



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

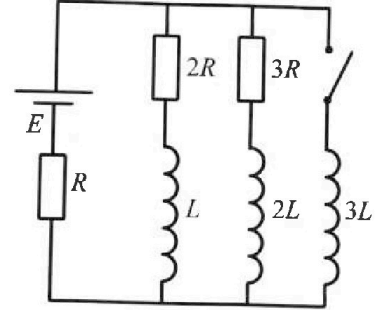


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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

- 1) Найти ток I_0 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 $n_в = 1,0$. 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.

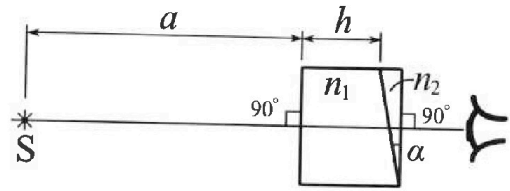


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

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



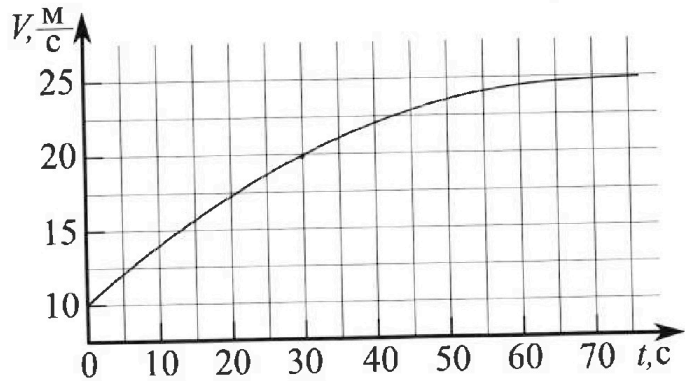
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 ?

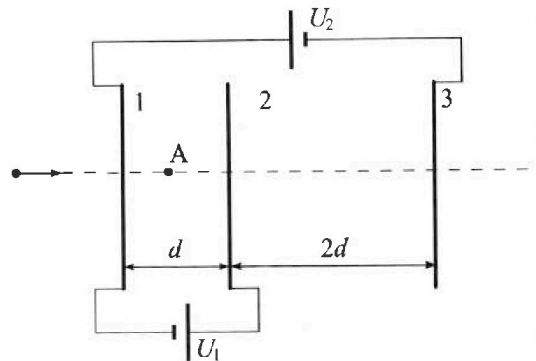
Требуемая точность в численном ответе на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 Δv растворённого газа в объёме жидкости v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpv$. 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 А на расстоянии $d/3$ от сетки 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



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

Дано: $m = 1800 \text{ кг}$
 $F_k = 500 \text{ Н}$
 $F_c = k v$
 $v_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $a_1 = ?$
 $F_1 = ?$
 $P_1 = ?$

Пусть F — ^{сила} марка автомобиля в некоторый момент,
 F_c — сила сопротивления, тогда по II закону Ньютона: (в проекции на горизонтальную ось, сонаправленно ~~вектору~~ вектору скорости):
 $F - F_c = m a$, где a — ускорение в этот момент

Заметим, что т.к. $a = \dot{v}$, то a — по тангенсу угла наклона касательной к графику $v(t)$ является ускорением т.к. в конце разгона касательная ~~горизонтальна~~ параллельна оси ot , т.е. $a_k = 0$, то ~~из~~ $v_k \approx 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ из графика, тогда:

$$F_k - F_{ck} = m a_k \Leftrightarrow F_k - k v_k = 0, \text{ из условия } k = \text{const},$$

$$\text{т.е. } k = \frac{F_k}{v_k} = \frac{500 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}.$$

1) Для нахождения ускорения в точке V_1 найдем тангенс наклона касательной в этой точке: $\tan \alpha_1 \approx \frac{1}{2}$, тогда с учетом масштаба графика искомое: $a_1 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) $F_1 - F_{c1} = m a_1$; $F_1 = m a_1 + k v_1 = 1800 \cdot 1 + 20 \cdot 20 = 2200 \text{ Н}$
 (из доказанного ранее)

3) Пусть P_1 — мощность в момент t_1 : $P_1 = \frac{dA}{dt} = \frac{F_1 ds_1}{dt} = F_1 a_1$ —

пусть A — работа ~~этой~~ силы марки автомобиля, тогда ~~в~~ в малый промежуток i : $dA = F_1 ds_1$, где ds_1 — смещение за этот промежуток (силу тут можно считать const за малый промежуток), т.к. ~~из~~ $\frac{ds_1}{dt} = dv_1 = a_1$, то получаем

формульную формулу, откуда $P_1 = F_1 \cdot a_1 = 2200 \cdot 1 = 2200 \text{ Вт}$

Ответ: $a_1 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; $F_1 = 2200 \text{ Н}$; $P_1 = 2200 \text{ Вт}$

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!

