



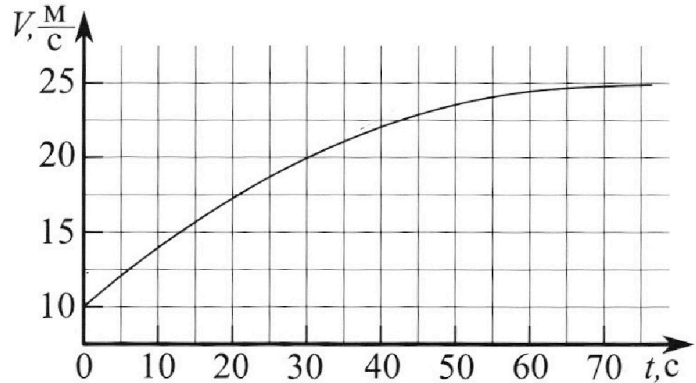
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%. ✓

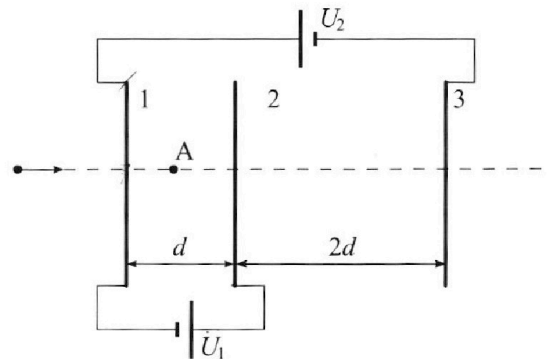
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный 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 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 $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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 A на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

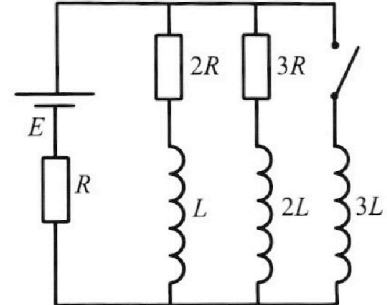
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



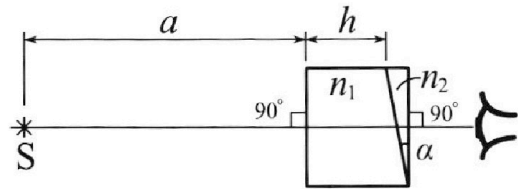
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_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?

Отв еты давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 194$ 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.



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

- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

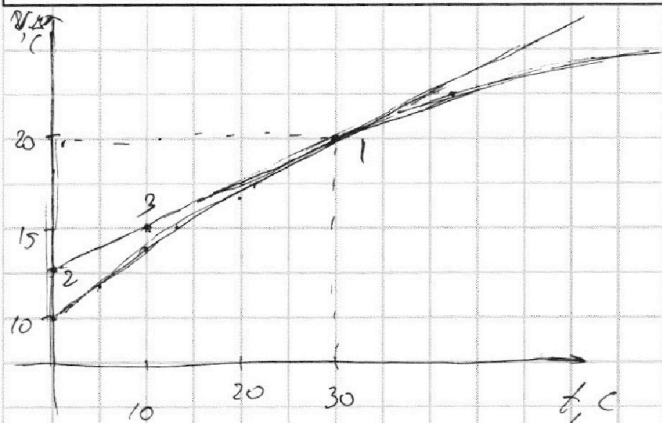
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Проведите ~~на графике~~ касательную к графику

$v(t)$ в точке 1, где $v_1 = 20 \text{ м/с}$. Поскольку ускорение это первая производная скорости по времени, то угловой коэффициент касательной и есть a , — ускорение автомобиля при скорости $v_1 = 20 \text{ м/с}$.

У графика получим, что (для точек 2 и 3):

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{15 - 12,5}{10 - 0} = \frac{2,5}{10} = 0,25 \text{ м/с}^2$$

Поскольку метод графический, равенство окажется приближенным:

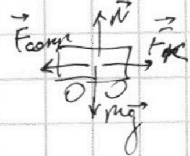
$$a \approx 0,25 \text{ м/с}^2$$

По условию сила сопротивления пропорциональна скорости:

$$F_{\text{сопр}} = K v, \text{ где } K - \text{коэф. пропорциональности}$$

Для малейшего скольжения разгона $a = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow F_{\text{к}} - F_{\text{сопр}} = 0 \Rightarrow F_{\text{к}} = F_{\text{сопр}} \Rightarrow F_{\text{к}} = K v_{\text{к}}, v_{\text{к}} - \text{скорость}$$



в конце разгона. У графика видно, что $v_{\text{к}} \approx 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

$$K = \frac{F_{\text{к}}}{v_{\text{к}}} = \frac{500 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

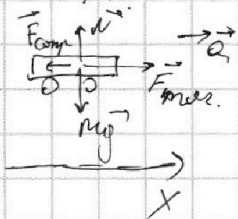
1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

(Продолжение)

Теперь рассмотрим момент времени $t=30c$, когда $v_x = 20 м/с$.



