



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

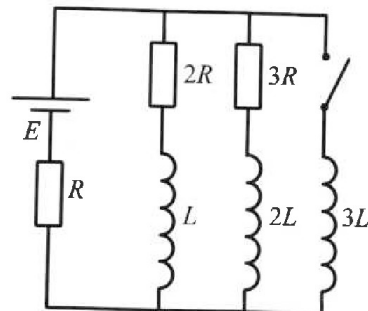
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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 $n_v = 1,0$. 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.

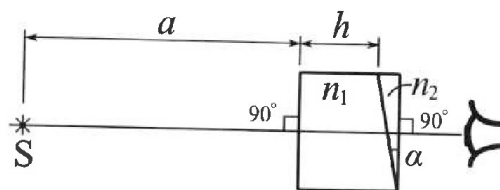


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



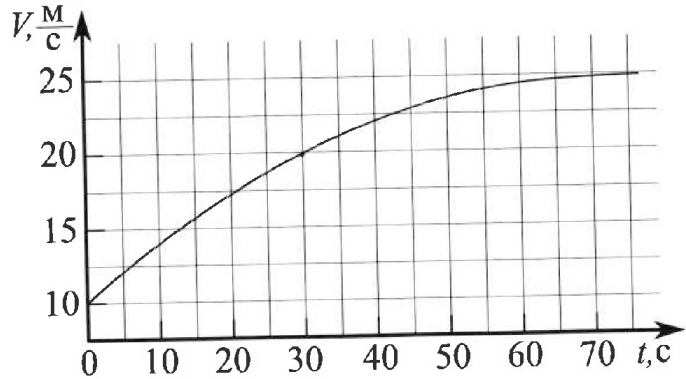
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



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

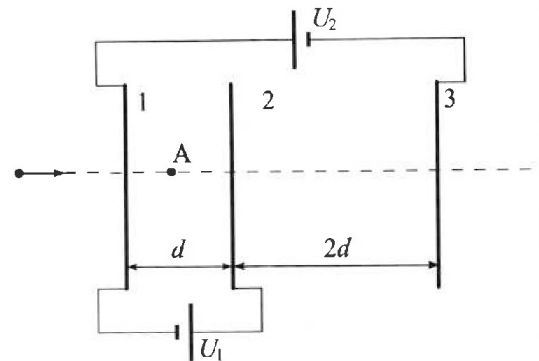
Требуемая точность в численном ответе на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд 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 $V/4$. 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 Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. 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.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) 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.



- 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 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Дано: Пусть F - ^{сила} ~~мощь~~ автомобиля в некоторый момент,

$$m = 1800 \text{ кг}$$

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$F_c = k v$$

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

$$a_1 = ?$$

$$F_1 = ?$$

$$P_1 = ?$$

F_c - сила сопротивления, тогда по II закону Ньютона: (в проекции на горизонтальную ось, сонаправленную ~~для~~ вектору скорости):

$$F - F_c = m a, \text{ где } a - \text{ускорение в этот момент}$$

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 ~~параллельна~~ параллельна оси ot , т.е. $a_k = 0$, то ~~тогда~~ $v_k \approx 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ 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 получаем: $a_1 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

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

(из доказанного ранее)

$$3) \text{ Пусть } P_1 - \text{мощность в момент } t: P_1 = \frac{dA}{dt} = \frac{F_1 ds_1}{dt} = F_1 a_1$$

Пусть A - работа ~~мощи~~ силы тяги автомобиля, тогда ~~в~~ в малый промежуток t : $dA = F_1 ds_1$, где ds_1 - смещение за этот промежуток (силу тут можно считать const за малый промежуток), т.к. $\frac{ds_1}{dt} = dv_1 = a_1$, то получаем

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

(стр. 2.)

