



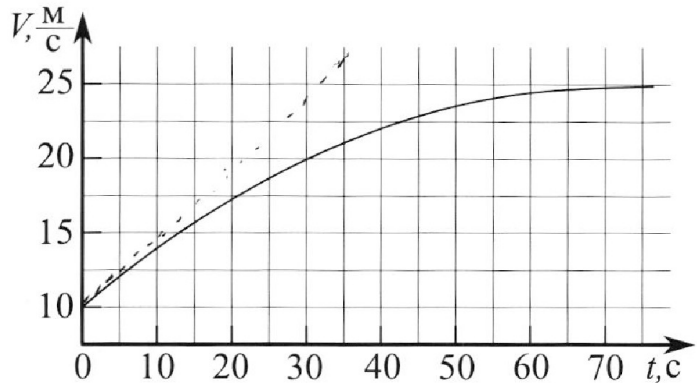
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

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



1. Автомобиль массой $m = 1500$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

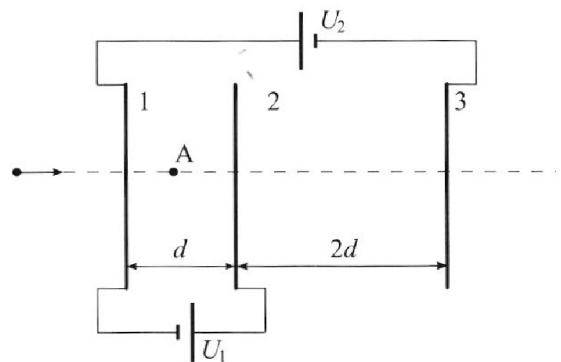
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

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 $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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 отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 3U$. 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 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $d/4$ от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

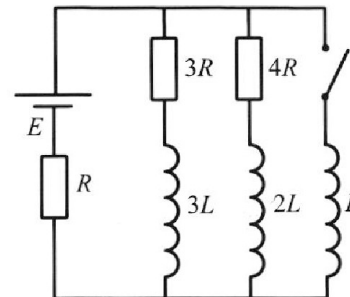
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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

- 1) Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ 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 $a = 90$ 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.

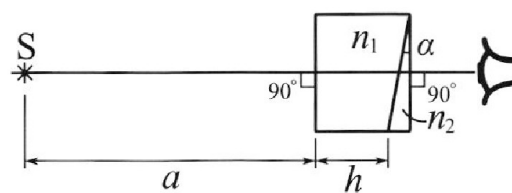


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.

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!

N1

1) Число двигателя равно количеству
капель. Тогда по графику

в точке $t = 0$:

$$a_0 = \frac{2,5 \frac{м}{с}}{5 с} = 0,5 \frac{м}{с^2}$$

2) Выход $253 Н$ для начала разгона:

$$m a_0 = F_0 - 2 v_0$$

По графику в точке $t = 75 с$

для график $v(t)$ почти горизон-

тален, тогда $a_k = 0$

$$F_k = 2 v_k; \quad 2 = \frac{600 Н}{25 \frac{м}{с}} = 24 \frac{Н \cdot с}{м}$$

Получ. в изм.:

$$F_0 = m a_0 + 2 v_0 = 1500 \cdot 0,5 + 24 \cdot 10 = 990 Н$$

3) По определению мощности:

$$P_0 = F_0 v_0 = 9,9 \text{ кВт} \cdot \text{Вм}$$

Ответ: $a_0 = 0,5 \frac{м}{с^2}$; $F_0 = 990 Н$; $P_0 = 9,9 \text{ кВт} \cdot \text{Вм}$

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!



N2

1) Для верхнего отсека упр-ение Клейне-
рана - Менделеева:

$$p_0 \frac{V}{2} = \nu_{He} RT_0 \quad (1)$$

Для нижнего:

$$p_0 \left(\frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{CO_2} RT_0 \quad (2)$$

ν_{CO_2} - кол-во изобразного шмля,
нерастворённого в воде, т.к. имен-
но он поддерживает давление

$$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_2}} = \frac{\frac{V}{2}}{\frac{V}{4}} = 2$$

2) Запишем Клейперона - Менделеева
для верхнего отсека:

$$p_0 \frac{V}{5} = \nu_{He} RT$$

Для нижнего отсека:

$$p_n = p_{CO_2} + p_n$$

$$p_{CO_2} \left(\frac{4}{5} V - \frac{V}{4} \right) = (\nu_{CO_2} + \Delta \nu_{CO_2}) RT$$

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!