В проекции на горизонтальную ось x :

$$F_{тяг} - F_{супр} = ma_x$$

$$F_{тяг_двигателя} = F_1$$

$$F_1 = F_{супр} + ma_x = kv_x + ma_x$$

$$F_1 \approx 20 \frac{H}{м/с} \cdot 20 м/с + 1800кг \cdot 0,25 м/с^2 =$$

$$\approx 400 Н + 450 Н \approx 850 Н.$$

$$F_1 \approx 850 Н.$$

Рассмотрим малый промежуток времени dt , за который сила тяги двигателя F_1 не изменялась, тогда:

$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{F_1 \cdot ds}{dt} = F_1 \cdot \frac{ds}{dt} = F_1 \cdot v_x = 850 \cdot 20 = 17000 Вт = 17 кВт.$$

ds - ^{полезное} перемещение за dt (обычно, это направление перемещения совпадает с направлением \vec{F}_1 , поэтому формула $A = F_1 ds \cos \alpha$ упрощается вплоть до $A = F_1 ds$)

Ответ: $a_x \approx 0,25 м/с^2$; $F_1 \approx 850 Н$; $P_1 \approx 17 кВт$.

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!



Задача 2

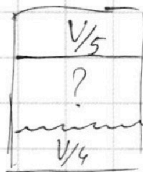
Для коленного состояния: $P_{верх} = P_{низ}$ (в-верхнее; н-нижнее), *из условия равновесия*

Из закона Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT \Rightarrow p = \frac{\nu RT}{V}$$

$$\frac{\nu_в R \frac{5}{4} T_0}{V_в} = \frac{\nu_н R \frac{5}{4} T_0}{V_н}$$

$$\frac{\nu_в}{V_в} = \frac{\nu_н}{V_н}$$



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

$$V_в = \frac{20}{11 \cdot 5} V_н = \frac{4}{11} V_н \Rightarrow V_н = \frac{11}{4} V_в = const$$

Поскольку в коленном состоянии газ не растворяется в жидкости, то в любой момент $V_н + \Delta V = \frac{11}{4} V_в$ *из условия равновесия*

Рассмотрим начальный момент времени (до нагревания)

$V'_н$ и $V'_в$ - объемы в начальном состоянии.

$$P_0 V_в = \frac{5}{4} \nu R T_0$$

$$P_0 V'_в = \nu R T_0$$

$$P_0 = \frac{\nu R T_0}{V'_в}$$

аналогично коленному состоянию

$$\frac{\nu_в R T_0}{V'_в} = \frac{\nu_н R T_0}{V'_н}$$

$$\nu_в \cdot V'_н = \nu_н \cdot V'_в$$

$$\nu_в = \frac{(\nu_н - \nu_в \kappa \frac{V}{4}) \nu'_в}{V'_н}$$

$$V_в = \left(V_н - \frac{\kappa \nu_в R T_0 V}{V'_в \cdot 4} \right) \frac{V'_в}{V'_н}$$

$$V'_в + V'_н + \frac{V}{4} = V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V'_в + V'_н = \frac{3}{4} V$$

$$V'_н = \frac{3}{4} V - V'_в$$

подставим

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!



$$V_6 \left(\frac{3}{4} V - V_6' \right) = \left(\frac{11}{4} V_6 - \frac{k V_6 R T_0 V}{V_6' \cdot 4} \right) V_6'$$

$$V_6 \left(\frac{3}{4} V - V_6' \right) = \frac{11}{4} V_6 V_6' - \frac{k R T_0 V}{V_6'}$$

$$\frac{3}{4} V - V_6' = \frac{11}{4} V_6' - k R T_0 V$$

$$\frac{15}{4} V_6' = \frac{3}{4} V + k R T_0 V \Rightarrow V_6' = \frac{1}{5} V + \frac{4}{15} k R T_0 V$$