Сл-но $p - p_{\text{CO}_2} = p_{\text{атм}}$, т.к. давление в смеси складывается,
а давление насыщенного водяного пара при $T = 373\text{K}$ равно $p_{\text{атм}}$

Отсюда $p_{\text{атм}} = \frac{25}{2} \frac{\nu R T_0}{V} - \frac{45}{11} \frac{\nu R T_0}{V} = \frac{185}{22} \frac{\nu R T_0}{V}$, 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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ

(стр. 1.)

Дано:

$$T = \frac{5}{4} T_0 = 373 \text{ K}$$

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

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

$\frac{V}{2}; T_0; V_1$
$\frac{V}{4}; T_0; V_2, p_0$
$\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{D}$

короткая

$\frac{V}{2}; T; V_1; p$
$\frac{3}{20} V; T; p; V_2$
$\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
$\frac{V}{4}; \text{H}_2\text{O}$

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

По законам термодинамики: $PV = \nu RT$, и т.к. поршень теплопроводящий, то можно записать для начальных состояний углекислого газа (водородные паралии 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: $\frac{p_0 \cdot \frac{V}{2}}{p_0 \cdot \frac{V}{4}} = \frac{\nu_1 RT_0}{\nu_2 RT_0} \Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2$

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. поршень герметичен:

$$p = \frac{2\nu RT}{\frac{V}{3}} = 2 \cdot \frac{5}{4} \cdot 4 \frac{\nu RT_0}{V} = \frac{25}{2} \frac{\nu RT_0}{V}. \text{ Т.к. весь растворённый угле-}$$

кислый газ в воде больше не растворяется, то он перейдёт в газообразное состояние, найдём ΔV по закону Терра:

$$\Delta V = k p_0 \omega = k \cdot 4 \frac{\nu RT_0}{V} \cdot \frac{V}{4} = k \cdot \frac{4\nu RT_0}{V} \cdot \frac{V}{4} =$$

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

После давления углекислого газа в нижней части (объём занимаемый газом после нагрева $V_r = V - \frac{V}{3} - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V$)

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

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

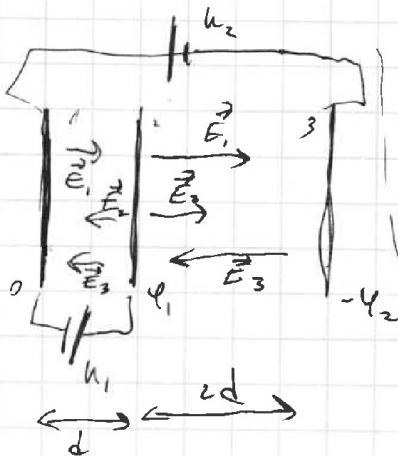
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

(стр. 1)

Дано:

$\phi; u; q;$
 $V_0; m$
 $u_2 = 4u; u_1 = u$

- 1) $a = ?$
- 2) $k_1 - k_2 = ?$
- 3) $v = ?$



П.к. размеры сеток много
больше d , то напряжён-
ности можно считать

$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, т.к. поле однородно

Вблизи пластин будет
потенциал пластин 1 равен 0,
пластин 2 равен ϕ_2
и пластин 3 равен $-\phi_2$

Итого:

$$\begin{cases} \phi_1 - 0 = u_1 \\ 0 - (-\phi_2) = u_2 \\ G_1 + G_2 + G_3 = 0 \\ E_1 - E_3 - E_2 = \frac{\phi_1 - 0}{d} \\ E_2 + E_1 - E_3 = \frac{-\phi_2 - \phi_1}{2d} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \phi_1 = u \\ \phi_2 = 4u \\ E_1 + E_2 + E_3 = 0 \\ 2(E_1 - E_3) = \frac{\phi_1 - \phi_2}{2d} \\ -2E_2 = \frac{3\phi_1 + \phi_2}{2d} \end{cases}$$

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

1) По II закону Ньютона $F_{n12} = ma$, где по закону Кулона:

$F_{n12} = E_2 q$, т.е. $a = \frac{E_2 q}{m} = \frac{(E_1 - E_2 - E_3) q}{m} = \frac{9u}{4dm}$

