h,$$

$$x_{ам} = \frac{n h - h}{n}$$

$$\Delta v = \frac{V}{8 R T_0} (3 p_0 - p_0)$$

$$x_{ам} = h \frac{0,9}{1,4} = \frac{2}{7} h = 4 \text{ см}$$

$$v'_e = \frac{3 p_0 V}{8 R T_0} \quad v_e = \frac{p_0 V}{8 R T_0}$$

$$\Delta v = k p \frac{3}{8} V$$

$$\Delta v = k p \frac{3}{8} V$$

$$p_0 \frac{V}{2} = v_1 R T_0$$

$$p_0 \frac{V}{8} = v_2 R T_0$$

$$\frac{v_1}{v_2} = 4 \quad \frac{v_1}{v_2} = 4$$

$$p \frac{V}{8} = v_1 R T_0 \cdot \frac{4}{3}$$

$$p \frac{V}{2} = v'_e R T_0 \cdot \frac{4}{3}$$

$$\sqrt{30^2 + 16} = \sqrt{916}$$

CO_2	$\frac{V}{8}$
$H_2O + CO_2$	$\frac{1}{8} V$
$\frac{3}{8} V$	

$\frac{V}{8}$	$\frac{4}{3} \frac{V}{8}$
$\frac{1}{2} V$	
$\frac{3}{8} V$	

$$p = 4 p_0 \quad \frac{p}{p_0} = \frac{2}{3} = \frac{4}{3} \quad p = \frac{32}{6} p_0$$

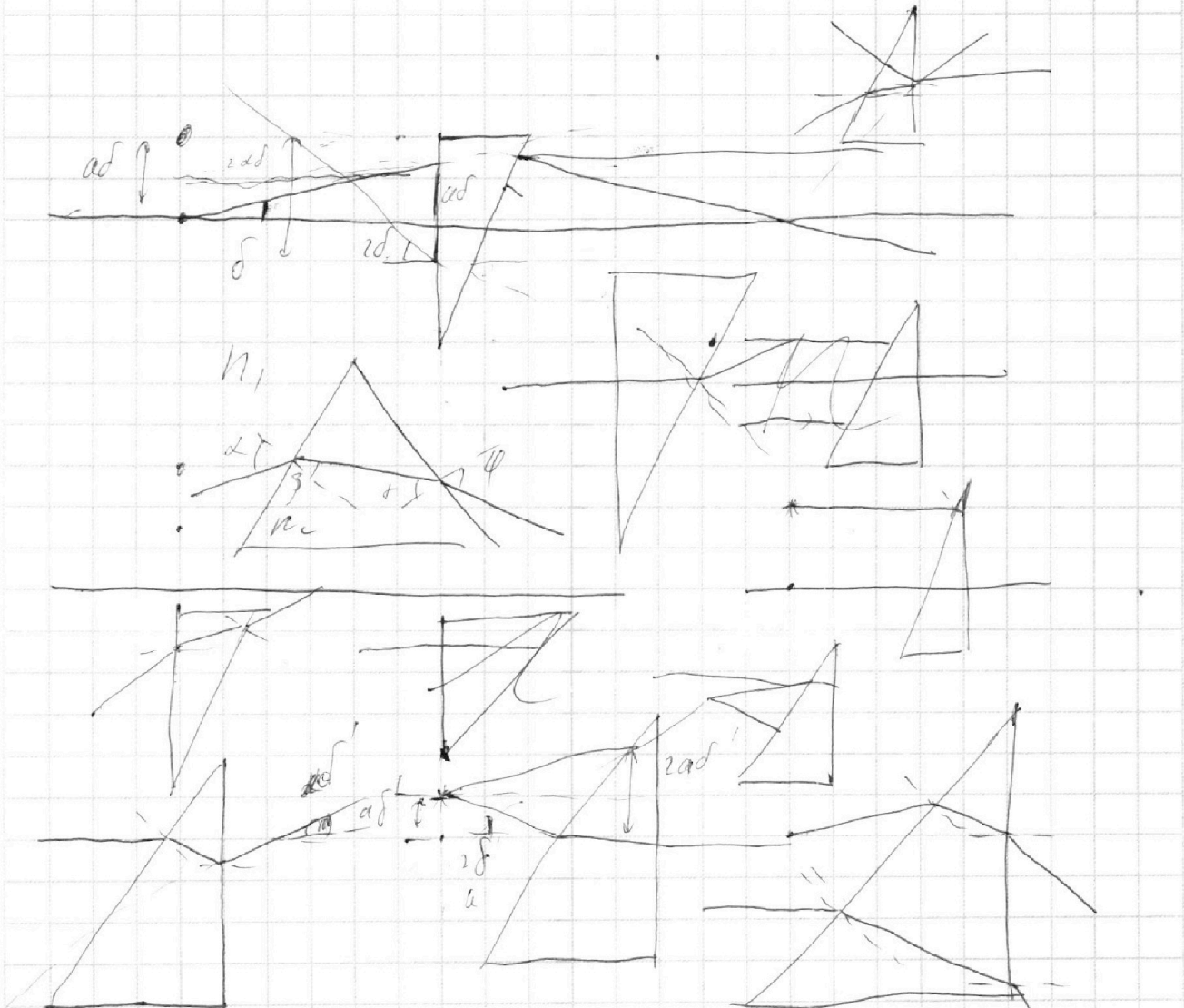
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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



