



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-04

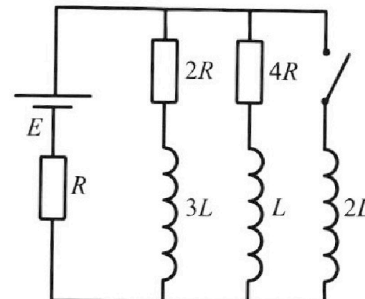
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



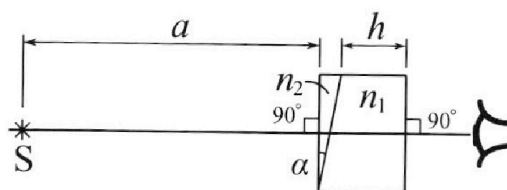
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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  $n_b = 1,0$ . 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  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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.



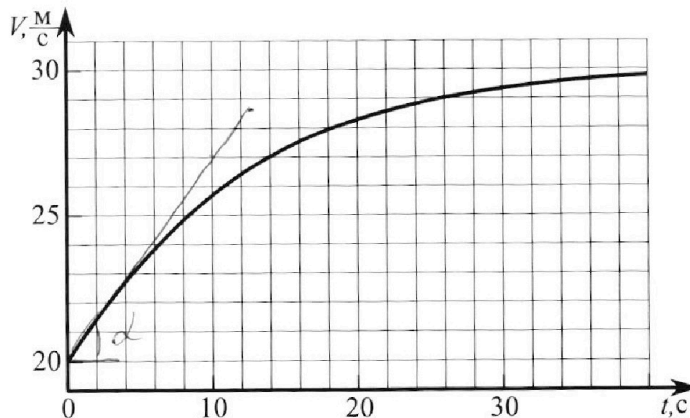
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



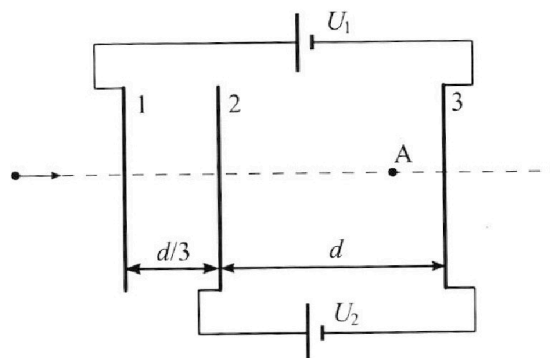
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?  
Требуемая точность числа нного ответа на первый вопрос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

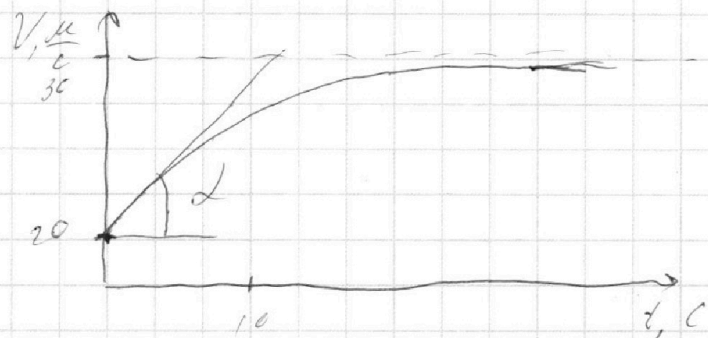
- 1  2  3  4  5  6  7

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.

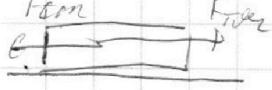
$F_k = 200 \text{ К}$



- 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  $t$  &  $v$  легко равен  $\alpha_0$ , по графику  $\alpha_0 = \frac{7 \text{ м/с}}{10} = 0.7 \text{ м/с}^2$

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



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

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

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

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

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"/>

**МФТИ**

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:

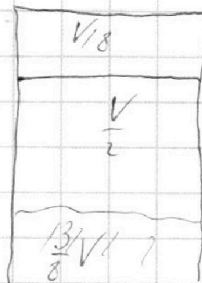
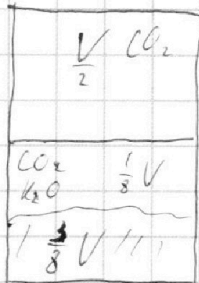
$$T = \frac{4}{3} T_0 = 373 \text{ K}$$

$$\Delta V = \kappa p \omega$$

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

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

$\mu^2$



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

можно пренебречь, то  $\gamma_{\text{кокс}} \approx 0$ , тогда

1)  $\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = ?$

2)  $p_0 = ?$

$$\begin{aligned} p_0 \frac{V}{2} &= \gamma_1 R T_0 \\ p_0 \frac{V}{8} &= \gamma_2 R T_0 \end{aligned} \Rightarrow \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = 4$$

2) Найдём какое-то давление  $p_0$  уравнением состояния для верхнего газа:

$$p_0 \frac{V}{2} = \gamma_1 R T_0$$

Т.к. поршень лёгкий,

$$p \frac{V}{8} = \gamma_1 R \frac{4}{3} T_0$$

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  $T = 373 \text{ K}$ .

