



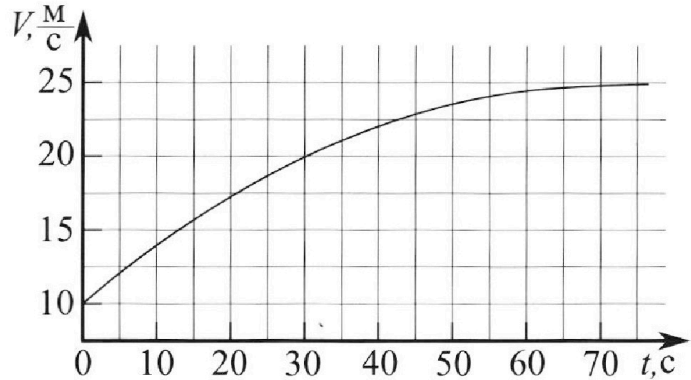
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01



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

1. Автомобиль массой $m = 1800$ 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 $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.
- Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .
- Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

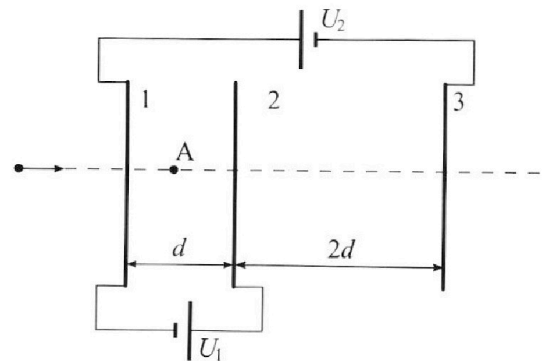
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 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 $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество $\Delta\nu$ растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta\nu = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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.

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

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

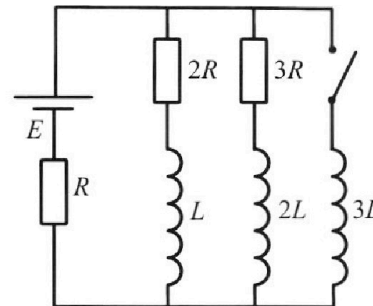
Вариант 11-01

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_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ 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 $a = 194$ 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 $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

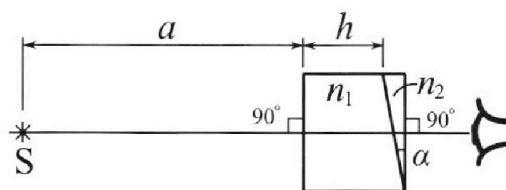


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

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!

№ 1.

Дано:

$$m = 1800 \text{ кг}$$

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$v_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a_1 = ?$$

$$F_1 = ?$$

$$P_1 = ?$$

1) Нам приведен график зависимости

$v(t) \Rightarrow$ имеет квадратную форму

будет являться ускорением, \Rightarrow

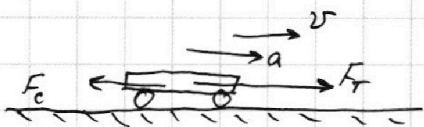
\Rightarrow для нахождения a_1 нам нужно

привести касательную к графику в точке, где $v = v_1$, и угловой коэффициент наклона касательной будет являться ускорением в данный момент.

$$a_1 = \frac{22,5 - 17,5}{20} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) Рассмотрим произвольный момент

времени:



(где F_c - сила сопротивления воздуха, а F_T - сила тяги).

Запишем 2ЗК для произвольного момента времени:

$$F_T - F_c = m \cdot a$$

$$F_c = d \cdot v, \text{ где } d - \text{коэффициент пропорциональности}$$

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!

$$F_T - d \cdot v = m \cdot a$$

Запишем для конца рагулона, $\delta = 25 \text{ м} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $F_T = F_k$;

$$a = 0 \text{ (из условия)}$$

$$F_k - d \cdot v_k = 0$$

$$d \cdot v_k = F_k$$

$$d = \frac{F_k}{v_k}$$

А теперь запишем для момента, когда $v = v_T$.

$$F_T - d \cdot v_T = m \cdot a_T$$

$$F_T = d \cdot v_T + m \cdot a_T$$

$$F_T = \frac{F_k}{v_k} \cdot v_T + m \cdot a_T = \frac{500}{25} \cdot 20 + 7800 \cdot 0,25 = 400 + 1950 = 2350 \text{ Н}$$

$$3) P_T = F_T \cdot v_T$$

$$P_T = 2350 \cdot 20 = 47 \text{ кВт}$$

$$\text{Ответ: } a_T = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$F_T = 2350 \text{ Н}$$

$$P_T = 47 \text{ кВт}$$

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:

$$T_0; T = \frac{5}{4} T_0 = 323 \text{ K}$$

$$k = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

$$R \cdot T = 3 \cdot 30^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$\frac{V_2}{V_1}; P_0 - ?$$

~2

$\frac{V}{2}$	V_2	
		P_0
$\frac{V}{4}$	$V_1; P_0$	
$-\frac{V}{4}$	-	-

$\frac{V}{4}; V_2; T; P$
$\frac{11V}{20}; T; P$
$\frac{V}{4} = = =$

1) Давлением водяных паров можно пренебречь \Rightarrow можно пренебречь и

кол-вом молекул воды в газ, тогда: μ -ная Менделеева-Клапейрона в вакуум. состоянии.