где $\Delta V_{\text{co}_2} = k p_0 \frac{V}{n}$ — уменьшенный газ
ранее растворенный в воде и вы-
ходящий наружу при нагревании

$p_{\text{вн}} = p_{\text{А}}$, т.к. ^{по сути} ~~оба~~ по ун объема
нижности не изменился, а ~~зрост~~
нар ~~расширяется~~

Турбулентное давление в отсечке и
введем $L = \frac{T}{T_0}$

$$p_{\text{вн}} p_0 = \frac{5 p_0 L}{2}$$

$$p_{\text{вн}} = \frac{2.5 R (p_0 L + k p_0 T)}{11}$$

$$\frac{5 p_0 L}{2} = \frac{5}{11} R (p_0 L + k p_0 T) + 2 p_0$$

$$L \cdot \frac{45}{22} p_0 = k p_0 T R + 2 p_0$$

$$L = \frac{22}{45} (k T R + 2) = \frac{22}{45} (0.5 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 + 2)$$

Ответ: $\frac{V_0}{V_H} = 2$; $\frac{T}{T_0} = \frac{154}{90}$

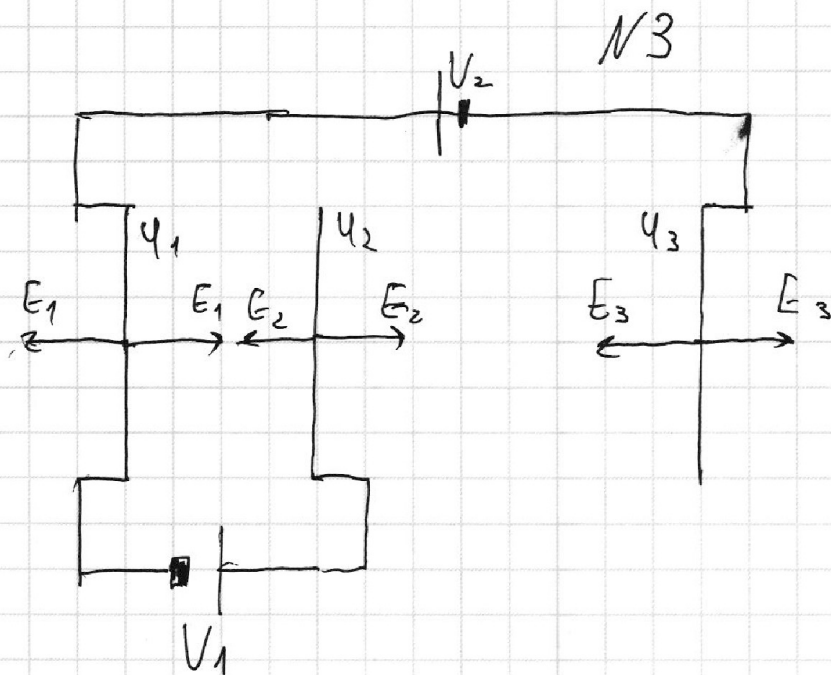
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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) Предполагая, что на заряд действует сила F катодо. Тогда:

$$F = (E_2 - E_1)q$$

Учитывая, что

$$\begin{cases} \varphi_2 - \varphi_1 = U \\ \varphi_1 - \varphi_3 = 3U \end{cases}$$

можно записать

$$\begin{cases} U = (E_2 - E_1 - E_3)d \\ 3U = (3E_3 + E_2 - E_1)d \end{cases}$$

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!

Следовательно получим:

$$E_2 - E_1 = \frac{3}{2} \cdot \frac{U}{d}$$

Получим $F = \frac{3Uq}{2d} ; a = \frac{3Uq}{2dm}$

2) Пусть E_i — полная энергия частицы при пролете i -ой сетки. Тогда, полная энергия частицы будет сохраняться.

$$K_1 + W_1 = K_2 + W_2$$

$$K_1 - K_2 = W_2 - W_1 = (\varphi_2 - \varphi_1)q = Uq$$

Ответ: ~~как~~ $a = \frac{3Uq}{2dm} ; K_1 - K_2 = Uq$

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!