$\Delta V = \gamma_2' - \gamma_2$ , т.к. при  $T$   $\text{CO}_2$  практически не растворяется,  $\gamma_2'$  — кол-во в-ва  $\text{CO}_2$  в ~~качестве~~ конце.

$$\begin{aligned} p_{\text{CO}_2} \frac{V}{2} &= \gamma_2' R T_0 \cdot \frac{4}{3} \Rightarrow \Delta V = \frac{V}{8 R T_0} (3 p_{\text{CO}_2} - p_0) \\ p_0 \frac{V}{8} &= \gamma_2 R T_0 \end{aligned}$$

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  $\gamma$ -ка Терми:  $\frac{1}{8RT_0} (3P_{соз} - P_0) = k P_{соз} \frac{3}{8}$

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

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

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

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

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!

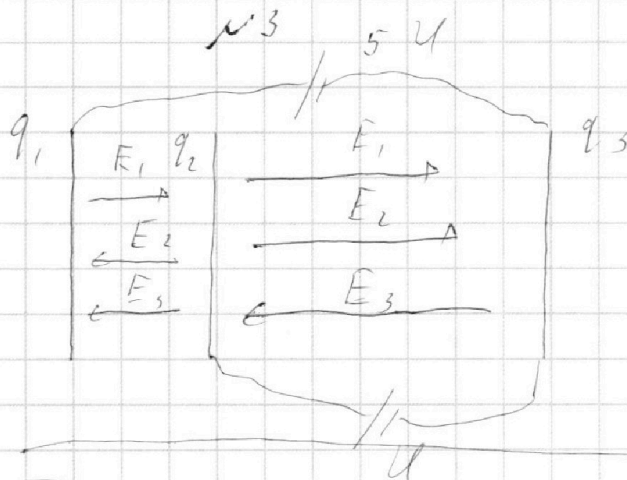


Дано:

$$U_1 = 5U$$

$$U_2 = U$$

$$V_0, m, q > 0$$



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



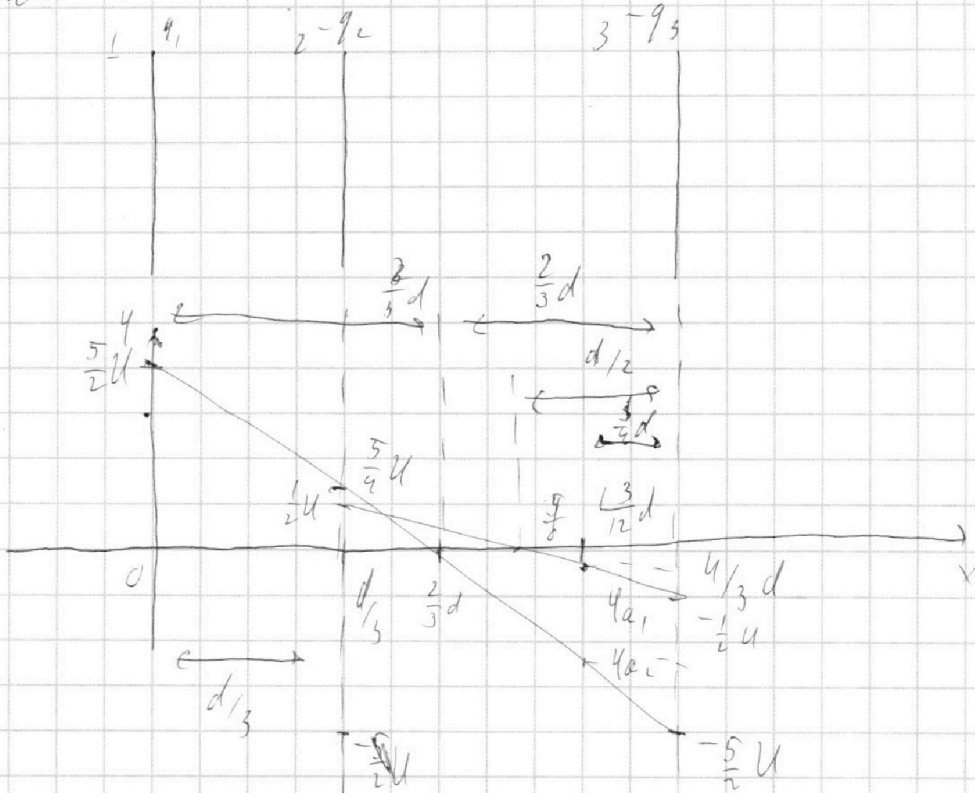
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№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 определим как сумму "вкладов" от каждой "субсистемы".  $\varphi_2 = \frac{5}{4}U + \frac{1}{2}U = \frac{7}{4}U$