(стр. 2.)

И-по $P - P_{\text{CO}_2} = P_{\text{атм}}$, т.к. давление в смеси складывается,
а давление насыщенного водяного пара при $T = 373\text{K}$ равно $P_{\text{атм}}$

Отсюда $P_{\text{атм}} = \frac{25}{2} \frac{\nu R T_0}{V} \Rightarrow - \frac{45}{11} \frac{\nu R T_0}{V} = \frac{185}{22} \frac{\nu R T_0}{V}$, т.к. $P_0 = 4 \frac{\nu R T_0}{V}$, то

$$P_0 = \frac{23}{185} P_{\text{атм}} \cdot 4 = \frac{88}{185} P_{\text{атм}}$$

Ответ: 1) $\frac{\nu_1}{\nu_2} = 2$; 2) $P_0 = \frac{88}{185} P_{\text{атм}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

(стр. 1.)

Дано:

$$T = \frac{5}{4} T_0 = 375 \text{ K}$$

$$k \approx \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

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

$$\begin{array}{|l} \frac{V}{2}; T_0; V_1 \\ \hline \frac{V}{4}; T_0; V_2, P_0 \\ \hline \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \end{array}$$

корпус

$$\begin{array}{|l} \frac{V}{5}; T; V_1; P \\ \hline \frac{3}{20} V; T; P; V_2 \\ \hline \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \\ \hline \frac{V}{4} \text{ H}_2\text{O} \end{array}$$

В начальный момент времени в воде было растворено некоторое количество углекислого газа ΔV , и из равновесия при тем-ре T , кол-во растворённого в-ва равно нулю.

По закону термодинамики: $PV = \nu RT$, и т.к. корпус теплопроводящий, то можно записать для начальных состояний углекислого газа (водородные парами пренебрегаем):

$$\begin{cases} P_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_1 RT_0 \\ P_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_2 RT_0 \end{cases}, \text{ где } \nu_1 - \text{кол-во в-ва в верхней части} \\ \nu_2 - \text{кол-во в-ва в нижней части}$$

1) поделим уравнения друг на друга: $\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{P_0 \cdot \frac{V}{4}} = \frac{\nu_1 RT_0}{\nu_2 RT_0} \Leftrightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2$

2) Пусть в верхней части $\nu_1 = 2\nu$, тогда $\nu_2 = \nu$, а искомое

$$P_0 = \frac{2\nu RT_0}{\frac{V}{2}} = 4 \frac{\nu RT_0}{V}. \text{ Найдём установившееся давление}$$

в верхней части после нагревания, т.к. корпус герметичен:

$$P = \frac{2\nu RT}{\frac{V}{2}} = 2 \cdot \frac{5}{4} \cdot 4 \frac{\nu RT_0}{V} = \frac{25}{2} \frac{\nu RT_0}{V}. \text{ Так, весь растворённый угле-}$$

кислый газ в воде больше не растворяется, но он перейдёт в газодинамное состояние, найдём ΔV по закону Генри:

$$\Delta V = k P_0 \omega = k \cdot \frac{4\nu RT_0}{V} \cdot \frac{V}{4} =$$

$$\Delta V = k \nu RT_0 = \frac{4}{3} k \nu RT \approx \frac{4}{3} \nu \cdot \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \approx \frac{4}{3} \nu \text{ моль}$$

После давления углекислого газа в нижней части (объём замкнутой газом после нагрева $V_r = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V$)

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{(\nu + \Delta V) RT}{\frac{11}{20} V} = \frac{20}{11} \cdot \frac{5}{4} \cdot (1 + \frac{4}{3}) \frac{\nu RT_0}{V} = \frac{45}{11} \frac{\nu RT_0}{V}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

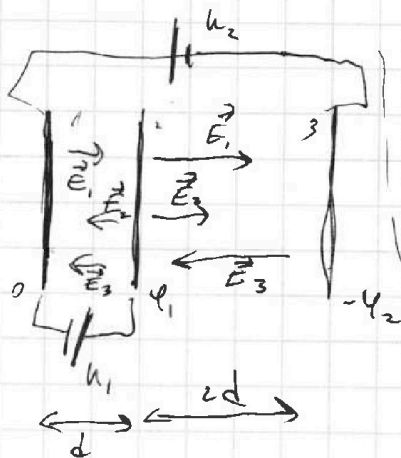
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