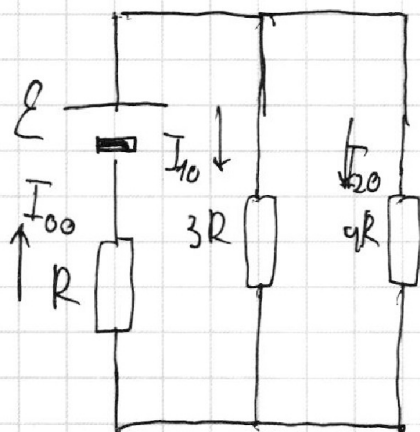


М

1) При установившемся ~~напряжении~~
режиме напряжение всех катушек

$$U_{3L} = U_{2L} = 0$$

Потому можно рассчитывать следующую схему:



Замечание

Правила Кирхгофа
для левой малой,
большой контуров и
узла:

$$\begin{cases} E = I_{00} R + I_{10} 3R \\ E = I_{00} R + I_{20} 4R \\ I_{00} = I_{10} + I_{20} \end{cases}$$

Ответы получим: $I_{10} = \frac{18}{19} \cdot \frac{E}{R}$

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) Сразу ~~после~~ после замыкания
ключа в цепи не изме-
няются

Требуется определить для внешнего
контура:

$$\mathcal{E} = I_{co} R + U_L$$

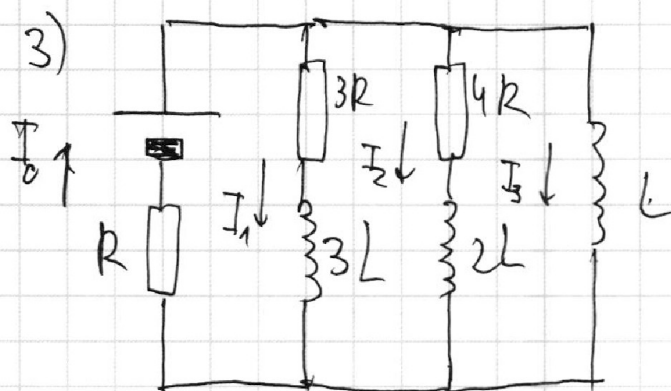
Уз уз преобразуется пункта:

$$\begin{aligned} I_{co} &= I_{10} + \frac{\mathcal{E} - I_{10} R}{5R} = \\ &= \frac{16}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{\mathcal{E}}{5R} - \frac{16}{5 \cdot 19} \frac{\mathcal{E}}{R} = \\ &= \frac{83}{95} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} \end{aligned}$$

$$U_L = \frac{12}{95} \cdot \mathcal{E} = L \frac{dI}{dt} ; \left(\frac{dI}{dt} \right) = \frac{12}{95} \cdot \frac{\mathcal{E}}{L}$$

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!



Запишем закон Кирхгофа для контура состоящего из $3R, 3L$ и L .

$$I_1 3R + 3L \frac{dI_1}{dt} + L \frac{dI_3}{dt} = 0$$

В новом установившемся режиме напряжения на всех элементах будут кратны результату R будет 0, а так будет темб только на во внешнему контуру. Сила тока тогда: $I_2 = I_3 = \frac{E}{R}$

Тогда в интегральной форме,



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!

разветвленной не $\neq$ узлаемное
уравнение имеет вид:

$$q \cdot 3R + 3L (C - I_{10}) + L \left(\frac{\varepsilon}{R} - 0 \right) = 0$$

$$q \cdot 3R = L \frac{16 \cdot 3}{19} \cdot \frac{\varepsilon}{R} - L \cdot \frac{\varepsilon}{R}$$

$$q = \frac{29}{57} \cdot \frac{\varepsilon L}{R^2}$$

$$\text{Ответ: } I_{10} = \frac{16}{19} \cdot \frac{\varepsilon}{R}; \quad U_L = \frac{12}{95} \cdot \frac{\varepsilon}{L}; \quad q = \frac{29}{57} \cdot \frac{\varepsilon L}{R^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