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



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  $\Pi$  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!



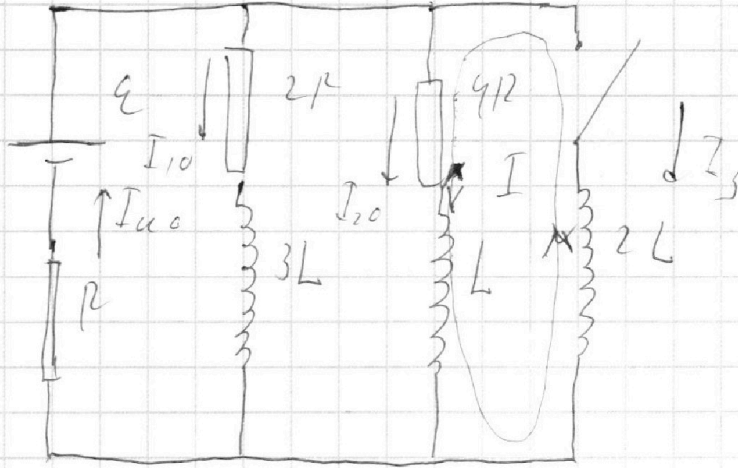
№ 4

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 её сопротив. пренебрегаем. Тогда в уст. режиме ~~то~~ запишем 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) Напряжения на  $2L$ :

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

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):

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

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

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

$$I_2 R = \frac{1}{4 R} \left( \frac{2 L \cdot \varepsilon}{R} + \frac{2 \varepsilon L}{7 R} \right)$$

$$I_2 = \frac{4 \varepsilon L}{7 R^2}$$

Ответ: 1)  $I_{20} = \frac{\varepsilon}{7 R}$ ; 2)  $\frac{\Delta I_0}{\Delta t} = \frac{2 \varepsilon}{7 R}$ ; 3)  $I_2 = \frac{4 \varepsilon L}{7 R^2}$

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)  $\delta$  - ?, при  $n_1 = n_0$   
 $n_2 = 1,7$

2)  $\delta$  - ?, при  $n_1 = n_0$   
 $n_2 = 1,7$

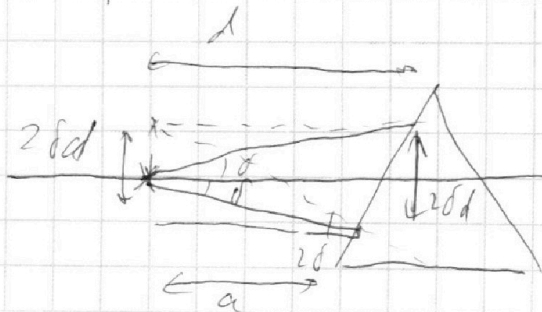
3)  $\delta$  - ?, при  $n_1 = 1,4$   
 $n_2 = 1,7$

из этой системы:

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

источника и его изображение в тонкой

линзе:

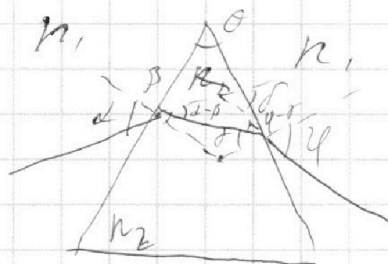


р 5

Решение:

Рассмотрим веерообразный

пучок лучей:



Рассмотрим параллельные

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

и в толстой линзе  
здесь  $\alpha \approx \sin \alpha$

$\delta n_2 = \gamma n_1$

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

$\theta = \beta + \gamma$

Пусть же лучи пойдут

в лев. сторону и пойдут, тогда

одна из лучей пойдет

по оси, а другая по

задан  $2\delta$ , 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

МФТИ

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  $\delta d$ .