$$\delta = \alpha - \frac{n_1}{n_2} \alpha + \beta \frac{n_2}{n_1} - \beta = \alpha - \frac{n_1}{n_2} \alpha + \theta \frac{n_2}{n_1} - \alpha - \theta + \frac{\alpha n_1}{n_2}$$

$$\beta = \theta - \alpha \frac{n_1}{n_2}$$

$$2n_1 = \beta n_2 \quad \delta = \alpha - \alpha \frac{n_1}{n_2} + \beta \frac{n_2}{n_1} - \beta$$

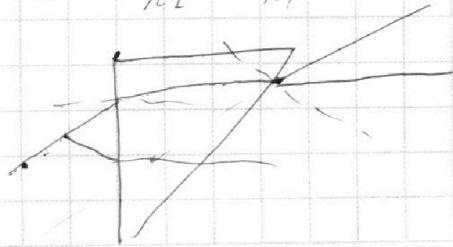
$$\delta = \theta \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

$$\beta n_2 = \alpha n_1 \quad \delta = \alpha - \alpha \frac{n_1}{n_2} + \theta \frac{n_2}{n_1} - \alpha - \theta +$$

$$\underline{3 \cdot \frac{7}{20}}$$

$$\theta = \beta + \beta$$

$$\delta = \alpha - \beta + \alpha - \beta$$



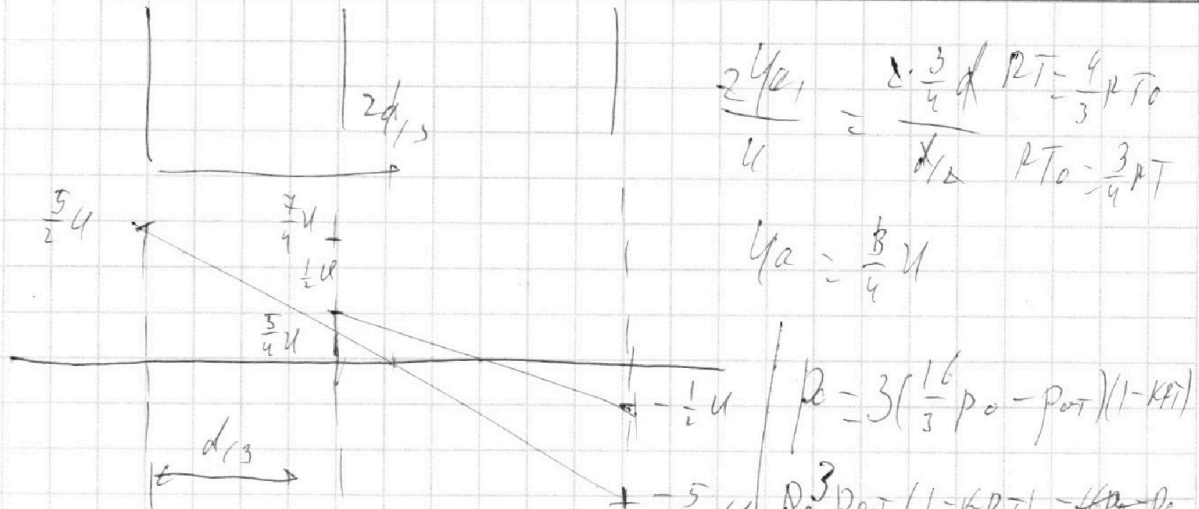
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$V_{a1} = \sqrt{V_0^2 + \frac{2g}{8} \frac{U^2}{m}}$$