$$\frac{15}{4} V_6' = V - V_4' - k R T_0 V \Rightarrow \frac{15}{4} V_6' = \frac{1}{5} V + \frac{4 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 4}{15 \cdot 5 \cdot 10^3} V =$$

$$\left(\frac{15}{4} V_6' + k R T_0 V = \frac{3}{4} V \right) \Rightarrow \frac{15}{4} V_6' + \frac{16}{75} V = \frac{31}{75} V \Rightarrow$$

$$\left(\begin{array}{l} \frac{15}{4} V_6' + k R T_0 V = \frac{3}{4} V \\ V_6' + V_4' = \frac{3}{4} V \end{array} \right) \text{ вычитаем} \Rightarrow V_4' = \frac{3}{4} V - \frac{31}{75} V =$$

$$\frac{11}{4} V_6 - V_4' = k R T_0 V \Rightarrow V_4' = \frac{225 - 124}{4 \cdot 75} V =$$

$$V_4' V_6 = V_4' \cdot V_6' \Rightarrow \frac{101}{4 \cdot 75} V =$$

$$\frac{V_6}{V_4'} = \frac{V_6'}{V_4'} = \frac{\frac{31}{75} V}{\frac{101}{4 \cdot 75} V} = \frac{124}{101}$$

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!

Задача 3

Пусть φ_1 , φ_2 и φ_3 - потенциалы 1, 2 и 3-ей сетки соответственно. Тогда, поскольку сетки подключены к источникам ЭДС, то:

$$\varphi_3 - \varphi_1 = 4U$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U$$

$$\Rightarrow \varphi_3 - \varphi_2 = 3U$$

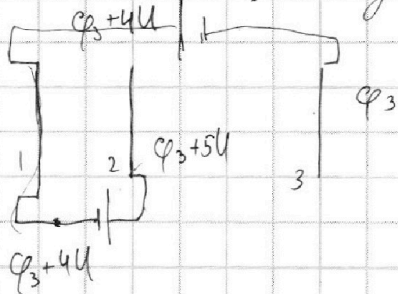
Отсюда и из ЗСЭ сразу найдем ответ на п. 2:

$$K_1 + E_{n1} = K_2 + E_{n2}$$

$$K_1 - K_2 = E_{n2} - E_{n1} = q\varphi_2 - q\varphi_1 = qU$$

Пусть φ_1 , φ_2 и φ_3 - потенциалы 1, 2 и 3-ей сетки

соответственно. Тогда, поскольку сетки подключены к источникам ЭДС:



$$\varphi_1 - \varphi_3 = U_2 = 4U$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U_1 = U$$

Отсюда и из ЗСЭ найдем ответ на п. 2:

$$K_1 + E_{n1} = K_2 + E_{n2}$$

$$K_1 - K_2 = E_{n2} - E_{n1} = q\varphi_2 - q\varphi_1 = q(\varphi_2 - \varphi_1) = qU$$

Поскольку электрическое поле между сетками можно считать однородным, то $U = E \cdot d$, где E - напряженность эл. поля. Тогда ускорение частицы:

$$[a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{F_{эл}}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{md}]$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7



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

Вдали от сеток действие ~~плоских на на~~ электрических полей сеток на частицу отсутствует. В силу того, что скорость частицы меняется только под действием электрического поля, движущаяся ~~потенциальным~~, скорость частицы в точке, где

Рассмотрим систему из двух сеток и бесконечности.

Тогда, если потенциал одной сетки φ , то другой $(-\varphi)$ по с-вам конденсатора, потенциал бесконечности 0.

Поскольку поле внутри конденсатора из сеток однородно, потенциал между ними меняется линейно \Rightarrow на расстоянии $\frac{d}{2}$ от сеток (между сетками d)

$\varphi(\frac{d}{2}) = 0 \Rightarrow$ в этой точке $E_n = 0 = E_n \text{ на } \infty \Rightarrow$ равны $E_k \Rightarrow$

$\Rightarrow v = v_0 \Rightarrow$ посередине между ~~область~~

сетками 1 и 2 $v = v_0$.