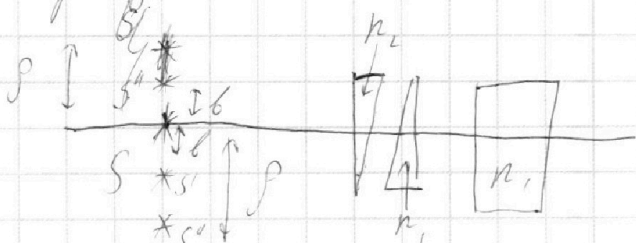
Вернёмся к первой задаче:

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

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

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

3) Представим систему задачи примерно  
следующим образом:



Здесь все зазоры между  
клинками малы, тогда

работают введенные радиусы кривизны, то есть

$\delta' b = \rho - \Delta K$ , здесь  $\Delta K$  - изменение радиуса  
кривизны во втором клинке.

$$\Delta K = \rho \delta' \cdot a, \text{ где } \delta' = (n_2 - 1) d = 40 \text{ см}$$

Тогда  $b = 30 \text{ см}$ . Известно что  $b$  - т.к. клин  
вершинами расколется 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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" 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!

Известно что, ~~1~~ ~~и~~ ~~изображение~~  
при преломлении в плоско-параллельной  
пластине:  $\chi_{\text{ин}} = h \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) = h \frac{n_1 - 1}{n_1}$ , тогда

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

Ответ: 1)  $\beta_1 = 0,7$  рад; 2)  $\rho = 70$  см; 3)  $\rho' = \sqrt{916}$  см

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

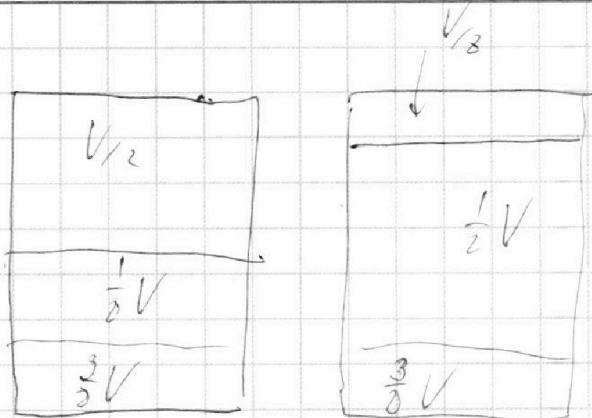
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$p_0 \frac{V}{8} = \nu_2 R T_0$$

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

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

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

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

$$\nu_2 = \frac{p_0 V}{8 R T_0}$$

$$\nu_2' = \frac{p_n \cdot V}{2 R T_0}$$

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

$$p_n = k \cdot \frac{13}{3} p_0 \cdot \frac{3}{8} V = \frac{16 - 1 \cdot 5}{3 \cdot 3 \cdot 4} = \frac{11}{12}$$

$$\Delta \nu = \nu_2'$$

$$p_n = p \frac{16}{3} p_0 - p_{at} = \frac{64 - 5}{12} = \frac{59}{12}$$

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

$$\Delta \nu = \nu_2' - \nu_2$$

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

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

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

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

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

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

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!



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

408

33

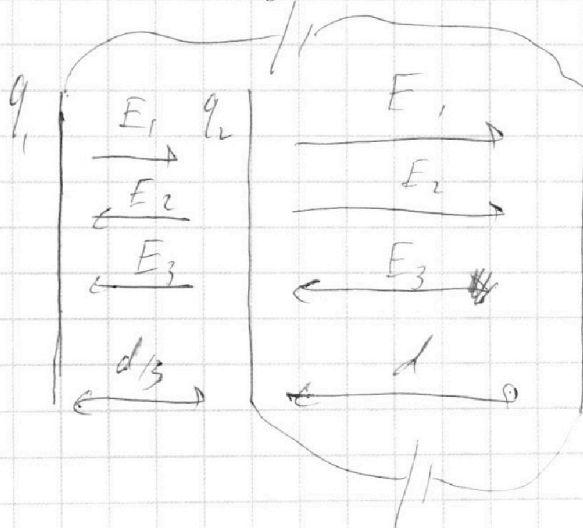
$$E_1 = E_2 + \frac{U}{2d}$$

$$108 - 75 = 33$$

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

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

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



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

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

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

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

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$q_1$   $-q_2$   $-q_3$   $q_1$

$U = dU = E \cdot dl$

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

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

$K_3 + \gamma_3 q = K_2 + \gamma_2 q$

$K_3 - K_2 = (\gamma_2 - \gamma_3) q$

$30 + 23 = 64$

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

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

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

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

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

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

$\frac{1}{2} C_0 U$   $\frac{23}{18} C_0 U$   $\frac{C_0 U}{2}$   $\frac{15}{16} C_0 U$