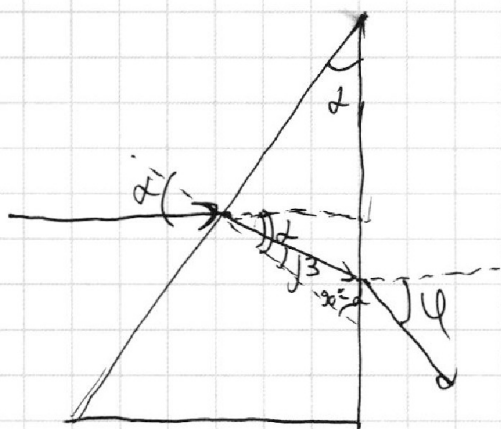
МФТИ

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



№5

1) Так $n_1 = n_2 \Rightarrow$ первая призма никак не влияет на ход луча.



П.к. α - малый, остаточные углы можно считать малыми.

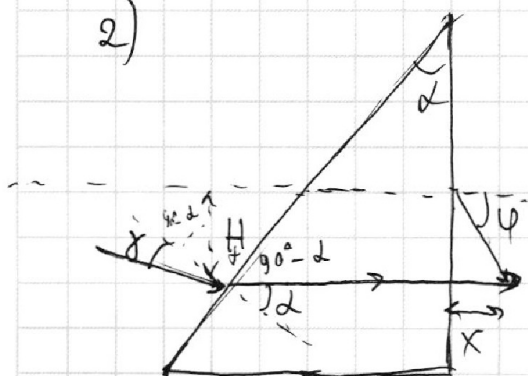
Тогда по закону преломления:

$$\begin{cases} \alpha \cdot 1 = \beta \cdot n_2 \\ n_2 (\alpha - \beta) = \psi \end{cases}$$

из геометрии:

$$\text{Следовательно: } \psi = \alpha (n_2 - 1) = 0,07 \text{ рад.}$$

2)



Рассм. луч., который выйдет из призмы параллельно своему направлению "белый свет"

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!

$$\gamma = h \cdot \alpha' = 0,17 \text{ рад.}$$

$$\sin(\alpha - \gamma) = \frac{H}{a+h}$$

$$H = 0,07 \text{ рад.} \cdot (90 + 14) \text{ см} = 7,28 \text{ см}$$

На пересечении того луча и луча из пункта 1 будет изображение источника.