При равноускоренном движении.

$$S = \frac{v_k^2 - v_n^2}{2a}$$

для точек 1 и 2: $\left. \begin{array}{l} x = d/2 \\ \frac{d}{3} \end{array} \right\}$

$$\frac{d}{6} = \frac{v_0^2 - v_u^2}{2 \frac{qU}{md}}$$

v_u - искомая скорость

миллисекунды, то перемещение противоположно направлению ускорения

$$v_u^2 - v_0^2 = 2 \frac{d q U}{m d} = \frac{1}{3} \frac{q U}{m}$$

$$v_u^2 = v_0^2 + \frac{1}{3} \frac{q U}{m}$$

$$v_u = \sqrt{v_0^2 + \frac{1}{3} \frac{q U}{m}}$$

Ответ: $a = \frac{qU}{m}$

$$k_1, k_2 = qU$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{1}{3} \frac{qU}{m}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

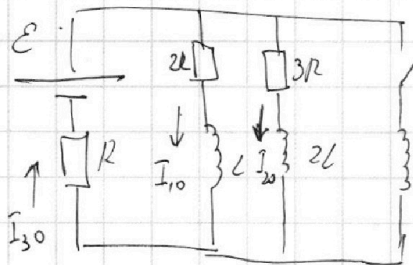
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



Задача 4



В установленном режиме до замыкания ключа ток не уменьшается \Rightarrow падение напряжения на катушке равно нулю.
Пусть токи I_{10} , I_{20} и I_{30} текут, как показано на рисунке.

Тогда по правилам Кирхгофа:

$$E = I_{30}R + 2I_{10}R \quad (1)$$

$$I_{30} = I_{10} + I_{20} \quad (2)$$

В силу параллельности соединений $2R$ и $3R$:

$$2R I_{10} = 3R I_{20}$$

$$I_{20} = \frac{2}{3} I_{10} \quad (3)$$

Подставим уравнения 2 и 3 в ур. 1:

$$E = \left(I_{10} + \frac{2}{3} I_{10}\right)R + 2I_{10}R$$

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

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

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

$$I_{30} = I_{10} + I_{20} = \frac{3}{11} \frac{E}{R} + \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{11} \frac{E}{R} = \frac{5}{11} \frac{E}{R}$$

Ток через катушки скачком изменится не может \Rightarrow сразу после замыкания ключа токи остаются неизменными.

Тогда для контура у источника, R и $3L$:

$$E = R \cdot I_{30} + \mathcal{E}_i \Rightarrow \mathcal{E}_i = -E + R \cdot I_{30} = -E + \frac{5}{11} \frac{E}{R} \cdot R = -\frac{6}{11} E.$$

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!

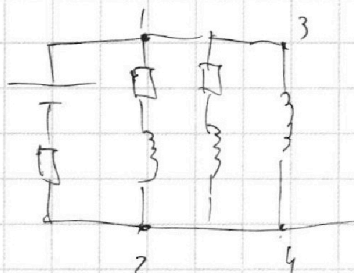
(продолжение.)

$$\mathcal{E}i = -L \dot{I}_{3L} \Rightarrow \dot{I}_{3L} = -\frac{\mathcal{E}i}{L} = \frac{6}{11} \frac{\mathcal{E}}{L}$$

Скорость увеличения тока через катушку $3L$

В установившемся при замкнутом ключе режиме, ток через $2R$ и $3R$ не течет, ток через $3L$ все увеличивается.

В любой момент времени $U_{12} = U_{34}$. Пусть ток



~~$U_{12} = \mathcal{E}$~~ в $2R$ I , а в $3L$ I_{3L} , тогда:

$$2R I + L \frac{dI}{dt} = 3L \frac{dI_{3L}}{dt}$$

$$2R \int I dt = 3L \int dI_{3L} - L \int dI$$

Принтегрируем обе части ($\Delta q = \int I dt$):

$$2R \Delta q + L \Delta I = 3L \Delta I_{3L}$$

$$\Delta q = \frac{L}{2R} (3 \Delta I_{3L} - \Delta I)$$

Ток I_{3L} в коротком состоянии таков, что $\mathcal{E} = R \cdot I_{3L} \Rightarrow$

$$\Rightarrow I_{3L} = \frac{\mathcal{E}}{R}. \text{ При замыкании ключа } \Rightarrow \Delta I_{3L} = \hat{I}_{3L} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

Ток I в конечном состоянии 0. При замыкании ключа

$$I = I_{10} \Rightarrow \Delta I = 0 - I_{10} = -\frac{3}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}. \text{ Тогда } \Delta q:$$

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

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{3}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}$ 2) $\dot{I}_{3L} = \frac{6}{11} \frac{\mathcal{E}}{L}$ 3) $q = 18 \frac{L \mathcal{E}}{R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