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

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

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

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

$\frac{25 C_0 U}{182 X} = \frac{19 C_0 U}{8(d-x)}$

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

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

$x = \dots$

$d-x$

$x$

$d/3$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

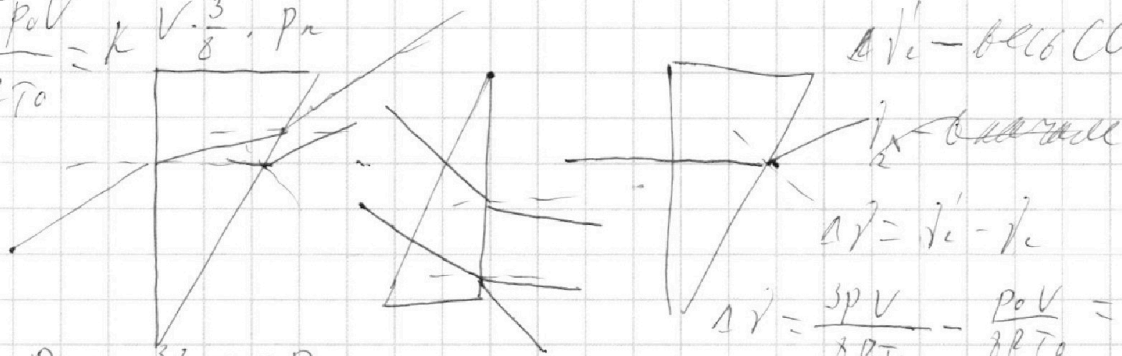
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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!

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



$$\Delta v'_e - v_{e16} CO_2$$

$$v'_e = v_{e16} CO_2$$

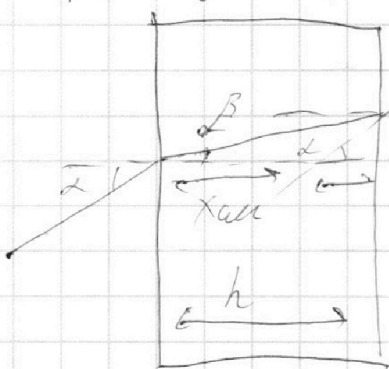
$$\Delta v = v'_e - v_e$$

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

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

$$\Delta n = \alpha = \beta n_1 = \frac{16 p_0 V - p_0 V}{8 R T_0} n$$

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



$$h \beta = \beta n_1 (h - x_{max}) \quad \alpha = \frac{h - x_{max} h}{h - x_{max} h}$$

$$h = n_1 h_1 - x_{max} h_1$$

$$x_{max} = \frac{n_1 h - h}{n_1}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$p \frac{V}{2} = v'_1 R T_0 \cdot \frac{4}{3}$$