$$V_{a1} = P_{cos} - 3U$$

$$\frac{P \cdot 2}{P_0 \cdot 24} = \frac{4}{3}$$

$$P_{a1} = \frac{3P_{cos} V}{8RT_0}$$

$$P_0 = 3 \frac{1 - KRT}{15 - 16KRT} P_{at}$$

$$P_{a1} = \frac{P_0 V}{8RT_0} \quad 3P_{cos} - P_0 = 3KRT P_{cos}$$

$$\Delta l = \frac{V}{2RT_0} (3P_{cos} - P_0)$$

$$P_0 = 3P_{cos} (1 - KRT)$$

$$\frac{3P_{cos}}{RT_0} - \frac{P_0}{RT_0} = 3K P_{cos}$$

$$P_0 = 3 \frac{1 - \frac{3}{4} KRT_0}{15 - 12KRT_0} P_{at}$$

$$P_0 = 3P_{cos} \frac{1 - RT_0 K}{RT_0} = 3 \left(\frac{16}{3} P_0 - P_{at} \right) \frac{1 - RT_0 K}{RT_0}$$

$$P_{at} = 16P_0 - P_0 \frac{RT_0}{3K} \quad 3P_{at} = 16P_0 - \frac{RT_0}{1 - RT_0 K} P_0$$

$$\frac{P_0 RT_0}{1 - RT_0 K} = 16P_0 - 3P_{at}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

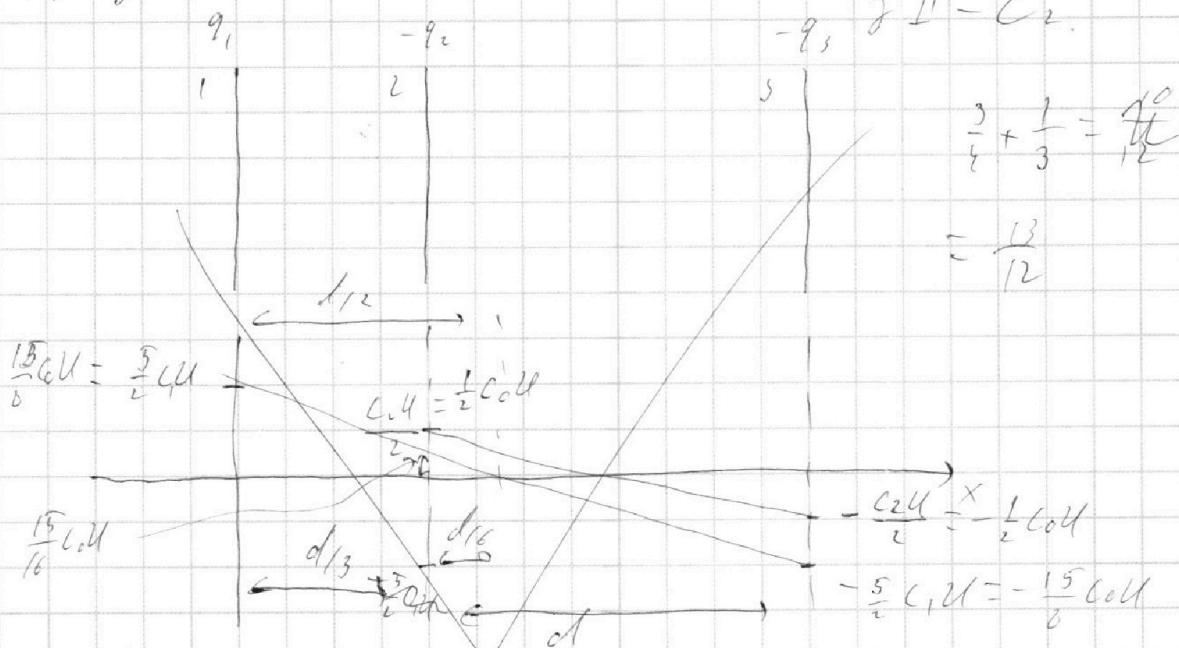
МФТИ

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



рз (продолж.)