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = V_2 \cdot R \cdot T_0$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = V_1 \cdot R \cdot T_0$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_1 \cdot 4}{2 \cdot V} = 2$$

2) Изначально в воде было растворено ΔV увеличенного газа, впоследствии он весь вышел в сосуд.

$$\Delta V = k \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4}; \infty$$

μ -ная Менделеева-Клапейрона для 2-ого состояния

$$\frac{P \cdot V}{5} = V_2 \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot \frac{11V}{20} = (V_1 + \Delta V) \cdot R \cdot T$$

$$\frac{11 \cdot 10^4}{11 \cdot 10^4} = \frac{V_2}{V_1 + \Delta V} = \frac{2V_1}{V_1 + \Delta V}$$

$$4V_1 + 4\Delta V = 22V_1$$

$$2V_1 + 2\Delta V = 11V_1$$

$$\Delta V = \frac{9}{2} V_1 (*)$$

$$\frac{11 \cdot P \cdot V}{20} = (V_1 + V_2 + \Delta V) \cdot R \cdot T$$

$$\frac{3}{4} P \cdot V = (V_1 + V_2 + \Delta V) \cdot R \cdot T$$

$\Delta V = \frac{9}{2} V_1$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$$\frac{3 PV}{4 R \cdot T} - \nu_1 - \nu_2 = \Delta \nu$$

$$\frac{3 PV}{4 RT} - \nu_1 - 2\nu_2 = 4,5 \nu_2$$

$$\frac{3 PV}{4 RT} = \frac{3}{2} \nu_2$$

$$\frac{PV}{RT} = 2 \nu_2$$

$$\Delta \nu = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$\frac{4 \cdot \Delta \nu}{k \cdot p_0} = V$$

$$\frac{p \cdot 4 \cdot \Delta \nu}{RT \cdot k \cdot p_0} = 2 \nu_2$$

$$\frac{p \cdot 4 \cdot \Delta \nu}{RT \cdot k \cdot p_0} = 2 \cdot \frac{p_0 \cdot V}{4 \cdot R \cdot T_0}$$

$$\frac{4 \cdot p \cdot \Delta \nu}{T \cdot k \cdot p_0} = \frac{2 \cdot p_0^2 \cdot V}{4 \cdot R \cdot T_0}$$

$$\frac{4 \cdot p \cdot \Delta \nu \cdot T}{4 \cdot p_0 T_0 \cdot k} = \frac{2 p_0^2 \cdot V}{4 R T_0}$$

2-й шаг)

$$k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} =$$
$$\frac{1}{k} = R \cdot T$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7



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

$$\frac{\Gamma p \Delta V}{k} = 2 p_0^2 \cdot V$$

$$\Gamma p = 2 p_0 \cdot \Delta V$$

Ответ: $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} c2.$

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!



~3

Дано:

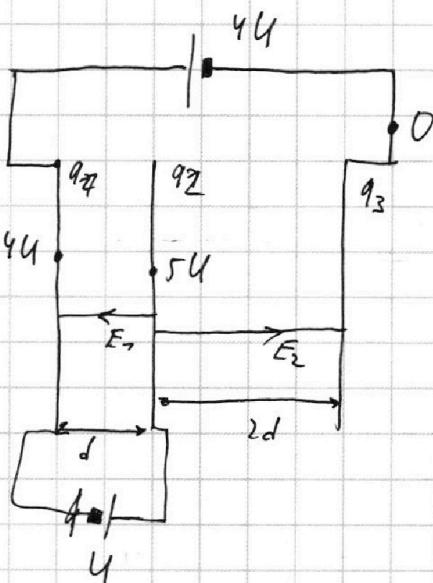
$$d; 2d; U_1 = U;$$

$$U_2 = 4U; \sigma_0; q > 0$$

$$a_1 - ?$$

$$K_1 - K_2 = ?$$

$$U_a - ?$$



1) ~~Найти~~ Разность потенциалов между сетками 1 и 2.

$$E_1 \cdot d = U$$

$$E_1 = \frac{U}{d}$$

Между сетками 2 и 3:

$$5U = E_2 \cdot 2d$$

$$E_2 = \frac{5U}{2d}$$

2) $2 \cdot 3U$ в пространстве между сетками 1 и 2.