(стр. 1)

Дано:
 $d; k_1, k_2;$
 V_0, m
 $u_2 = qk_1; u_1 = u$
 1) $a = ?$
 2) $k_1 - k_2 = ?$
 3) $v = ?$



Так как размеры сеток много больше d , то напряженности можно считать постоянными

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}, \text{ т.к. поле снаружи равно 0}$$

Вблизи пластин поле между пластинами равно 0, пластины 2 равен φ_2 и пластины 3 равен $-\varphi_2$

Итого:

$$\begin{cases} \varphi_1 - 0 = u_1 \\ 0 - (-\varphi_2) = u_2 \\ G_1 + G_2 + G_3 = 0 \\ E_1 - E_3 - E_2 = \frac{\varphi_1 - 0}{d} \\ E_2 + E_1 - E_3 = \frac{-\varphi_2 - \varphi_1}{2d} \end{cases}; \begin{cases} \varphi_1 = u \\ \varphi_2 = qk_1 \\ E_1 + E_2 + E_3 = 0 \\ 2(E_1 - E_3) = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2d} \\ -2E_2 = \frac{3\varphi_1 + \varphi_2}{2d} \end{cases}$$

$$\text{сл-но } \begin{cases} E_1 + E_2 + E_3 = 0 \\ E_2 = -\frac{7}{4} \frac{u}{d} \\ E_1 - E_3 = -\frac{3}{4} \frac{u}{d} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} E_1 = \frac{u}{2d} \\ E_2 = -\frac{7}{4} \frac{u}{d} \\ E_3 = \frac{5}{4} \frac{u}{d} \end{cases}$$

1) По II закону Ньютона $F_{nk} = ma$, где по закону Кулона:

$$F_{nk} = E_{nk} q, \text{ т.е. } a = \frac{E_{nk} q}{m} = \frac{(E_1 - E_2 - E_3) q}{m} = \frac{qk}{dm}$$

2) Так как k_1 и k_2 - кон. энергии разности, то сл-но $k_1 - k_2 = A$, где A - работа электрического поля

$$A = \Delta\varphi q = -u_1 q = -u q, \text{ т.е. } k_1 - k_2 = u q$$

3) По теореме изменения кинетической энергии: $\frac{v_0^2 m}{2} = A_3 + \frac{v^2 m}{2}$, где v - исконое, а A_3 - работа над зарядом

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!

(comp.2)

$$A = \frac{d\varphi}{dz} = -g \left(\epsilon_1 \cdot \frac{d}{3} - \epsilon_2 \cdot \frac{2d}{3} - \epsilon_3 \left(2d + \frac{2d}{3} \right) \right) = -g \left(\frac{2}{12}k + \frac{11}{12}k - \frac{40}{12}k \right) =$$
$$= -g(-2k) = 2gk, \quad m = 10$$

$$\frac{V_0^2 m}{2} = 2gk + \frac{v^2 m}{2}, \quad v^2 = V_0^2 - \frac{4gk}{m}, \quad \text{откуда получаем}$$

$$v = \sqrt{V_0^2 - \frac{4gk}{m}}$$

~~Ответ:~~ Ответ: 1) $k = \frac{gk}{d m}$; 2) $k_1 - k_2 = -kg$; 3) $v = \sqrt{V_0^2 - \frac{4gk}{m}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

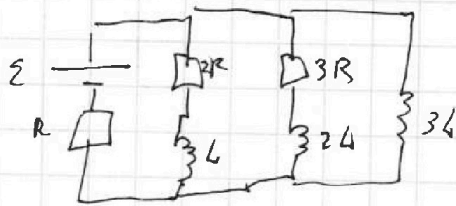


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновком и не проверяется. Печать QR-кода недопустима!