2) П.к. k_1 и k_2 - кин. энергии частицы, то сл-но
 $k_1 - k_2 = A$, где A - работа электрического поля

$A = \Delta\phi q = -u_1 q = -u q$, т.е. $k_1 - k_2 = u q$

3) По теореме изменения кинетической энергии:
 $\frac{V_2^2 m}{2} = A_3 + \frac{v^2 m}{2}$, где v - искомое, 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
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

(смп.2)

$$A = \Delta \varphi, g = -g \left(E_1 \cdot \frac{d}{3} - E_2 \cdot \frac{2d}{3} - E_3 \left(2d + \frac{2d}{3} \right) \right) = -g \left(\frac{2}{12} u + \frac{11}{12} u - \frac{40}{12} u \right) =$$

$$= -g(-2u) = 2gu, \text{ м-с}$$

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

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

~~Решение~~ Ответ: 1) $u = \frac{g}{d} m$; 2) $K_1 - K_2 = -4g$; 3) $v = \sqrt{V_0^2 - \frac{4gu}{m}}$

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

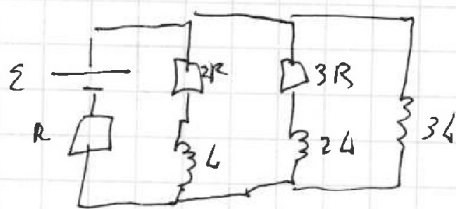
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порука QR-кода недопустима!



(импр. 1)

Дано:

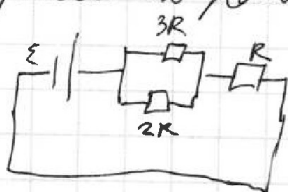
- 1) $\mathcal{E}, R, L$
- 2) $I_{10} = ?$
- 3) $I_{36} = ?$



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 $3R$)

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

2) Сл-но сразу после замыкания ключа

ток через катушку $3L$ не потечет, а ~~на~~ ее напряжение

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

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

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

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

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

Конец задачи 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
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

(Упр 2)

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

после замыкания ключа установившееся состояние, то напряжение на катушке будет 0, а на

резисторах 2R и 3R ток будет не будет, а ток в цепи будет

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R}, \text{ а-то: } \int_0^{\infty} I_2 dt = q_2; \int_0^{\infty} I_3 dt = q_3; \int_0^{\infty} I_6 dt = q_1,$$

$$\int_0^{\infty} \mathcal{E} dt = \mathcal{E} \tau; \int_0^{\infty} dI_2 L = -I_0 L; \int_0^{\infty} dI_3 L = -\frac{2}{3} I_0 L$$

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

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

$$\text{а-то: } \begin{cases} \mathcal{E} \tau - q_1 R = 3R q_2 - \frac{3}{11} \frac{\mathcal{E} L}{R} + q_3 R \\ \mathcal{E} \tau - q_1 R = \frac{3\mathcal{E} L}{R} + q_2 R + q_3 R \end{cases}$$

тогда:

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

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

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

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. $n_1 = n_2$, то пройдя призму n , свет ~~не~~ ^{направлен} не изменит своего направления

то закону преломления
(где β - угол преломления)

$$(\sin \alpha) n_0 = (\sin \beta) n_2$$

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

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

С-но угол падения на правую

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

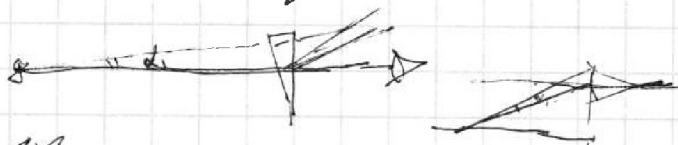
тогда искомый γ :

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

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

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

из геометрии:



$$\sin(\alpha - \alpha_1) \approx \sin \beta \cdot n_2 \text{ т.е.}$$

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

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

$$\beta \approx \gamma \cdot n_2 = \gamma$$

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

то $H = \sin \alpha (a + h)$, искомое L :