$$m \cdot q_1 = F_e = E_1 \cdot q$$

$$q_1 = \frac{U \cdot q}{d \cdot m}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$$3) \frac{q_1}{2\epsilon_0 \cdot S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 \cdot S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 \cdot S} = -E_1$$

$$\frac{q_1}{2\epsilon_0 \cdot S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 \cdot S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 \cdot S} = -E_1$$

$$\frac{q_1}{2\epsilon_0 \cdot S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 \cdot S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 \cdot S} = E_2$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0.$$

$$2q_1 - 2q_3 = (E_2 - E_1) \cdot 2\epsilon_0 \cdot S$$

$$q_1 - q_3 = \frac{44}{2d} \cdot 2\epsilon_0 \cdot S = 2 \frac{4\epsilon_0 \cdot S}{d}$$

$$q_3 = -q_2 - q_1$$

$$q_1 + q_2 + q_1 = \frac{2 \cdot 4 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d} \quad 2q_1 + q_2 = \frac{2 \cdot 4 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d}$$

$$2q_1 + 2q_2 = 2\epsilon_0 \cdot S \cdot E_2 = \frac{54 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d}$$

$$q_2 = \frac{34 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d}$$

$$q_1 = -\frac{4 \cdot \epsilon_0 \cdot S}{2d}$$

Исклада у получившихся зарядов потенциалы,
что на расстоянии $\frac{1}{2}d$ от сетки 1
между сетками 1,42. Будет нулевой потенциал

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

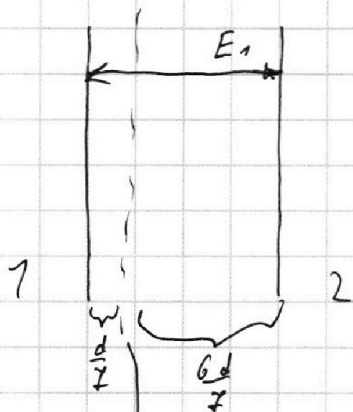
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



А следовательно скорость там будет такая же, как на бесконечности у частицы. = v_0 .



$E_{k0} = \frac{mv_0^2}{2}$ (кинет. энергия частицы в начале катушки)

$K_1 = E_{k0} + \frac{d}{7} \cdot E_1$

$K_2 = E_{k0} - \frac{6d}{7} \cdot E_1$

$K_1 - K_2 = \frac{d}{7} \cdot E_1 + \frac{6d}{7} \cdot E_1 = d \cdot E_1 = \frac{d \cdot U}{d} = U$

3) Для ответа на п.3 воспользуемся формулой кинематики равноускор. движения.

Используем эту формулу.
 $S = \frac{v_a^2 - v_0^2}{-2a}$

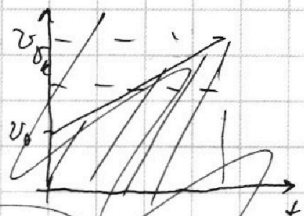
$-\frac{9d}{27} \cdot \frac{U \cdot q}{d \cdot m} + v_0^2 = v_a^2$

Ответ: $a_1 = \frac{U \cdot q}{d \cdot m}$

$v_a^2 = \sqrt{v_0^2 - \frac{8U \cdot q}{27m}}$

$S = \frac{v_0 + v_a}{2} \cdot t$

$v_a = \sqrt{v_0^2 - \frac{8U \cdot q}{27m}}$



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

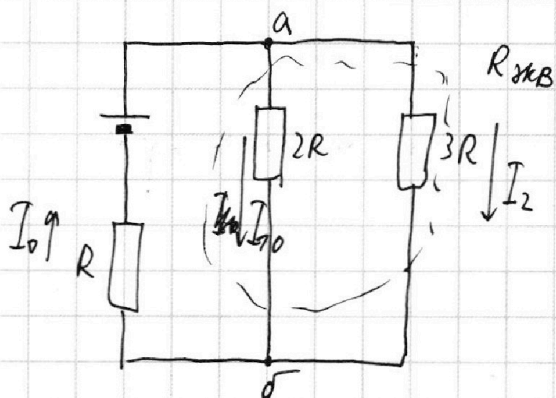
Дано:
 $\mathcal{E}; R;$
 L

$I_0 - ?$
 $I_3 - ?$
 $\Delta q - ?$

1) Рассмотрим первоначальный установившийся

режим с разомкнутым ключом, т.к.

режим установившийся катушки можно представить в виде резистора.



$$\frac{1}{R_{\text{экв}}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{3R} = \frac{2+2}{6R} = \frac{5}{6R} \Rightarrow R_{\text{экв}} = \frac{6R}{5}$$

$$I_0 \cdot \left(R + \frac{6R}{5} \right) = \mathcal{E}$$

$$I_0 \cdot \frac{11R}{5} = \mathcal{E}$$

$$I_0 = \frac{5\mathcal{E}}{11R}$$

Из равенства потенциалов между т. а и б:

$$I_0 \cdot 2R = 3R \cdot I_2$$

$$I_2 = \frac{2 \cdot I_0}{3}$$

Для т. а 1-ое пр. Кирхгофа:

$$I_0 = I_0 + I_2$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

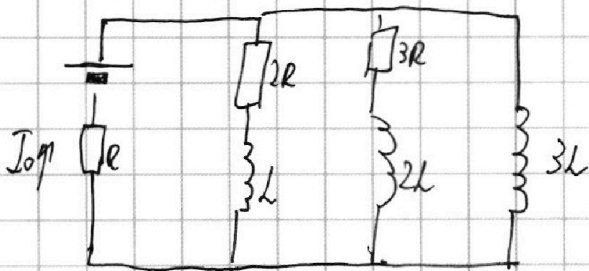
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{5\mathcal{E}}{71R} = I_{10} + \frac{2I_{10}}{3}$$

$$\frac{5\mathcal{E}}{71R} = \frac{5I_{10}}{3}$$

$$I_{10} = \frac{3\mathcal{E}}{71R}$$

2) При замыкании ключа ток в катушке $3L$ сразу не появляется \Rightarrow сохр. картина токов.