(смр. 1)

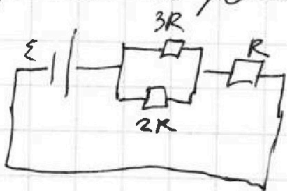
Дано:
 $\mathcal{E}; R; L$
 $I_{10} = ?$
 2) $i_{3L} = ?$
 3) $q_2 = ?$



В установившемся до замыкания ключа, то будет постоянная и и по напряжению

на катушках нулевое, значит можно

перерисовать равносильную схему: (по св-ва посл. и парал. соединений)



$$\text{Общий ток } I = \frac{\mathcal{E}}{R_0} = \frac{\mathcal{E}}{\frac{2R \cdot 3R}{2R + 3R} + R} = \frac{5}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

где R_0 - общее сопротивление цепи

тогда, по св-вам последовательного и параллельного соединений: (где I_3 - ток через резистор $3R$)

$$1) \begin{cases} 3RI_3 = 2RI_{10} \\ I_3 + I_{10} = I \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I_3 = \frac{2}{3} I_{10} \\ I_{10} = \frac{3}{11} \frac{\mathcal{E}}{R} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I_3 = \frac{2}{11} \frac{\mathcal{E}}{R} \\ I_{10} = \frac{3}{11} \frac{\mathcal{E}}{R} \end{cases}$$

2) и по сразу после замыкания ключа

ток через катушку $3L$ не поменяется, а ~~его~~ \mathcal{E} напряжение

$$U_{3L} = -\mathcal{E}_{is} = \dot{I}_{3L} L, \text{ так по св-вам параллельного соедине-}$$

ния: $U_{3L} = \mathcal{E} - IR$, т.к. общий ток сразу после замыка-
 ния не изменится из-за ~~индукции~~ индукции катушек

$$\text{и по } \dot{I}_{3L} = \frac{\mathcal{E} - IR}{L} = \frac{\mathcal{E} - \frac{5}{11} \frac{\mathcal{E}}{R} R}{L} = \frac{6}{11} \frac{\mathcal{E}}{RL}$$

3) по правилу Фурье (где I_2 - ток через $2R$, I_3 ток через $3R$, I_L - ток через $3L$ в первый момент времени):

$$\mathcal{E} - (I_2 + I_3 + I_L)R = \frac{dI_2}{dt} L + I_2 \cdot 2R = \frac{dI_3}{dt} \cdot 2L + 3R \cdot I_3 = \frac{dI_L}{dt} \cdot 3L$$

Короче говоря откуда:

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!

(Упр 2)

$$\begin{cases} \varepsilon \Delta t - (I_2 \Delta t + I_3 \Delta t + I_6 \Delta t) R = dI_2 \cdot L + I_2 \Delta t \cdot 2R - dI_3 \cdot 2L + 3R \cdot I_3 \Delta t \\ \varepsilon \Delta t - (I_2 \Delta t + I_3 \Delta t + I_6 \Delta t) R = \frac{dI_6}{dt} \cdot 3L \end{cases}$$

после замыкания ключа установившемся состоянии ток, но напряжение в каждом из них 0, а не

через $2R$ и $3R$ ток угнетен, а ток в цепи будет

$$I_0 = \frac{\varepsilon}{R}, \text{ а не } 0: \int_0^{\infty} I_2 dt = q_2; \int_0^{\infty} I_3 dt = q_3; \int_0^{\infty} I_6 dt = q_1;$$

$$\int_0^{\infty} \varepsilon \Delta t = \varepsilon \tau; \int_0^{\infty} dI_2 L = -I_0 L; \int_0^{\infty} dI_3 L = -\frac{2}{3} I_0 L$$

$$\int_0^{\infty} dI_6 = I_0, \text{ тогда:}$$

$$\begin{cases} \varepsilon \tau - q_2 R - q_3 R - q_1 R = 2R \cdot q_2 - I_0 L = 3R q_3 - \frac{4}{3} I_0 L \\ \varepsilon \tau - q_1 R = 3I_0 L + q_2 R + q_3 R \end{cases}$$

$$\text{а не } 0: \begin{cases} \varepsilon \tau - q_1 R = 3R q_2 - \frac{3}{11} \frac{\varepsilon L}{R} + q_3 R \\ \varepsilon \tau - q_1 R = \frac{3\varepsilon L}{R} + q_2 R + q_3 R \end{cases}$$

тогда:

$$\frac{3\varepsilon L}{R} + q_2 R = 3R q_2 - \frac{3}{11} \frac{\varepsilon L}{R}$$

$$2R q_2 = \frac{36}{11} \frac{\varepsilon L}{R}; q_2 = \frac{18}{11} \frac{\varepsilon L}{R^2}$$

$$\text{ответ: 1) } I_{10} = \frac{3}{11} \frac{\varepsilon}{R}; 2) \int I_{30} = \frac{6}{11} \frac{\varepsilon}{R L}; 3) q_2 = \frac{18}{11} \frac{\varepsilon L}{R^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