~~Величина~~ Величиной $x \approx 0,5 \text{ см}$ можем пренебречь

$$L = \sqrt{(a+h)^2 + H^2} \approx 105 \text{ см}$$

Ответ: $\gamma = 0,07 \text{ рад.}$; $L = 105 \text{ см}$



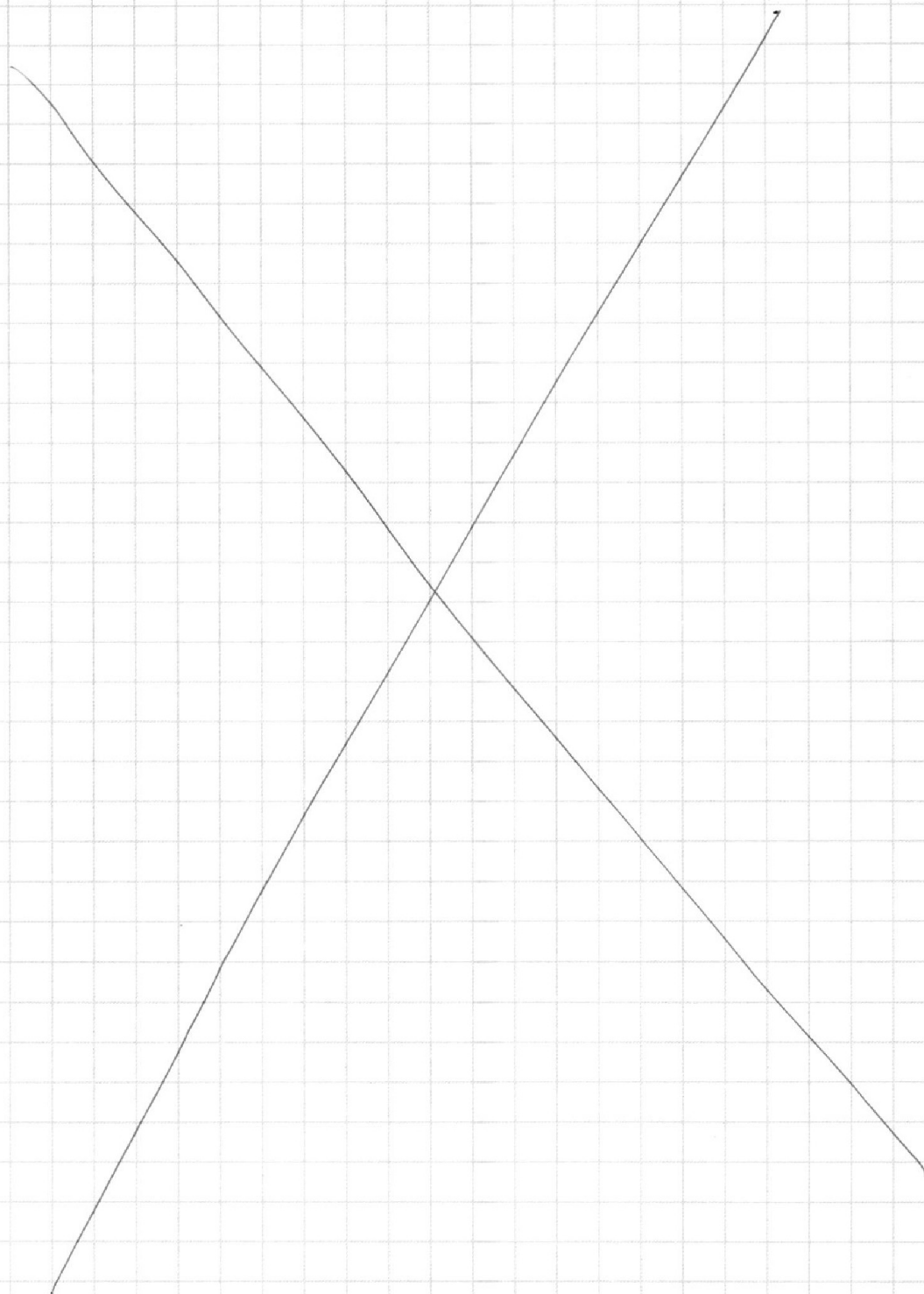
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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



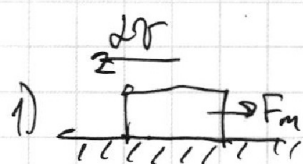
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



N1
 $ma = F_m - 2\sigma$

~~По условию $a = \frac{d\sigma}{dt} \approx \frac{2,5 \frac{м}{с}}{\tau_c} = 0,5 \frac{м}{с^2}$~~

~~2) В начале $F_{соед} = 0$~~

~~$\Rightarrow F_a = ma$~~

~~3) $P_a = F_a v$~~

~~1) В нач. укл. $v=0 \Rightarrow F_c = 0$~~

~~$ma = F_a$~~

1) По условию $a_0 = \frac{2,5 \frac{м}{с}}{\tau_c} = 0,5 \frac{м}{с^2}$

2) $ma_0 = F_a - 2\sigma$

По условию при $v = 25 \text{ м/с}$ $a = 0$

$F_k = 2\sigma_k$; $\sigma = \frac{F_k}{2k}$

3) $P_0 = F_0 v_0$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

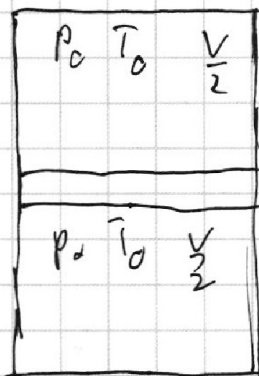
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



N2



1) Для верхнего объема:

$$p_0 \frac{V}{2} = \nu_{He} RT_0$$

Для нижнего:

$$p_0 \left(\frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{CO_2} RT_0$$

$$\Delta \nu_{CO_2} = k p_0 \frac{V}{4}$$

$$\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{2} \right) \nu_{CO_2} = \frac{\Delta \nu_{CO_2}}{\nu_{He}}$$

$$\alpha = \frac{\nu_{CO_2}}{\nu_{He}}$$

2) Измерением объема подвески можно пре-
небречь $\Rightarrow$ пар равновесный

$$p_H = p_{CO_2}' + p_{He}$$

$$p_H = 2p_0 =$$

$$p_{He} = p_{He}'$$

$$p_{CO_2}' \left(\frac{4}{5} V - \frac{V}{4} \right) = (\nu_{CO_2} + \Delta \nu_{CO_2}) RT$$

$$p_{He}' \frac{V}{5} = \nu_{He} RT$$

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!