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

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

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

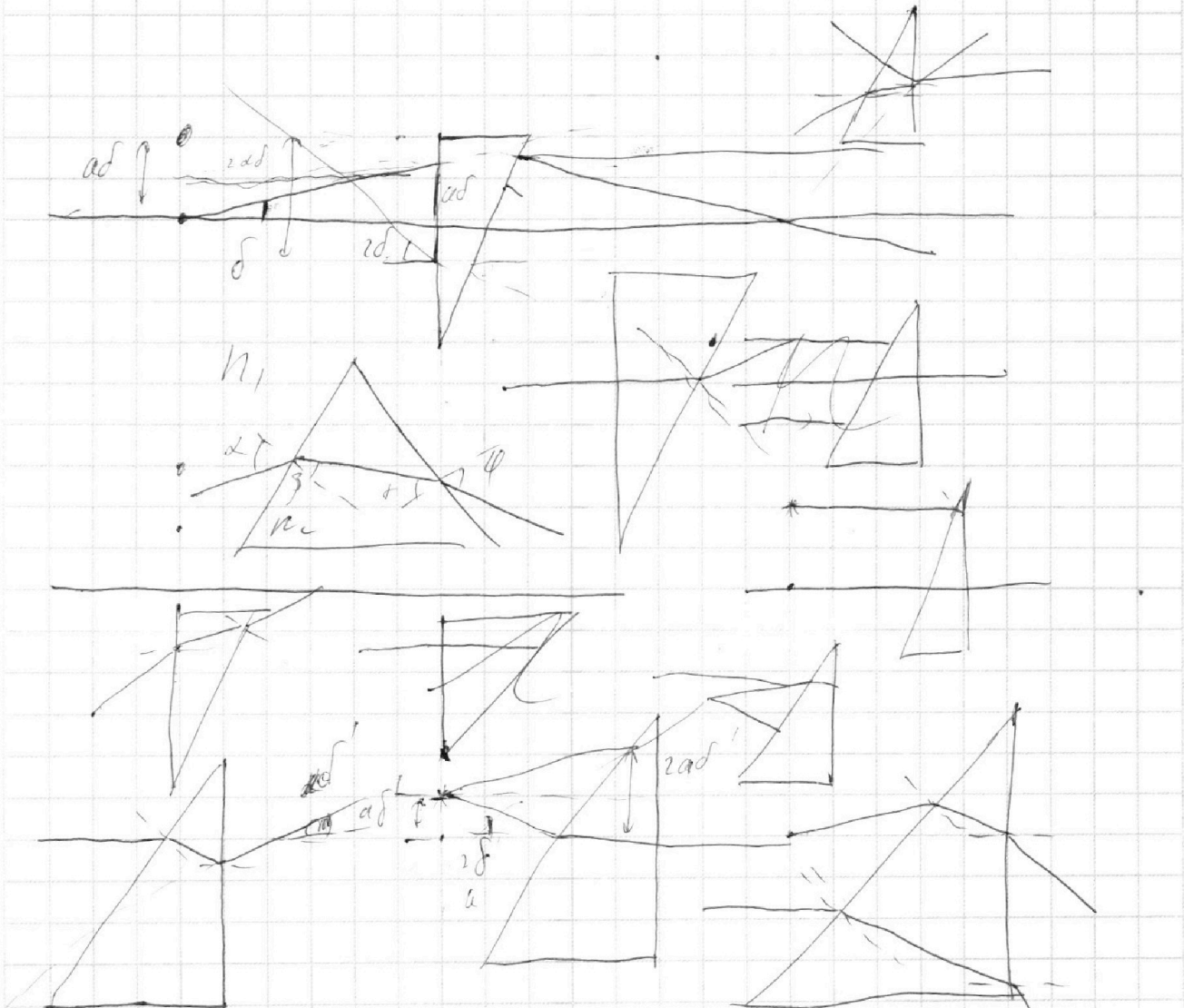
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\delta = d - \frac{n_1}{n_2} d + f \frac{n_2}{n_1} - f = d - \frac{n_1}{n_2} d + \theta \frac{n_2}{n_1} - d - \theta + \frac{d n_1}{n_2}$$

$$f = \theta - d \frac{n_1}{n_2}$$

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

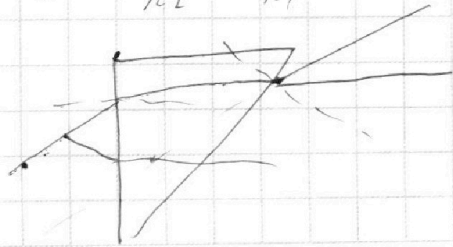
$$\delta = \theta \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

$$f n_2 = \gamma n_1 \quad \delta = d - d \frac{n_1}{n_2} + \theta \frac{n_2}{n_1} - d - \theta +$$

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

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

$$\delta = d - \beta + \gamma - f$$



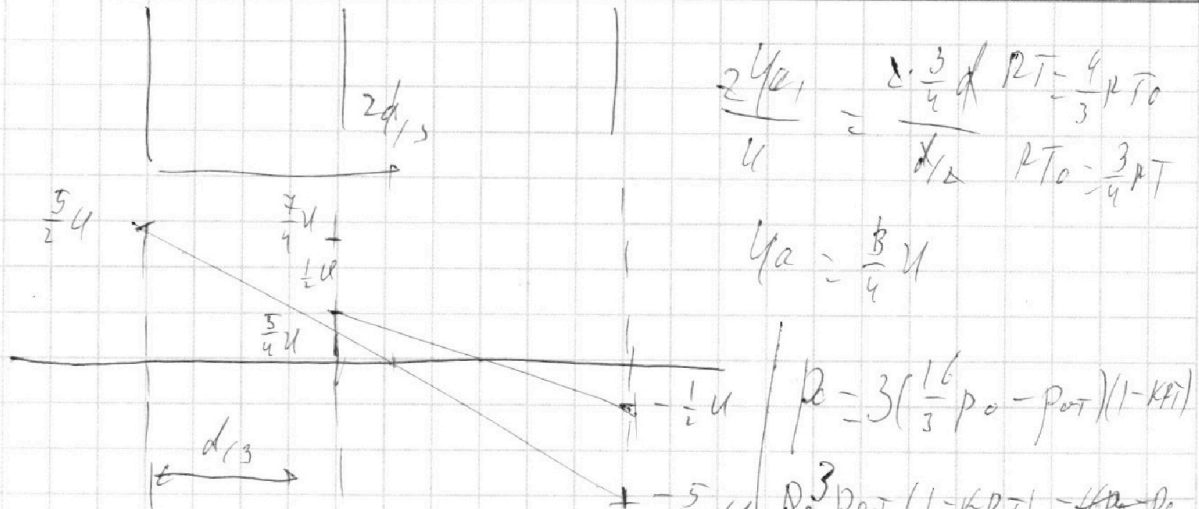
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$V_a = \sqrt{V_0^2 + \frac{29}{8} \frac{U^2}{m}}$$