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

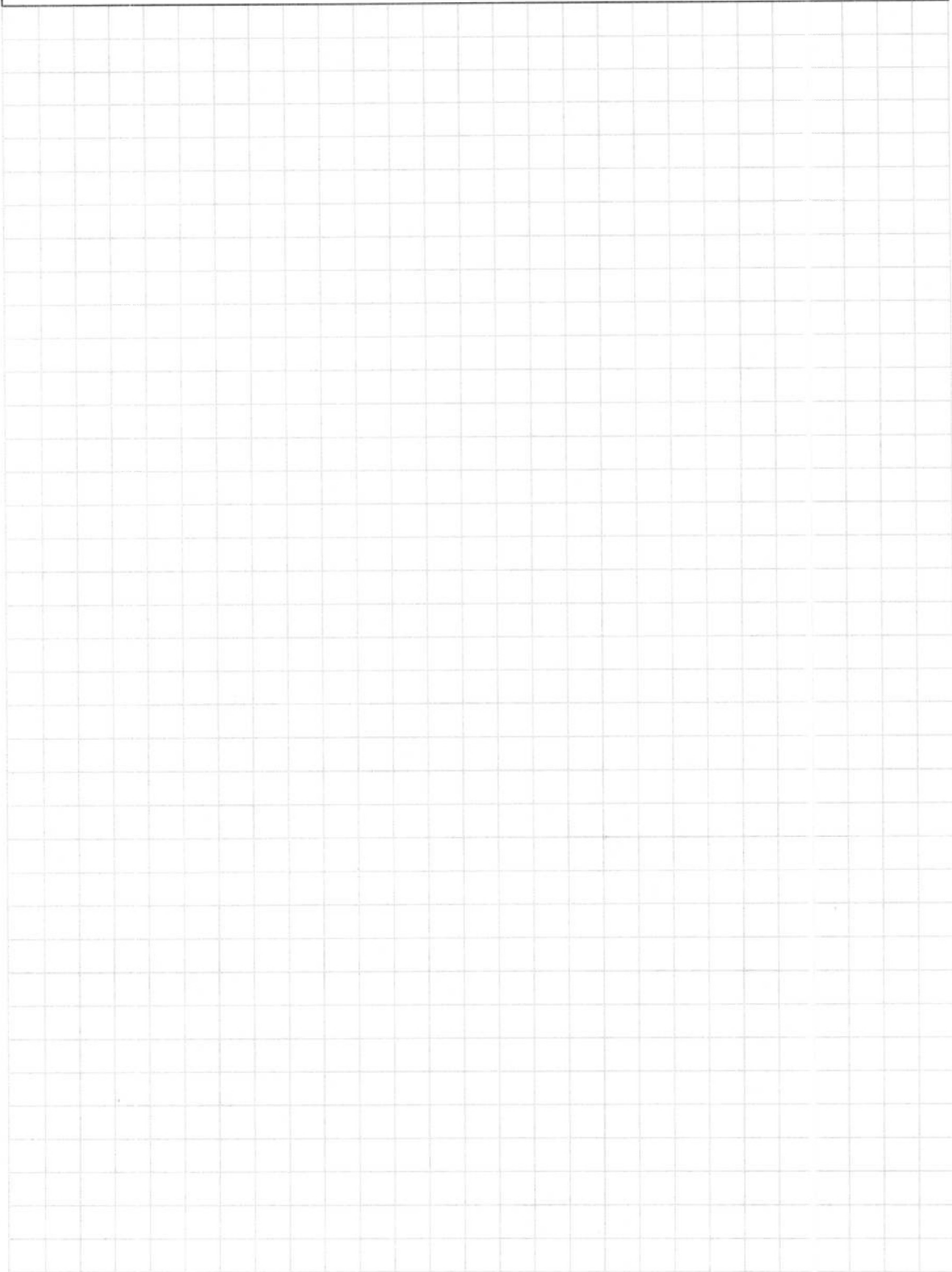
5
☐

6
☐

7
☐



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:

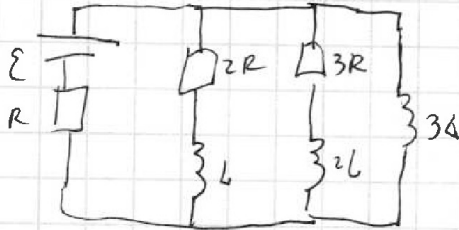
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



$$\mathcal{E} - (q_1 + q_2 + q_3)R = 2q_2R - I_{10}L = -\frac{4}{3}I_{10}L + 3q_3R = \frac{3\mathcal{E}L}{11R}$$



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

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

$$3q_2R - I_{10}L + q_3R = 4q_3R + q_2R - \frac{4}{3}I_{10}L =$$

$$U_L = -\mathcal{E}_{15} = 4I_1L$$

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

$$U_{10} = \mathcal{E} - IR = \frac{6}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

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

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

$$\mathcal{E} - IR = U_L + 2I_2R = U_{10} + 3I_3R = U_{3L}$$

$$U = I^2R = \frac{1}{2} \mathcal{E} - (I_2 + I_3 + I_{10})R = \frac{dI_2L}{dt} + 2I_2R = \frac{dI_3}{dt} \cdot 2L + 3I_3R = \frac{dI_{10}}{dt} \cdot 3L$$

$$\mathcal{E} dt - (I_2 + I_3 + I_{10})dt \cdot R = L dI_2 + 2I_2 dt R = 2L dI_3 + 3I_3 dt R = 3L dI_{10}$$

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

$$I^2R$$

$$L dI_3 + 3I_3 dt R = 3dI_{10}L$$

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

$$\frac{dI^2R}{dt} = \frac{dI}{dt} R$$

$$\left(\frac{3}{11} \frac{\mathcal{E}}{R} \right)^2 \frac{L}{2} - \left(\frac{2}{11} \frac{\mathcal{E}}{R} \right)^2 \frac{L}{2} = \left(\frac{3}{2} - \frac{9}{121 \cdot 2} - \frac{8}{121 \cdot 2} \right) \frac{\mathcal{E}^2L}{2}$$

$$\mathcal{E} - (q_1 + q_2 + q_3)R = I_{10}L + 2q_2R = \frac{346}{242} \mathcal{E}L = \frac{173}{121} \frac{\mathcal{E}^2L}{R}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$F_c = kv$$

$$F_k = 25 \text{ k}$$

$$500 = 25 \cdot k$$

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

$$\epsilon g_{21} = \frac{1}{2}$$

$$a = \dot{v} = \frac{dv}{dt}$$



$$v = 2t$$

$$\dot{v} = 2$$

$$k \cdot \frac{m \cdot m}{c \cdot c \cdot c} \quad \left(\frac{m}{c} \cdot \frac{m}{c} \right)$$

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

$$k \cdot \frac{m \cdot m}{c \cdot c}$$

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

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

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

$$F_T - F_c = ma$$

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

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

$$F_T = F_c + ma = 25 \cdot k + ma = 20 \cdot 20 + 1800 \cdot 1 = 2200 \text{ H}$$

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

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

$$\frac{V_2 T_0}{C O_2}$$

$$\frac{V_2 C O_2}{V_2 T_0}$$

$$\frac{V_2 C O_2}{V_2 T_0}$$

$$\frac{V_2 C O_2}{V_2 T_0}$$

$$\frac{25 - 45}{22} = \frac{275 - 20}{22} = \frac{15}{22}$$

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

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

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

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

$$\Delta V = k p w$$

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

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

$$7,5 \frac{SVRT_0}{V} = P_{ATM}$$

$$PV = VRT$$

$$P = \frac{VRT}{V}$$

$$P = \frac{4 VRT_0}{V} = 4 \cdot \frac{P_{ATM}}{3,5}$$

$$4 \cdot \frac{8}{15} \text{ atm}$$

$$\Delta V = k p \cdot \frac{V}{4} = \frac{25}{4} \frac{VRT_0}{V} \cdot \frac{V}{4} =$$