Когда мы имеем право записать 2-ое зр.
Кирхгофа для обхода по выбранной замкнутой контуру.

$$\mathcal{E} = I_0 \cdot R + U_k \quad (, \text{где } U_k - \text{напряжение на катушке})$$

$$U_k = 3L \cdot I_3'$$

$$\mathcal{E} = \frac{5\mathcal{E}}{71R} R + 3L \cdot I_3'$$

$$\frac{6\mathcal{E}}{71} = 3L \cdot I_3'$$

$$I_3' = \frac{2\mathcal{E}}{71L}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

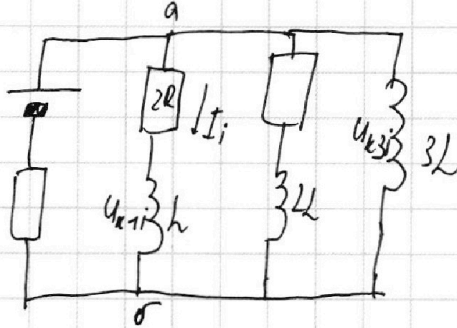
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

3) Рассмотрим цепь в произв. момент времени!



$$U_a - U_d = I_i \cdot 2R + U_{k1} = U_{k3} \quad (\text{где } U_{k1} - \text{напряжение на катушке с инд. } L)$$

U_{k3} - напряжение на катушке с инд. $3L$).

$$\frac{\Delta q_i}{\Delta t} \cdot 2R + L \cdot \frac{\Delta I_i}{\Delta t} = 3L \cdot \frac{\Delta I_3}{\Delta t}$$

$$\Delta q_i \cdot 2R + L \cdot \Delta I_i = 3L \cdot \Delta I_3$$

Суммируем

$$\Delta q \cdot 2R + L \cdot \Delta I_1 = 3L \cdot \Delta I_3 \quad (\text{где } \Delta I_1 \text{ - уменьшение тока через кат. с инд. } L)$$

$$\Delta q \cdot 2R = L(3 \Delta I_3 - \Delta I_1)$$

$$\Delta q = \frac{L}{2R} (3 \Delta I_3 - \Delta I_1)$$

ΔI_3 - уменьшение тока через кат. с инд. $3L$, а Δq - протекающий заряд, который падает на катушку.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

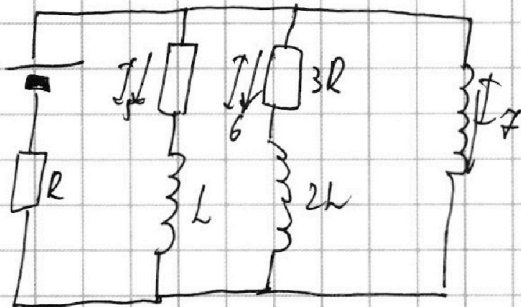
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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) Рассчитать уст. режим с размыканием ключа.



Катушки в уст. режиме можно считать

переключками \rightarrow напряжение ток I_0 через

резистор $2R$ и ток I_0 через резистор $3R = 0$.

$$I_7 = \frac{E}{R}$$

5) Уст. данные п. 4 найдем $\Delta I_3 + \Delta I_7$

$$\Delta I_3 = \frac{E}{R} - 0 = \frac{E}{R}$$

$$\Delta I_7 = 0 - I_{70} = 0 - \frac{3E}{77R} = -\frac{3E}{77R}$$

6) Подставляем в п. 3 данные уст. 5.

$$\Delta q = \frac{L}{2R} \left(\frac{3E}{R} + \frac{3E}{77R} \right) = \frac{L}{2R} \left(\frac{36E}{77R} \right) = \frac{L \cdot 18E}{11R^2}$$

$$\text{Ответ: } I_{70} = \frac{3E}{77R}$$

$$I_3' = \frac{2E}{77R}$$

$$\Delta q = \frac{L \cdot 18E}{11R^2}$$

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:

$$n_1 = 1$$

$$a = 194 \text{ см}$$

$$h = 9 \text{ см}$$

$$d = 0,7$$

$$\beta = ?$$

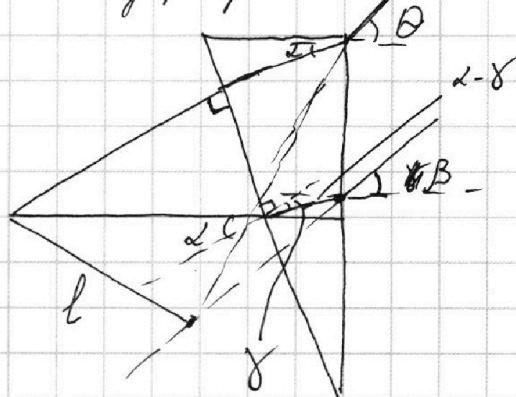
$$l = ?$$

$$L = ?$$

1) Для 1-го и 2-го лучей

с n_1 можно убрать, т.е. она не будет
давать никакого измерения.