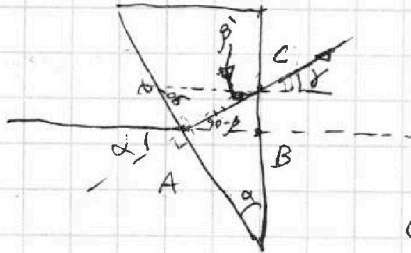
МФТИ

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

1) По к. $n_1 = n_2$, но $\sin \alpha \neq \sin \beta$ ~~нельзя~~ не ~~изменить~~ ^{направления} ~~луча~~ ~~не~~ ~~изменить~~ ~~направления~~



то закону преломления
(где β - угол преломления)
 $(\sin \alpha) n_0 = (\sin \beta) n_2$



$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n_2} \text{ м.е., м.к. угла малые:}$$

$$\beta \approx \frac{\alpha}{n_2}$$

С-но угол падения на правую

грань углами: $\beta' = 180 - (90 - \alpha) - (90 + \beta) = \alpha - \beta = \alpha(1 - \frac{1}{n_2})$

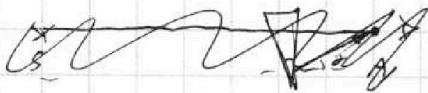
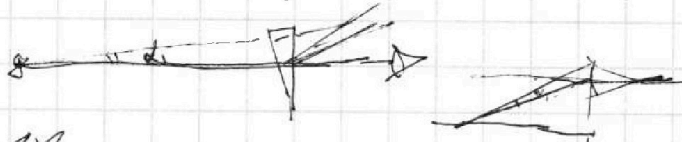
тогда нормальный γ :

$$(\sin \beta') n_2 = (\sin \gamma) n_0; \sin \gamma = (\sin \beta') n_2 \text{ м.е.}$$

$$\gamma \approx \beta' \cdot n_2 \approx \alpha (n_2 - 1) \approx 0,7 \alpha \approx 0,07 \text{ рад}$$

2) Рассмотрим от нормали до A: $SA \approx a + h$

из геометрии:



$$\sin(\alpha - \alpha_1) \approx \sin \beta_1 n_2 \text{ м.е.}$$

$$\frac{\alpha - \alpha_1}{n_2} \approx \frac{b}{n_2}$$

$$(\sin \beta_1) n_2 = (\sin \alpha_1) n_0$$

$$\beta_1 \approx \frac{\alpha_1}{n_2} \quad \gamma = \beta_1 \cdot n_2 = \alpha_1$$

$$\gamma = (\alpha - \beta) n_2 = (\alpha - \frac{\alpha - \alpha_1}{n_2}) n_2 = \alpha n_2 - \alpha + \alpha_1 = \alpha (n_2 - 1) + \alpha_1 = \delta + \alpha_1$$

то $H = \sin \alpha (a + h)$, угловое δ :

$$\frac{L}{H + x} \approx \tan(\gamma + \alpha_1) \approx \frac{b}{s} = \tan \gamma$$