$$V_1 = P_{\text{соз}} - 3U = 16p_0(1 - kRT) - p_0$$

$$\frac{P \cdot R}{p_0 \cdot 24} = \frac{4}{3}$$

$$P_1 = \frac{3P_{\text{соз}} V}{8RT_0}$$

$$p_0 = 3 \frac{1 - kRT}{15 - 16kRT} p_{\text{соз}}$$

$$P_1 = \frac{p_0 V}{8RT_0} \cdot 3P_{\text{соз}} - p_0 = 3kRT P_{\text{соз}} - p_0$$

$$\Delta l = \frac{V}{8RT_0} (3P_{\text{соз}} - p_0)$$

$$p_0 = 3P_{\text{соз}} (1 - kRT)$$

$$\frac{3P_{\text{соз}}}{RT_0} - \frac{p_0}{RT_0} = 3kP_{\text{соз}}$$

$$p_0 = 3 \frac{1 - \frac{3}{4} kRT_0}{15 - 12kRT_0} p_{\text{соз}}$$

$$p_0 = 3P_{\text{соз}} \frac{1 - RT_0 k}{RT_0} = 3 \left( \frac{16}{3} p_0 - p_{\text{соз}} \right) \frac{1 - RT_0 k}{RT_0}$$

$$p_{\text{соз}} = 16p_0 - p_0 \frac{RT_0}{3k} \quad 3p_{\text{соз}} = 16p_0 - \frac{RT_0}{1 - RT_0 k} p_0$$

$$\frac{p_0 RT_0}{1 - RT_0 k} = 16p_0 - 3p_{\text{соз}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

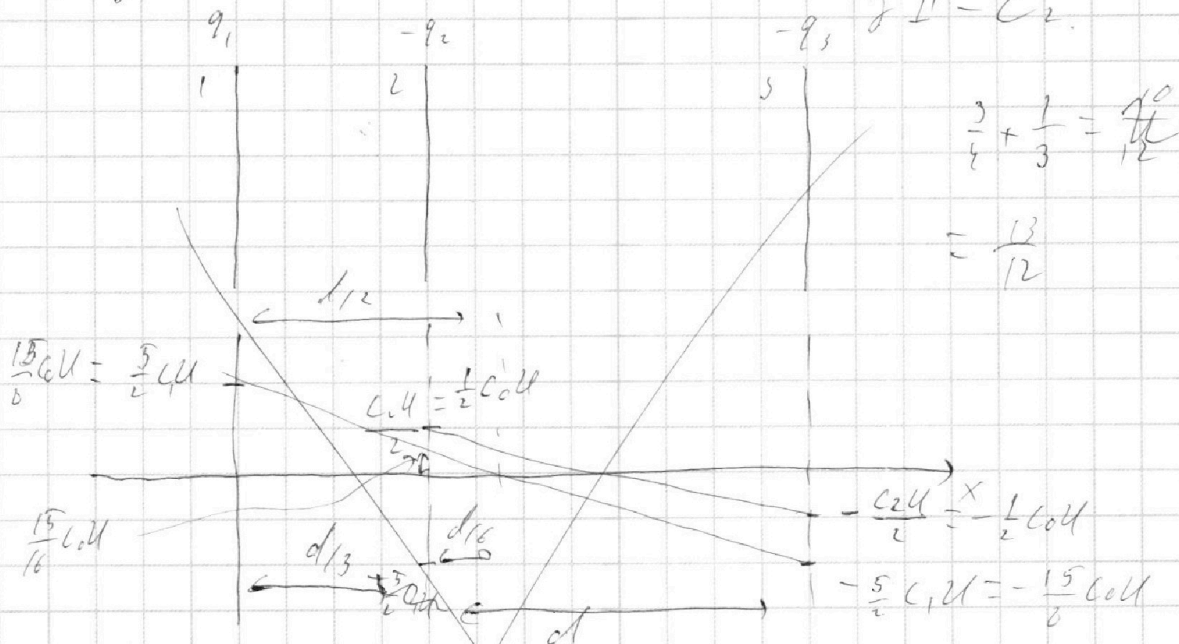
**МФТИ**

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



р3 (продолж.)