Поэтому рассмотрим луч с n_2 .



Для первого преломления:

$$1. \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \delta$$

$$\sin \alpha \approx \alpha$$

$$\sin \delta \approx \delta$$

$$\alpha = n_2 \cdot \delta$$

$$\delta = \frac{\alpha}{n_2}$$

Для второго преломления:

$$n_2 \cdot \sin(\alpha - \delta) = n_1 \cdot \sin \beta$$

$$\sin(\alpha - \delta) \approx \alpha - \delta$$

$$\sin \beta \approx \beta$$

$$n_2(\alpha - \delta) = 1 \cdot \beta$$

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

$$\alpha(n_2 - 1) = \beta$$

$$\beta = 0,7 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ рад.}$$

2) Для второго луча: $n_2 \cdot \sin \alpha = n_1 \cdot \sin \theta$

$$\sin \alpha \approx \alpha$$

$$\sin \theta \approx \theta$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

 МФТИ

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

$$L \cdot n_2 = \theta$$

$$\theta = 1,7 \cdot 0,7 = 0,17$$

Используя θ и β можно найти L , показанные на
рисунке

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

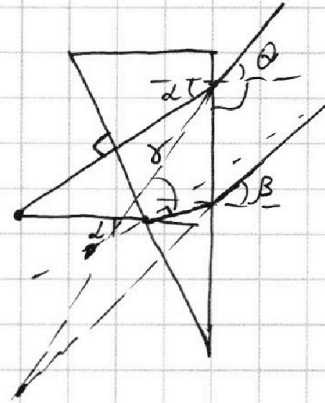
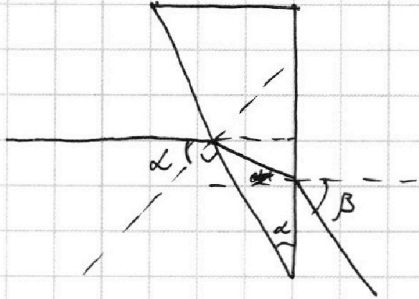
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



р.с.



$$\sin \alpha = \gamma \cdot n_2$$

$$\gamma = \frac{\alpha}{n_2}$$

$$\sin (\alpha - \gamma) \cdot n_2 = \beta$$

~~sin beta =~~

$$\gamma \cdot (\alpha - \gamma) \cdot n_2 = \beta$$

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

$$\alpha \cdot n_2 - \alpha = \beta$$

$$\text{r.r. } \alpha = 0$$

$$\alpha (n_2 - 1) = \beta$$

$$0,7 \cdot 0,7 = \beta$$

$$0,07 = \beta$$



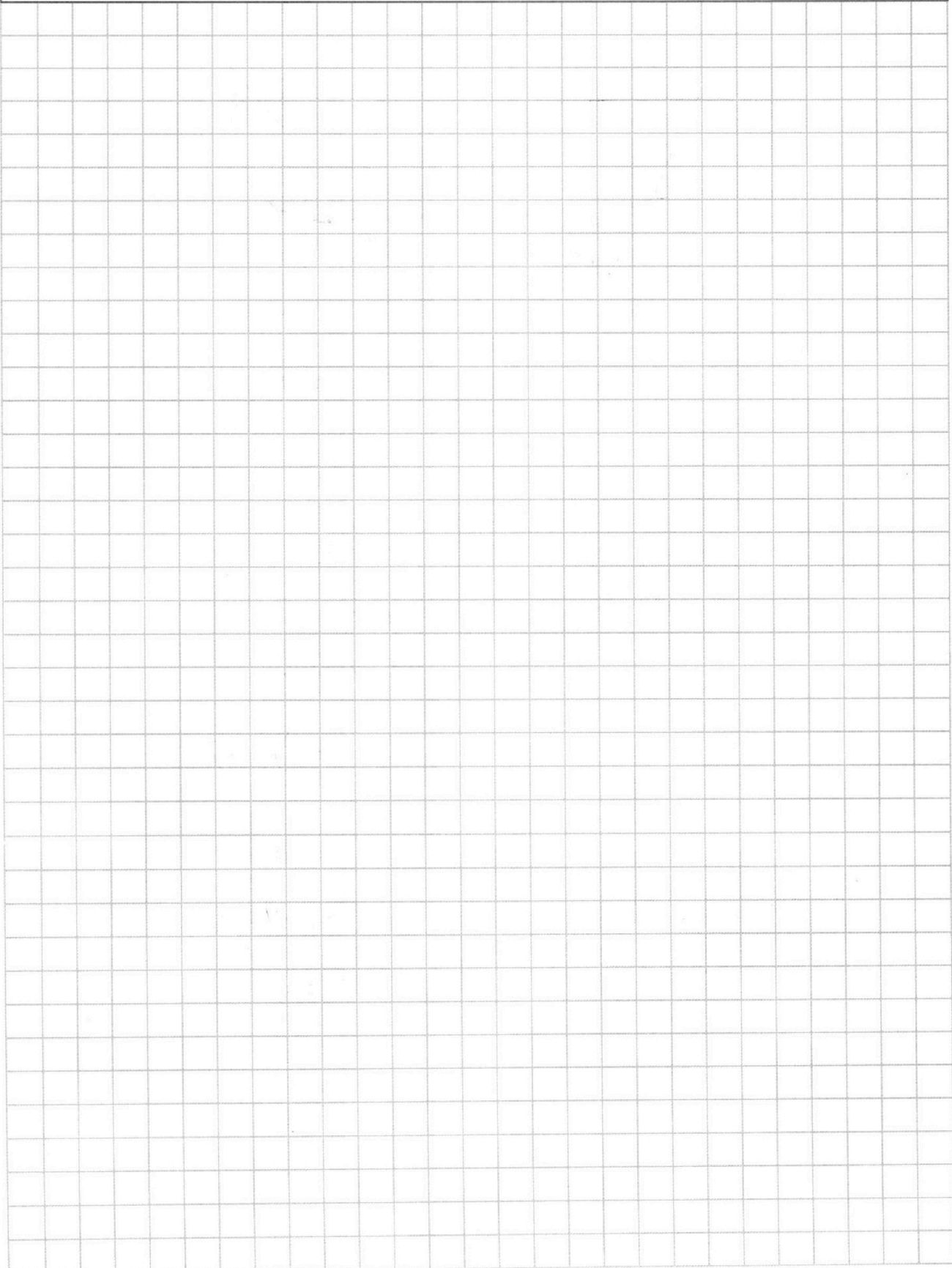
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input 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!