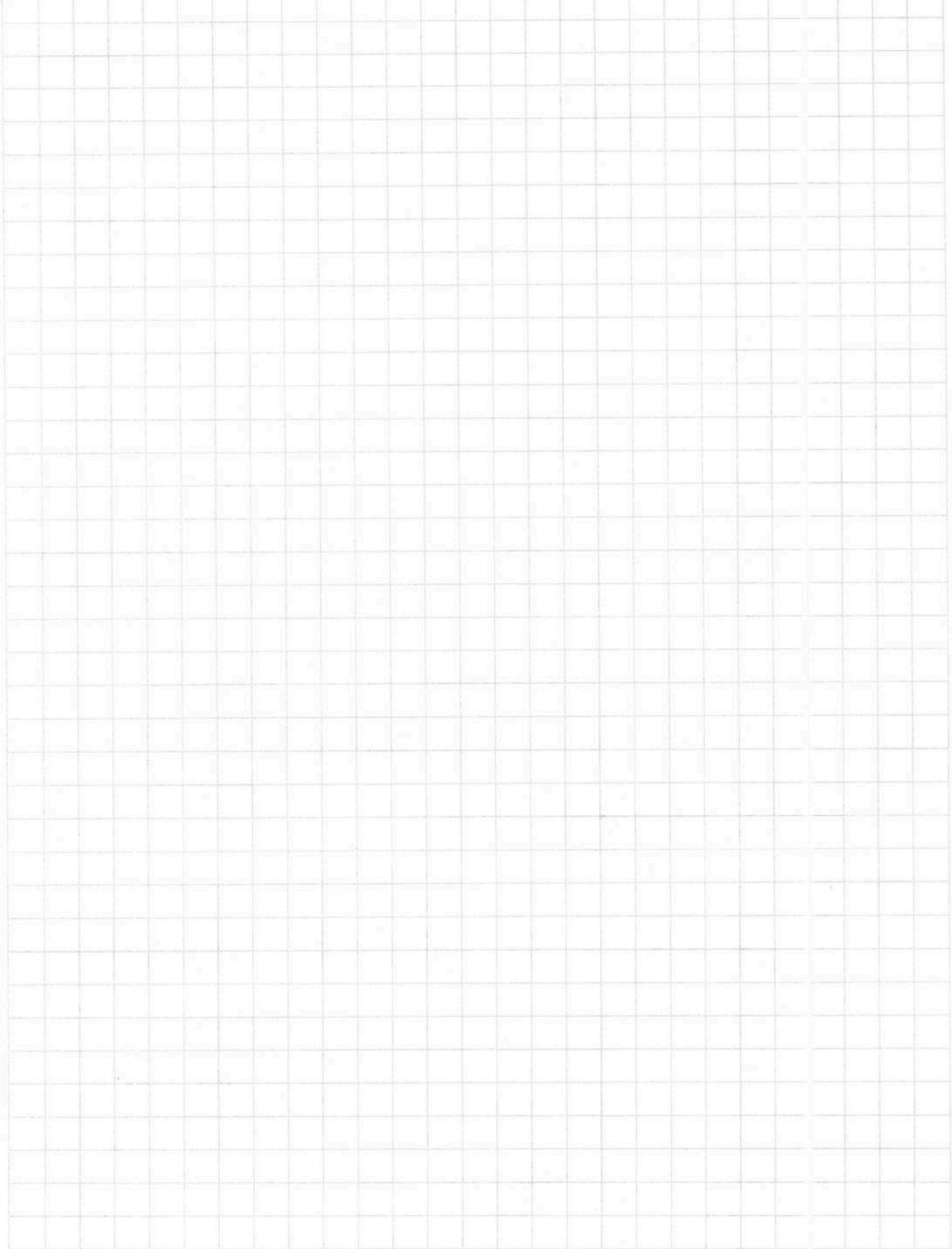
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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:

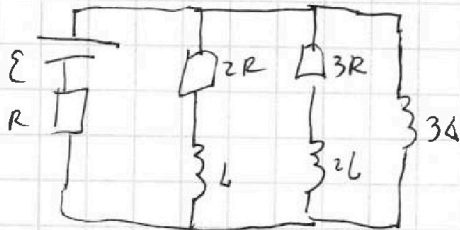
- 1 2 3 4 5 6 7



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



$$\mathcal{E} - (q_1 + q_2 + q_3)R = 2q_2 R - I_{10}L = -\frac{4}{3} I_{10}L + 3q_3 R = \frac{3\mathcal{E}L}{5R}$$



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

$$I_K = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$3q_2 R - I_{10}L + q_3 R = 4q_3 R + q_2 R - \frac{4}{3} I_{10}L$$

$$U_L = -\mathcal{E}_{i5} = 4IL$$

$$\frac{U_{3L}}{L} = I$$

$$2q_2 R = \frac{3}{11} \frac{\mathcal{E}L}{R} = \frac{3\mathcal{E}L}{11R}$$

$$U_{i3} = \mathcal{E} - IR = \frac{6}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$I = \frac{6\mathcal{E}}{11RL}$$

$$I_{10} = \frac{3}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$\mathcal{E} - IR = U_L + 2I_2 R = U_{2L} + 3I_3 R = U_{3L}$$

$$U_L = I^2 R = \frac{dI}{dt} L \Rightarrow \mathcal{E} - (I_2 + I_3 + I_L)R = L \frac{dI_2}{dt} + 2I_2 R = \frac{dI_3}{dt} L + 3I_3 R = \frac{dI_L}{dt} L$$

$$\mathcal{E} dt - (I_2 + I_3 + I_L) dt R = L dI_2 + 2I_2 dt R = L dI_3 + 3I_3 dt R = L dI_L$$