Рассмотрим систему ^{как бы} из системы, как
суперпозицию конденсаторов I-плотности с
зарядами q_1 и q_3 , II q_2 и q_3 з I ёмкость - C_1 ,
з II - C_2 .



Найдём распределение потенциалов:

$$C_1 = \frac{3 \epsilon_0 S}{4d} = \frac{3}{4} C_0; \quad C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d} = C_0, \quad \text{каждым потенциалом}$$

на обкладках 2 и 3, $\varphi_2 = \frac{15}{16} C_0 U + \frac{1}{2} C_0 U = \frac{23}{16} C_0 U$
 $\varphi_3 = -\frac{1}{2} C_0 U - \frac{15}{8} C_0 U = -\frac{19}{8} C_0 U$

Возьмем ЗСЭ: $W_{\infty} = W_0 = \frac{m V_0^2}{2} = W_2 = \varphi_2 \cdot q + K_2 =$
 $= W_3 = \varphi_3 \cdot q + K_3 \Rightarrow K_3 - K_2 = q(\varphi_2 - \varphi_3) = q \left(\frac{23}{16} + \frac{19}{8} \right) C_0 U$
 $K_3 - K_2 = \frac{61}{16} q C_0 U = \frac{61}{16} \frac{\epsilon_0 S}{d} q U$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

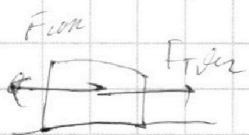


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$N = \text{const} \quad F_k = 200 \text{ Н}$$

$$a_0 = \dot{V}_0 = \frac{dV}{dt} = \frac{7 \text{ м/с}}{10} = 0,7 \text{ м/с}^2 \quad \frac{24 \cdot 7}{188}$$



$$P F_{\text{frict}} = N \cdot V$$

$$N = F_{\text{frict}} \cdot V_0 \quad \text{и} \quad N = F_k \cdot V_{\text{дет}}$$

$$F_{\text{con}} = \frac{N}{V_0} = m a_0$$

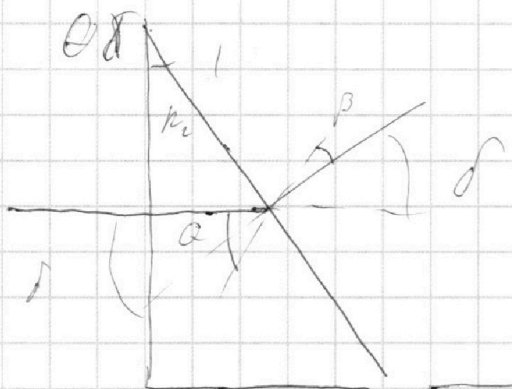
$$F_{\text{frict}} - F_{\text{con}} = m a_0$$

$$F_{\text{con}} = F_k \cdot \frac{V_{\text{дет}}}{V_0} = m a_0 = 200 \text{ Н} \cdot \frac{30}{20} = 240 \text{ Н}, \quad F_k =$$

$$= 500 \text{ Н} - 168 \text{ Н} = 150 - 18 = 132 \text{ Н}$$

$$\frac{132 \cdot 3}{12} = 33$$

$$\frac{N_1}{N_0} = \frac{F_{\text{con}} \cdot V_0}{F_k \cdot V_{\text{дет}}} = \frac{132 \text{ Н} \cdot 20}{200 \cdot 30} = \frac{44}{100} = 0,44 \quad \delta = \alpha \cdot d \cdot \frac{0,7}{1,7}$$



$$\theta \cdot n_2 = \beta \cdot 1 \quad | \quad n_1' - n_2 =$$

$$\delta = \theta - \beta \quad | \quad = \frac{1}{n_2} \cdot \frac{V_2}{V_1}$$

$$\delta = \theta \left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$$

$$\delta = \alpha \left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$$

$$\delta = \alpha - \alpha \frac{n_1}{n_2} + \beta \frac{n_2}{n_1} - \beta$$

$$\theta = \alpha \frac{n_1}{n_2} + \beta$$

$$\delta = \alpha - \alpha \frac{n_1}{n_2} + \theta \frac{n_2}{n_1} - \alpha + \alpha \frac{n_1}{n_2} - \beta$$

$$\delta = \theta \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4} \quad p =$$