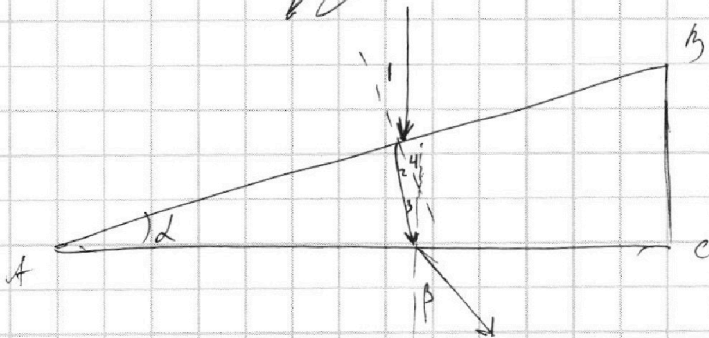
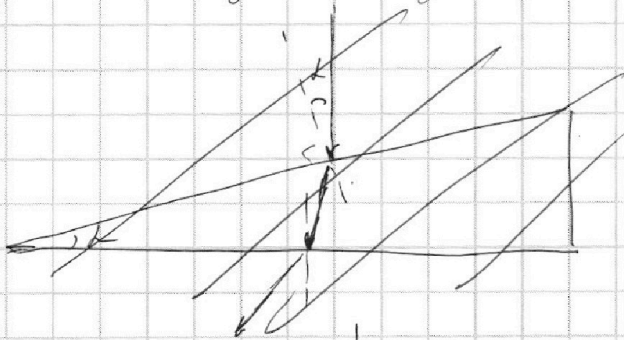
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Поскольку $n_1 = n_2$, то луч будет преломляться только во второй призме. Сделаем крупный чертёж хода луча:



$\angle 1 = \alpha$, т.к. получен поворотом AC и перпендикулярное к ней PC .

$\angle 2 = \frac{\angle 1}{n_2} = \frac{\alpha}{1,7}$ т.к. α малый угол, а по закону

Снелла: $\frac{\sin \angle 1}{\sin \angle 2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \angle 2 = \angle 1 \cdot \frac{n_1}{n_2}$, но $n_1 = 1$.

$\angle 4$ - внешний угол Δ , образованного лучами и перпендикуляром к границе AB и AC . $\angle 4 = \alpha$, т.к. $\angle A = \alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow \angle 2 + \angle 3 = \angle 4 = \alpha$

$\angle 3 = \alpha - \angle 2 = \alpha - \frac{\alpha}{1,7} = \frac{7}{17} \alpha$

$\frac{\sin \angle \beta}{\sin \angle 3} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \angle \beta = n_2 \cdot \angle 3 = \frac{1,7}{10} \cdot \frac{7}{17} \alpha = \frac{7}{10} \alpha$.

Поскольку перпендикуляр к AC параллелен ходу луча PO

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

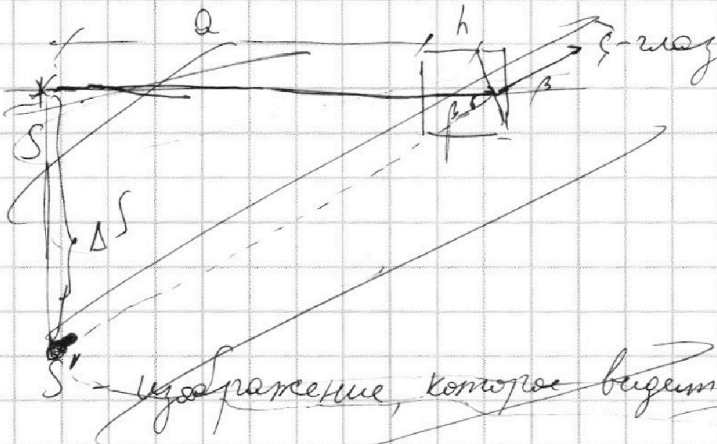
МФТИ

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



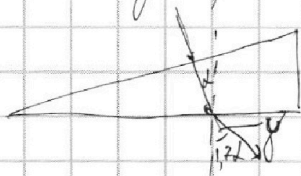
(продолжение 1)

Преломление, ~~то~~ искомым углом и есть $\beta = \alpha \cdot k = 0,07 \text{ рад}$.