$$\frac{I^2 L}{2}$$

$$I^2 R t$$

$$L dI_3 + 3I_3 dt R$$

$$= 3dI_L L$$

$$R I_2 dt = \frac{3\mathcal{E}^2 L}{2R^2} - \left(\frac{\mathcal{E}^2 L}{11R} \right) = \frac{3}{2} \frac{\mathcal{E}^2 L}{R}$$

$$\frac{dU}{dt} = \frac{d(I^2 R)}{dt} = \frac{dI}{dt} R$$

$$\left(\frac{3}{11} \frac{\mathcal{E}}{R} \right)^2 L - \left(\frac{2}{11} \frac{\mathcal{E}}{R} \right)^2 L = \left(\frac{3}{11} - \frac{2}{11} \right) \frac{\mathcal{E}^2 L}{R} = \frac{1}{11} \frac{\mathcal{E}^2 L}{R}$$

$$\mathcal{E} - (q_1 + q_2 + q_3)R = -I_{10}L + 2q_2 R = \frac{3\mathcal{E}L}{11R} - \frac{2\mathcal{E}L}{11R} = \frac{\mathcal{E}L}{11R}$$

$$53 - 7 = 50 - 4 = 46$$

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!



$$F_c = kv$$

$$F_k = 25k$$

$$500 = 25 \cdot k$$

$$k = \frac{1000}{5} = 20$$

$$\epsilon g d_1 = \frac{1}{2}$$

$$a = 2\dot{z} = \frac{d^2 z}{dt^2}$$



$$v = 2t$$

$$\dot{z} = 2$$

$$A = F \cdot l = m \cdot a \cdot l = \frac{m v^2}{2}$$

$$\frac{kg \cdot m \cdot m}{c \cdot c \cdot c} \quad \left(\frac{kg \cdot m}{c} \cdot \frac{m}{c^2} \right)$$

$$kg \cdot \frac{m}{c^2} \cdot m$$

$$kg \cdot \frac{m \cdot m}{c^2}$$

$$a \approx 1 \frac{m}{c^2}$$

$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{m v^2}{2} \right) = m v \dot{v} = 1800 \cdot 2 = 3600 \text{ W}$$

$$F_T - F_c = ma$$

$$P = \frac{dA}{dt} = F \frac{dl}{dt} = F v = F a$$

$$F_T = F_c + ma = 20 \cdot 20 + 1800 \cdot 1 = 2200 \text{ N}$$

$\int_{z_1}^{z_2}$

$$T_0 = \frac{4}{5} T = \frac{373 \cdot 4}{5} \text{ K} = 80^\circ \text{C}$$

$$T = \frac{5}{4} T_0 = 373 \text{ K} = 100^\circ \text{C} \quad RT_0 = \frac{4}{5} RT$$

$\frac{V}{2} T_0$
CO_2
$\frac{V}{2} T_0$

$\frac{V}{2} CO_2$
$\frac{V}{4} CO_2$
$\frac{V}{4} H_2O$

$$\frac{25}{2} - \frac{45}{11} = \frac{275 - 40}{22} = \frac{235 - 40}{22} = \frac{195}{22}$$

$$RTk = 1 \text{ atm}$$

$$kRT_0 = \frac{4}{5}$$

$$\frac{4V}{9} - \frac{V}{4} = \left(\frac{4}{5} - 1 \right) V = -\frac{1}{5} V$$

$$\left| \frac{16}{20} - \frac{5}{20} \right| = \frac{11}{20} V$$

$$\Delta V = k p W$$

$$k = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3}$$

$$RT = 3 \cdot 10^3$$

$$p = \frac{5 V R T_0}{9}$$

$$PV = \nu RT$$

$$P = \frac{\nu RT}{V}$$

$$p = \frac{4 \nu R T_0}{V} = 4 \cdot \frac{p_{atm}}{3.5} = \frac{4}{7.5} p_{atm}$$

$$\Delta V = k p \cdot \frac{V}{4} = \frac{1}{4} k p V = \frac{1}{4} k \nu R T_0$$

$$\Delta V = k p \cdot \frac{V}{4} = \frac{1}{4} k \nu R T_0 = \frac{1}{4} \cdot \frac{25}{9} \nu R T_0 \cdot k = \frac{25}{36} \nu R T_0 k$$

$$\frac{2V}{V}$$

$$\frac{2 \nu R T_0}{\frac{V}{2}} = \frac{\nu R T_0}{\frac{V}{4}}$$

$$P = \frac{2 \nu R T}{\frac{V}{5}} = 2 \cdot \frac{5}{4} \cdot \frac{\nu R T_0}{V} = \frac{25}{2} \frac{\nu R T_0}{V} = 12.5 \frac{\nu R T_0}{V}$$