Рассмотрим систему <sup>как бы</sup> 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

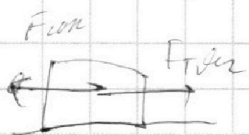


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

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



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

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

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

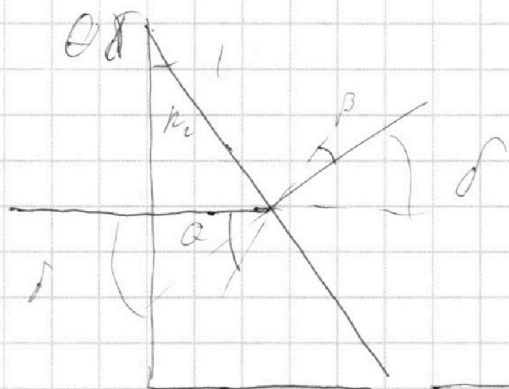
$$F_{\text{frict}} - F_{\text{con}} = m a_0$$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

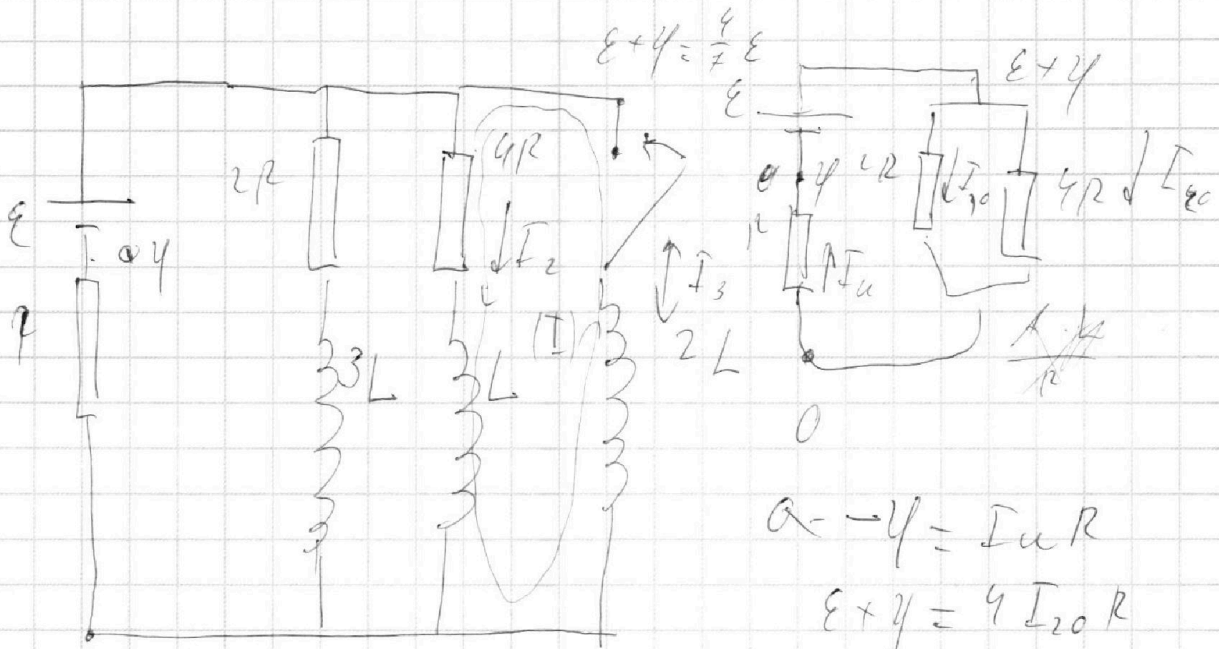
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7



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



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

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

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

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

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

$$2E = 14I_{10}R$$

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

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

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

$$I_{2 \text{ max}} = 0$$

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

$$4q_2 R + L \cdot \Delta I_2 = 2L \cdot \Delta I_3$$

$$4q_2 R + L \cdot \Delta I_2 = 2L \cdot \Delta I_3$$

$$4q_2 R + L \left( 0 - \frac{2E}{7R} \right) = 2L \cdot \frac{E}{R}$$

$$E + U = I_{10}R$$

$$E + U = 4I_{20}R$$

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

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

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

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

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

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

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

$$I_{10} =$$

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

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