МФТИ

$$F_1 = (q_2 - q_1) \cdot \frac{1}{2\epsilon_0 S}$$

$$\varphi_1 = q_1 C$$

$$\varphi_n = \frac{q}{2\epsilon_0 S}$$

$$\varphi_2 = q_2 C$$

$$\kappa B = \frac{q}{C} = \frac{q}{\epsilon_0 S}$$

$$F_1 = \frac{Uq}{d}$$

$$H = \frac{B}{\mu_1}; B = \mu_1 H; B = \mu_1 \frac{I}{2\pi r}$$

$$E_2$$

$$\varphi = \frac{W_n}{q}$$

$$W_1$$

$$K_1 + W_1$$

$$E_1 = K_1 + W_1$$

$$E_2 = K_2 + W_2$$

$$K_1 + K_2 = W_1 + W_2$$

$$K_1 + W_1 = K_2 + W_2$$

$$K_1 - K_2 = W_2 - W_1 = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{q} = \frac{U}{q}$$

$$F_1 = q (E_2 + E_3 - E_1) = q (q_2 + q_3 - q_1) \frac{1}{2\epsilon_0 S}$$

$$q_3 + q_2 - q_1 = C (\varphi_3 + \varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = 3V$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U$$

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!

Увеличительная:

$$1) V_{He} = \frac{P_0 V}{2RT_0}$$

$$V_{CO_2} = \frac{P_0 V}{4RT_0}$$

$$\frac{V_{He}}{V_{CO_2}} = 2$$

$$2) P_{CO_2}' = \frac{\left(\frac{P_0 V}{4RT_0} + k P_0 \frac{V}{4} \right) RT}{\frac{11}{20} V} =$$

$$P_{He}' = \frac{5 \frac{P_0 V}{2RT_0} RT}{V}$$

$$\frac{22-3,5}{45} =$$

$$= \frac{22-9,7}{9} = \frac{12,3}{9}$$

$$\frac{T}{T_0} = 2$$

$$P_{CO_2}' = \frac{20R \left(\frac{P_0 V}{4R} + \frac{k P_0 V}{4} \right)}{11}$$

$$P_{He}' = \frac{5 P_0 V}{2}$$

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!



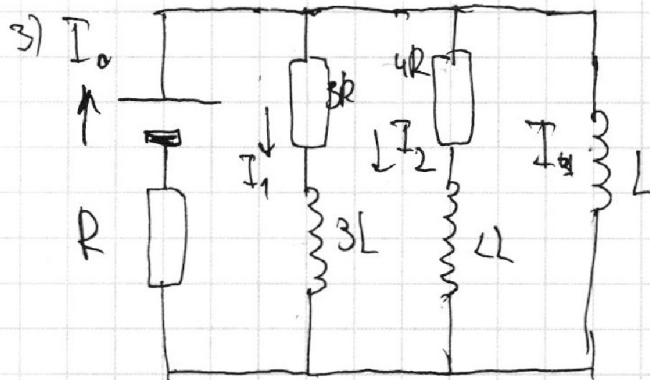
2) Период в цепи не меняется

Тогда в контуре

$$\mathcal{E} = I_{ac} R + U_L$$

$$I_{ac} = I_{10} + \frac{\mathcal{E} - I_{10} R}{5R}$$

$$\begin{aligned} & \frac{80 \cdot 99 \cdot 83}{16 \cdot 5 + 19 - 16 \cdot 4} = \\ & \frac{5 \cdot 19}{95} = \frac{83}{95} \end{aligned}$$



$$I_1 3R + 3L \frac{dI_1}{dt} + L \frac{dI_4}{dt} = 0$$

В равном вет. рез. $I_1 \sim I_2 = I_0$

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

Тогда в интегральной форме:

$$q \cdot 3R + 3L(0 - I_{10}) + L\left(\frac{\mathcal{E}}{R} - 0\right) = 0$$

$$48 - 19 = 29$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

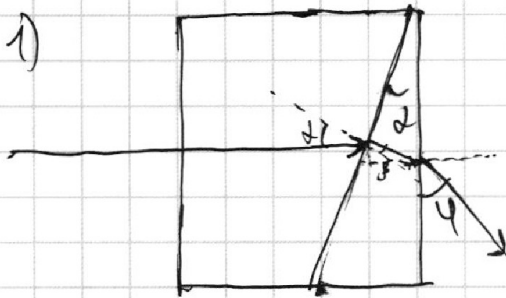
МФТИ

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



15

Для поверхности
 $\varphi = 2(n-1)$



$(2-\beta)$

и $\sin \alpha$

Все углы меньше

$$\alpha \cdot 1 = \sin \beta \cdot n_2$$

$$n_2(2-\beta) = \sin \varphi$$

$$n_2(2 - \frac{\alpha}{n_2}) = \sin \varphi$$

$$\sin \varphi = 2(n_2 - 1)$$



n_2

$$2 n_2 \alpha = \gamma$$

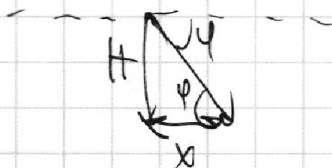
$$\sin(2-\beta) = \frac{H}{a-h}$$

$$7.28 \cdot 0.07$$

$$7.28 \cdot 0.07$$

Смещаться на меньшую величину

$$\chi = H \tan \varphi = H \varphi$$



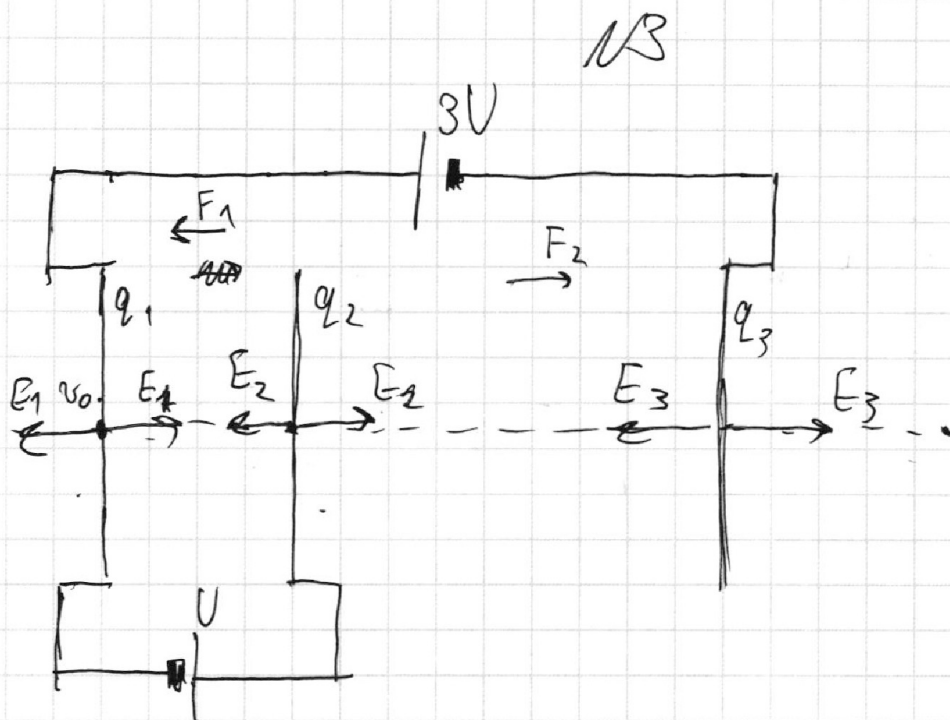
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Сетку можно рассматривать как
плоскость

$$q_k = \frac{CU}{\epsilon S}$$

$$U = E d$$

$$E_1 \sim q_1$$

$$E_2 \sim q_2$$

$$\varphi_1 \sim q_1$$

$$\varphi_2 \sim q_2$$

Потенциал:

$$2\varphi = \Delta\varphi = U$$

$$q_k = C \Delta\varphi$$

$$q = \frac{\epsilon S}{d} 2\varphi$$

$$F_1 = \frac{(E_2 - E_1) q_1}{2\epsilon_0 S} = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U$$

$$E_2 = E_1$$

$$\varphi_2 = E_1 d$$

$$\varphi_1 = U$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = E_2 - E_1$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