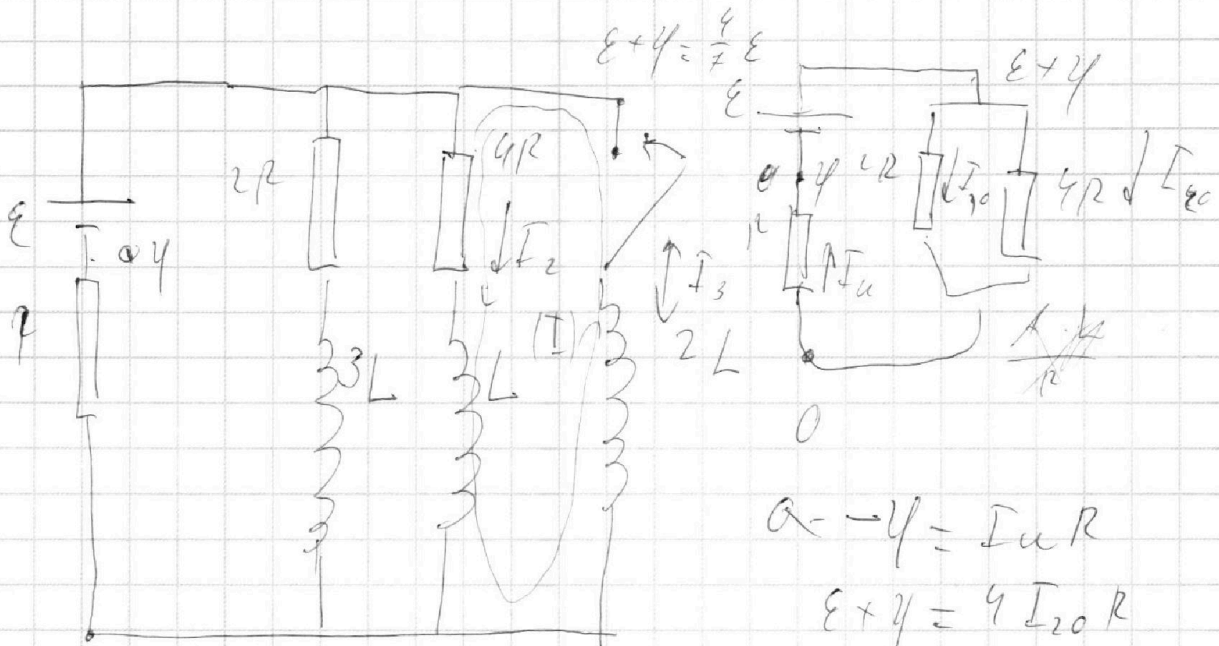
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

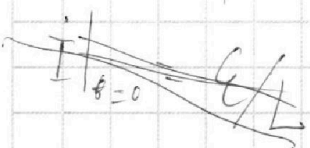
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$E + U = \frac{4}{7} E$$

$$I_{10} = \frac{E}{7R}$$

$$I_0 = \frac{4E}{7L}$$



$$E = 5I_{10}R + I_{20}R$$

$$E = 4I_{10}R + I_{u0}R$$

$$I_{10} = \frac{E}{3R} - \frac{E}{7R} = \frac{2E}{7R}$$

$$E = 5I_{10}R + I_{20}R$$

$$E = 2I_{10}R + I_{u0}R$$

$$2E = 14I_{20}R$$

$$E = 5 \cdot 4I_{20}R + 3I_{10}R$$

$$I_{u0} = \frac{3E}{7R}$$

$$I_{3max} = \frac{E}{R}$$

$$E = 3I_{10}R + I_{20}R$$

$$U = -\frac{3}{7}E$$

$$I_{2max} = 0$$

$$2E = 4I_{20}R$$

$$I_2 \cdot 4R + L \cdot \dot{I}_2 = 2L \cdot \dot{I}_3$$

$$I_{u0} =$$

$$4I_2R + L \cdot \Delta I_2 = 2L \cdot \Delta I_3$$

$$I_{u0} = \left(\frac{2E}{7R} L + \frac{2E}{R} L \right) \cdot \frac{1}{4R}$$

$$4I_2R + L \cdot \Delta I_2 = 2L \cdot \Delta I_3$$

$$I_{u0} = \frac{4EL}{7R^2}$$

$$4I_2R + L \left(0 - \frac{2E}{7R} \right) = 2L \cdot \frac{E}{R}$$