$$P = \frac{25}{9} \frac{\nu R T_0}{V} - \frac{25}{9} \frac{\nu R T_0}{V} = \frac{25}{9} \frac{\nu R T_0}{V} + \frac{25}{9} \frac{\nu R T_0}{V} = \frac{50}{9} \frac{\nu R T_0}{V}$$

$$P = \frac{25}{9} \frac{\nu R T_0}{V} - \frac{25}{9} \frac{\nu R T_0}{V} \quad P = \frac{25}{9} \frac{\nu R T_0}{V} + \frac{25}{9} \frac{\nu R T_0}{V}$$

$$P_{0V} = \frac{25}{9} \frac{k \nu R T_0 \cdot R T_0}{V} = \frac{25}{9} \frac{k \nu R T_0 \cdot R T_0}{V} = \frac{1}{5} \cdot \frac{25}{5} \cdot \frac{\nu R T_0}{V} = \frac{20}{9} \frac{\nu R T_0}{V}$$

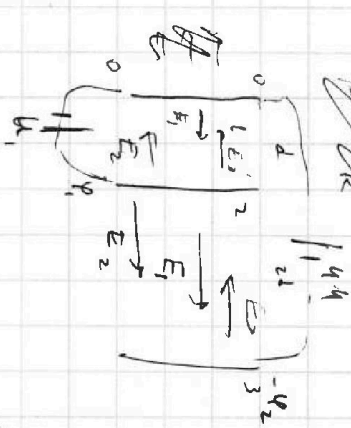
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$A = q \cdot d \cdot \rho = F \cdot d \cdot k$$

$$A = q \cdot E \cdot L$$

$$E = \frac{F}{q \cdot d}$$

$$q = \frac{k \cdot q \cdot Q}{r^2}$$

$$E = \frac{k \cdot Q}{r^2}$$

$$d(E_1 - E_3 - E_2) = q_1 \cdot \rho \cdot d - 0$$

$$2d(E_2 + E_1 - E_3) = -q_2 \cdot \rho \cdot d$$

$$E_1 + E_3 + E_2 = 0$$

$$E_2 + 2E_1 = -\frac{3}{4} \frac{q}{d}$$

$$2E_1 = \frac{3}{4} \frac{q}{d}$$

$$E_1 = \frac{3}{8} \frac{q}{d}$$

$$E_3 = \frac{3}{4} \frac{q}{d}$$

$$F_0 + \rho \cdot d \cdot E_k$$

$$a = \frac{q \cdot E}{m} = \frac{\rho \cdot (E_1 - E_2 - E_3)}{m}$$

$$v_0^2 = 2 \cdot a \cdot d = 2 \cdot \frac{\rho \cdot (E_1 - E_2 - E_3)}{m} \cdot d$$

$$v_0^2 = \frac{2 \cdot \rho \cdot d}{m} \cdot (E_1 - E_2 - E_3)$$

$$v_0^2 = \frac{2 \cdot \rho \cdot d}{m} \cdot (E_1 - E_2 - E_3)$$

$$v_0^2 = \frac{2 \cdot \rho \cdot d}{m} \cdot (E_1 - E_2 - E_3)$$

$$\frac{2E}{\rho} = E_1 \cdot \frac{d}{3d} - E_2 \cdot \frac{2d}{3} - E_3 \cdot \frac{8}{3} \cdot d$$

$$E_1 - E_3 - E_2 = \frac{v_1 - v_2}{2d}$$

$$-E_2 - E_1 + E_3 = \frac{2 \cdot \rho \cdot d}{m} \cdot \frac{v_1 - v_2}{2d}$$

$$-2E_2 = \frac{2 \cdot \rho \cdot d}{m} \cdot \frac{v_1 - v_2}{2d}$$

$$E_2 = -\frac{2 \cdot \rho \cdot d}{m} \cdot \frac{v_1 - v_2}{2d}$$

$$14 \cdot 40 = -30 \cdot 4 = -24$$

~~Handwritten scribbles and corrections~~

$$E_1 - E_3 - E_2 = \frac{v_1 - v_2}{2d}$$

$$= \frac{2 \cdot \rho \cdot d + v_2 + v_1}{2d}$$

$$= \frac{3 \cdot v_1 + v_2}{2d}$$