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!



$$p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_2 \cdot R \cdot T_0$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_1 \cdot R \cdot T_0$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{V \cdot \nu}{2 \cdot V} = \frac{\nu_0 \cdot 4}{\nu_0}$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{\nu}{25}$$

$$\nu_1 + \nu_2 = \frac{p_0 \cdot V}{2 \cdot R \cdot T_0} + \frac{p_0 \cdot V}{4 \cdot R \cdot T_0} = \frac{3p_0 \cdot V}{4RT_0}$$

$$p \cdot \frac{V}{5} = \nu_2 \cdot R \cdot T_0 \frac{5T_0}{4}$$

$$p \cdot \frac{7V}{20} = (\nu_1 + \nu_2) R \cdot \frac{5T_0}{4}$$

$$\Delta \nu = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$\cancel{3p_0 R} \cdot (\nu_2 + \nu_1) \cdot R \cdot T_0 \cdot 3 = \frac{5T_0}{4} \cdot R \cdot 3(\nu_2 + \nu_1 + \Delta \nu)$$

$$\nu_2 + \nu_1 = \frac{5\nu_2}{4} + \frac{5\nu_1}{4} + \frac{5\nu_0}{4}$$

$$E_1(d-x) = (E_1 \cdot x) - E_2 \cdot 2d$$

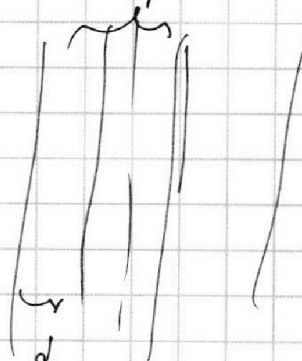
$$\frac{1}{A_1} = \frac{1}{2 \cdot 3} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{x}(d-x) = \frac{1}{x} \cdot x - \frac{5x}{2x} \cdot 2d$$

$$d-x = x - 5d$$

$$6d = 2x$$

$$x = 3d$$



$$\frac{1}{3} - \frac{1}{x} = \frac{d \cdot 2 \cdot 3}{27} = \frac{4d}{27}$$

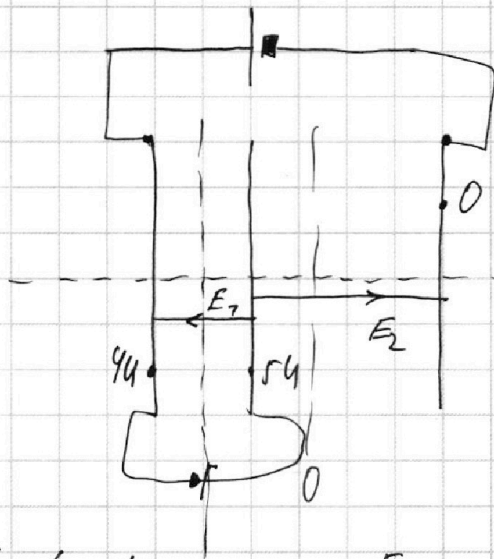
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$E_2 \cdot x - E_1 d = E_1 \cdot (d-x)$$