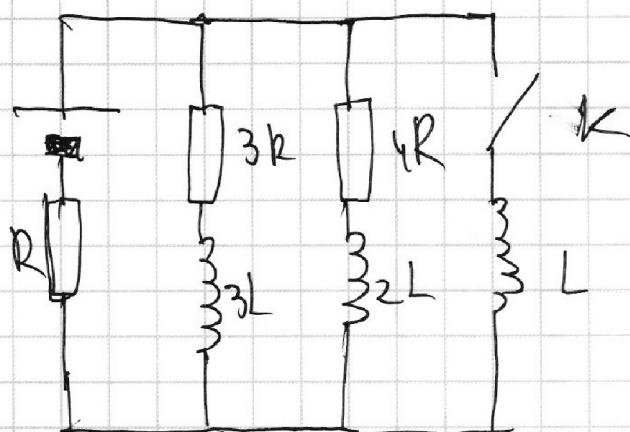
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

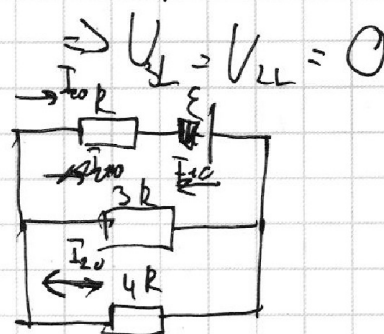
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№4



1) Чем. перм.



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

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

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

$$\mathcal{E} = I_{10} R + I_{20} R + I_{10} 3R \quad (1)$$

$$\mathcal{E} = I_{10} R + I_{20} R + I_{20} 4R \quad (2)$$

$$(2): \frac{\mathcal{E} - I_{10} R}{5R} = I_{20}$$

Подст. в (1):

$$\mathcal{E} = 4I_{10} R + \frac{\mathcal{E}}{5} - \frac{1}{5} I_{10} R; \frac{4}{5} \mathcal{E} = \frac{19}{20} I_{10} R$$

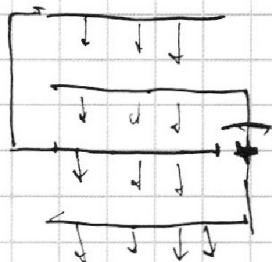
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



~~$U = E_1 d$~~

~~$U = E_2 d$~~

$$U_2 - U_1 = (E_2 - E_1 - E_3)d$$

~~$$U_{21} U_1 - U_3 = E_3 \cdot 3d + E_2 d - E_1 d$$~~

$$U_1 - U_3 = E_3 \cdot 3d + E_2 \cdot d - E_1 \cdot d$$

$$\begin{cases} U = (E_2 - E_1 - E_3)d \\ 3U = (3E_3 + E_2 - E_1)d \end{cases}$$

$$\begin{cases} U = (E_2 - E_1 - E_3)d \\ 3U = (3E_3 + E_2 - E_1)d \end{cases}$$

$$6U = d(3E_2 - 3E_1 + E_2 - E_1)$$

$$U_2 - U_1 = 4(E_2 - E_1) = \frac{6U}{d}$$

$$E_2 - E_1 = \frac{3}{2} \cdot \frac{U}{d}$$



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!

$$\begin{array}{r} 7,3 \\ \times 7,3 \\ \hline 219 \\ 511 \\ \hline 53,29 \end{array}$$

$$\sqrt{10859}$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 104 \\ \hline 416 \\ 104 \\ \hline 10816 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 102 \\ \times 106 \\ \hline 636 \\ 106 \\ \hline 11236 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ \times 105 \\ \hline 525 \\ 105 \\ \hline 11025 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 104,5 \\ \times 104,5 \\ \hline 1225 \\ 1180 \\ \hline 1045 \\ 10580,25 \end{array}$$