$$k VRT_0$$

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

$$\Delta V = k p \cdot \frac{V}{4} = \frac{25}{4} \frac{VRT_0}{V} \cdot \frac{V}{4} =$$

$$\frac{25}{8} VRT_0 k$$

$$\frac{2 VRT_0}{\frac{V}{2}} = \frac{VRT_0}{\frac{V}{4}}$$

$$P = \frac{2 VRT}{\frac{V}{5}} = 2 \cdot \frac{5}{4} \cdot 5 \frac{VRT_0}{V} = \frac{25}{2} \frac{VRT_0}{V} = 12,5 \frac{VRT_0}{V}$$

$$P = \frac{25}{9} \frac{VRT_0}{V} - \frac{25}{9} \frac{VRT_0}{V} \quad P = \frac{25}{9} \frac{VRT_0}{V} + \frac{25}{9} \frac{VRT_0}{V}$$

$$P = \frac{25}{9} \frac{VRT_0}{V} - \frac{25}{9} \frac{VRT_0}{V} \quad P = \frac{25}{9} \frac{VRT_0}{V} + \frac{25}{9} \frac{VRT_0}{V}$$

$$P_{AV} = \frac{25}{9} \frac{VRT_0}{V} \cdot \frac{RT_0}{V} = \frac{25}{9} \frac{k VRT_0 \cdot RT_0}{V} = \frac{4}{5} \cdot \frac{25}{5} \cdot \frac{VRT_0}{V} = \frac{20}{5} \frac{VRT_0}{V}$$



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!



$$A = q \cdot \varphi$$
$$A = q \cdot E \cdot L$$
$$E = \frac{q}{2\epsilon_0} \cdot \frac{L}{3}$$

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

~~Еще что-то~~



$$U = d \cdot E$$
$$d(E_1 - E_3 - E_2) = \varphi_1 - 0$$
$$2d(E_2 + E_1 - E_3) = -\varphi_2 - \varphi_1$$

$$E_1 + E_3 + E_2 = 0$$

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

$$2E_1 = -\frac{\varphi}{d}$$

$$E_1 = -\frac{\varphi}{2d}$$

$$E_3 = \frac{5}{4} \frac{\varphi}{d}$$

$$A = E_1 \cdot E_2 + E_2 + E_1 - E_3 = \frac{\varphi}{2d}$$
$$2d(E_1 - E_3 - E_2) = 2\varphi$$

$$\frac{1}{2} \frac{\varphi^2}{\epsilon_0} = \frac{5}{4} \frac{\varphi^2}{d}$$

$$2(E_1 - E_3) = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2d}$$

$$E_1 - E_3 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{4d} = -\frac{3}{4} \frac{\varphi}{d}$$

$$-E_2 - E_1 + E_3 = -\frac{2\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_1}{2d} = \frac{3\varphi_1 + \varphi_2}{2d} = \frac{7}{2} \frac{\varphi}{d}$$

$$-2E_2 = \frac{7}{2} \frac{\varphi}{d}$$

$$E_2 = -\frac{7}{4} \frac{\varphi}{d}$$

$$11 \cdot 40 = -30 \cdot 4 = -24$$

$$\frac{dE}{9} = E_1 \frac{d}{3} - E_2 \frac{2d}{3} - E_3 \frac{8}{3} d - \frac{2\varphi}{12} + \frac{14\varphi}{12} - \frac{40\varphi}{12} = \frac{16-40}{12} \varphi = -2\varphi$$

$$V_0^2 m - 2\varphi q = \frac{V_m^2}{2}$$
$$V = \sqrt{V_0^2 - \frac{2\varphi q}{m}}$$
$$L = \frac{1}{3} d$$

$$\frac{d}{dm} \frac{u_1}{dm} - \frac{2\varphi}{dm}$$

$$F = qE$$
$$a = \frac{qE}{m} = \frac{q(E_1 - E_2 - E_3)}{m}$$