$$\frac{54}{2d} \cdot x - \frac{4}{d} \cdot d = \frac{54}{2d} (d-x)$$

$$7 \cdot x - 2d = 7d - 7x$$

$$7x = 7d$$

$$x = \frac{7}{7}d$$

$$E_1 \cdot d = 4$$

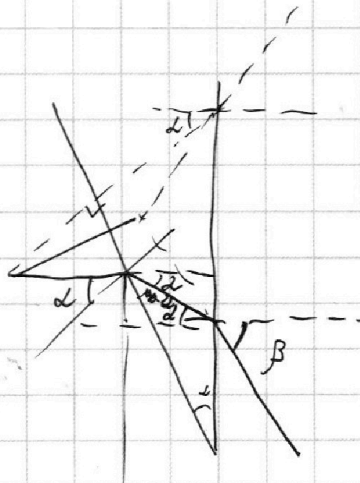
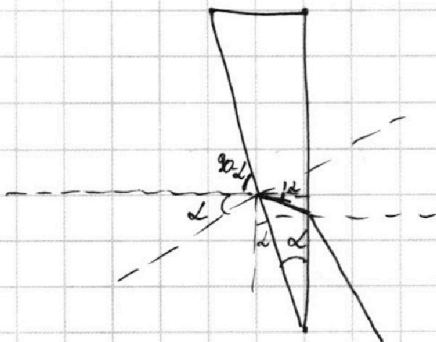
$$E_2 = \frac{54}{2d}$$

$$E_1 = \frac{4}{d}$$

~~$$q_2 \pm m \cdot a_2 = m \cdot a_2 = E_1 \cdot q$$~~

$$m \cdot a_2 =$$

~ 5.



$$h_2 \cdot \sin \alpha = 7 \cdot \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{7 \cdot 0.7}{7} = 0.7 \rightarrow \beta = 0.7 \text{ рад}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

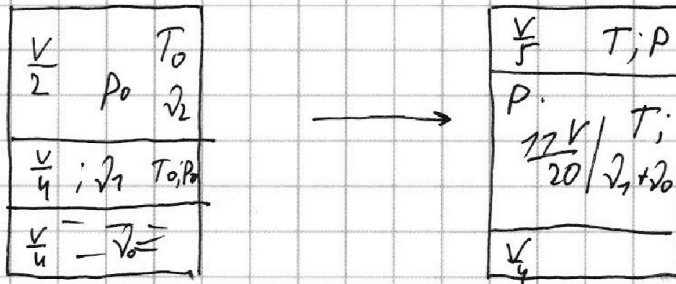
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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!



$$V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{20V - 4V - 5V}{20} = \frac{11V}{20}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = \sqrt{2} \cdot R \cdot T_0 \cdot \frac{V}{2} \quad \left| \quad P \cdot \frac{V}{5} = \sqrt{2} \cdot R \cdot T \cdot \frac{V}{5}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \sqrt{2} \cdot R \cdot T_0 \cdot \frac{V}{4} \quad \left| \quad P \cdot \frac{12V}{20} = (\sqrt{2} + \sqrt{2}) \cdot R \cdot T \cdot \frac{12V}{20}$$

$$\frac{V \cdot 4}{2 \cdot V} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{V \cdot 204}{11 \cdot 11V} = \frac{\sqrt{2} \cdot R \cdot T}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}$$

$$2\sqrt{2} = \sqrt{2}$$

$$\sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2} + \sqrt{2}} = \frac{x2}{11}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = \sqrt{2} \cdot R \cdot T_0$$

$$11\sqrt{2} = 2\sqrt{2} \times 2$$

$$\sqrt{2} = \frac{P_0 \cdot V}{2 \cdot R \cdot T_0}$$

$$9\sqrt{2} = \sqrt{2}$$

$$P_0 \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{V}{4} = 9\sqrt{2} = \frac{9}{2} \sqrt{2}$$

$$P_0 \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{V}{4} = \frac{9 \cdot P_0 \cdot V_0}{4 \cdot R \cdot T_0}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



$$\frac{V \cdot 204}{F \cdot 17K} = \frac{2\sqrt{7}}{\sqrt{7} + \sqrt{0}}$$

$$4\sqrt{7} + 4\sqrt{0} = 22\sqrt{7}$$

$$2\sqrt{7} + \sqrt{0} = 22\sqrt{7}$$

$$\sqrt{0} = 9\sqrt{7}$$

$$k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} = 9 \cdot \sqrt{7}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \sqrt{7} \cdot R \cdot T_0$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = 3 \cdot \sqrt{7} \cdot R \cdot T_0$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = \sqrt{2} \cdot R \cdot T_0$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \sqrt{2} \cdot R \cdot \frac{5}{9} T_0$$

$$\frac{P}{P_0} \cdot \frac{V \cdot 2}{F \cdot K} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{2P}{F P_0} = \frac{5}{4}$$

$$\delta p = 2.5 p_0$$

$$P = 2.5 p_0$$

$$P \cdot \frac{77V}{20} = (\sqrt{7} + \sqrt{0}) \cdot R \cdot \frac{11T_0}{4}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \sqrt{7} \cdot R \cdot T_0$$

$$V \left(\frac{P \cdot 11}{20} - \frac{P_0}{4} \right) = R T_0 \left(\frac{5}{4} \sqrt{7} + \frac{5}{9} \sqrt{0} - \sqrt{7} \right)$$

$$V \left(\frac{2.5 P_0 \cdot 11}{8} - \frac{P_0}{4} \right) = R \cdot T_0 \left(\frac{5}{4} \sqrt{7} + \frac{5}{9} \sqrt{0} \right)$$

$$V \left(\frac{77 P_0}{32} - \frac{8 P_0}{32} \right) = R T_0 (\sqrt{7})$$

$$\frac{V \cdot 3 P_0}{R \cdot T_0 \cdot 8} = R T_0 \left(\frac{46 \sqrt{7}}{9} + \frac{5}{9} \sqrt{0} \right)$$

$$\frac{V \cdot 3 P_0}{R \cdot T_0 \cdot 8} = \sqrt{7} + 5 \sqrt{0}$$

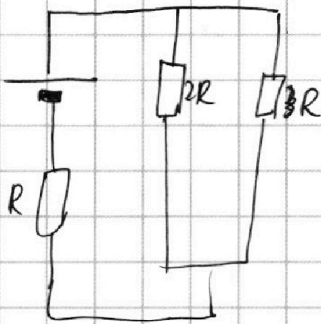
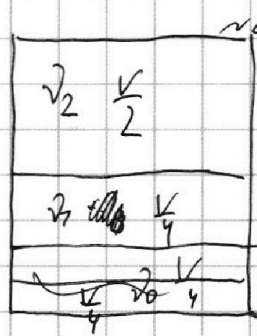
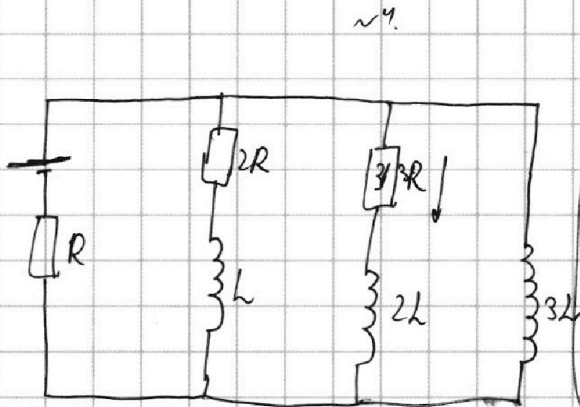
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{3R} = \frac{3+2}{6R} = \frac{5}{6R}$$

$$\frac{6R}{5} + R = \frac{11R}{5}$$

$$I_{10} = \frac{\mathcal{E} \cdot 5}{11R} = \frac{5\mathcal{E}}{11R}$$

$$\mathcal{E} - I_{10} \cdot R = \mathcal{E} - \frac{5\mathcal{E}}{11} = \frac{6\mathcal{E}}{11} = L \cdot I'$$

$$I' = \frac{6\mathcal{E}}{11L}$$

$$3L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = 2R \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} + L \cdot \frac{\Delta I_2}{\Delta t}$$

$$P \cdot \frac{V}{5} = 2\sqrt{1} \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot \frac{11V}{20} = (2\sqrt{1} + \sqrt{2}) \cdot R \cdot T$$

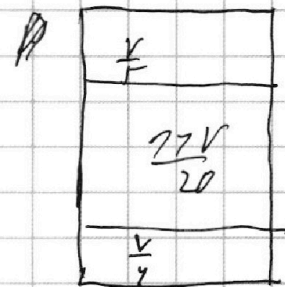
$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = \sqrt{2} \cdot R \cdot T_0$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \sqrt{1} \cdot R \cdot T_0$$

$$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{1}} = \frac{V \cdot 4}{2 \cdot V} = 2$$

$$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{1}} = 2$$

$$I_0 = k \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4}$$



$$V - \frac{V}{5} = \frac{4V}{5}$$

$$\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{16-5V}{20} = \frac{11V}{20}$$

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!



Дано:

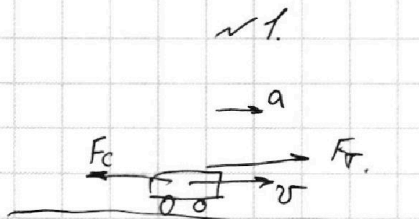
$$m = 1800 \text{ кг.}$$

$$F_c = 500 \text{ Н}$$

$$F_T = ?$$

$$P_T = ?$$

$$v_T = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$F_T - F_c = m \cdot a$$

$$F_T - 2 \cdot v^2 = m \cdot a$$

Для кол. масса

$$500 - 2 \cdot 625 = 1800 \cdot a$$

$$625 \cdot 2 = 500$$

$$a = \frac{500}{1800} = \frac{5}{18} = \frac{1}{3.6}$$

$$\begin{array}{r} 1800 \overline{) 4} \\ 76 \overline{) 450} \\ \underline{20} \\ 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 500 \overline{) 25} \\ 50 \overline{) 120} \\ \underline{0} \end{array}$$

$$1800 \cdot \frac{1}{4} = \frac{1800}{4}$$

$$F_T = \frac{1}{3.6} \cdot 400 = m \cdot a$$

$$F_T = \frac{1}{3.6} \cdot 400 + m \cdot a$$

$$P_T = F_T \cdot v_T$$

$$\begin{array}{r} \times 850 \\ 20 \\ \hline 77000 \end{array}$$