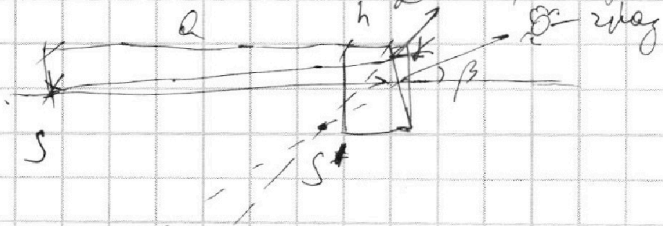
S' - изображение, которое видит наблюдатель

Чтобы понять, где находится изображение S' источника, найдем ход луча, перпендикулярный линии к источнику грани второй призмы:



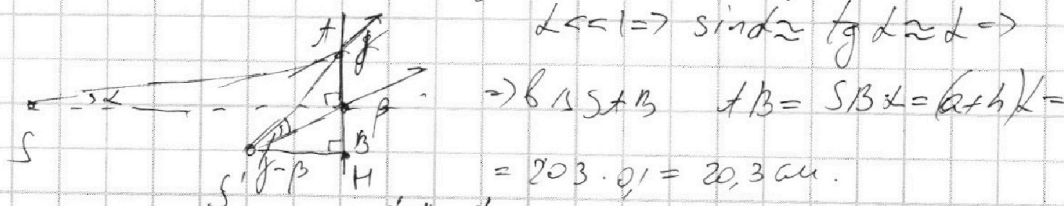
из геометрии (аналогично п.1) угол падения на вторую грань $\alpha \Rightarrow$

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \alpha = 1,7 \beta$$



Сумма второй призмы полой полуриски

$$\alpha \ll 1 \Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha \approx \beta \Rightarrow$$



$$\Rightarrow \Delta SAB \quad \angle B = \beta \quad SB \approx \alpha + h = 203 \cdot 0,1 = 20,3 \text{ см.}$$

$$AB = \alpha h - \beta h = S'H \gamma - S'H \beta = S'H(\gamma - \beta) \Rightarrow S'H = \frac{AB}{\gamma - \beta} = \frac{20,3}{0,17 - 0,07}$$

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!

(продолжение)

$$= 203 \text{ см} = SB$$

$$\text{Тогда } SS' = S'H \cdot \beta = 203 \cdot 0,07 = 14,21 \text{ см.}$$

Ответ: а) $0,07 \text{ рад}$ б) $14,21 \text{ см}$.

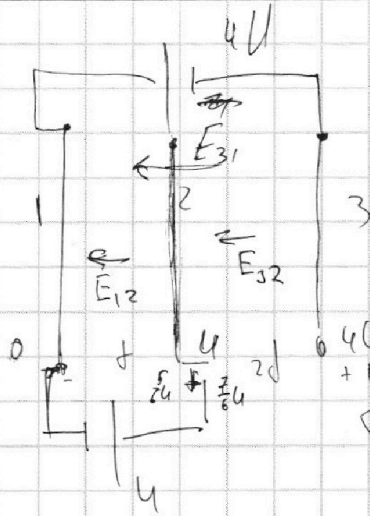
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Черновик

$$E_{12} = \frac{U}{d}$$

$$E_{32} = \frac{3U}{2d}$$

$$E_{31} = \frac{4U}{3d}$$

$$q = \frac{\sum E q}{m} = \frac{(E_{12} + E_{31}) q}{m} =$$

$$= \frac{\left(\frac{U}{d} + \frac{4U}{3d}\right) q}{m} =$$

$$k_1 - k_2 = -\tau_n = +qU$$

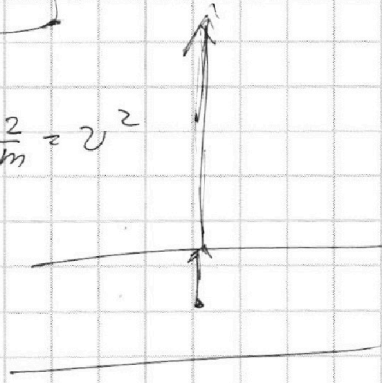
$$= \frac{7U q}{3d m}$$

$$a = \frac{3U}{2d} \frac{U q}{d m}$$

$$S = \frac{v_k^2 - v_n^2}{2a}$$

$$E_k \cdot \frac{2}{m} = v^2$$

$$\frac{\frac{2}{m} k_2 - \frac{2}{m} k_1}{2 \frac{7U q}{3d m}} = d$$



$$\frac{2(k_1 - k_2) d}{7U q} = d$$

$$k_1 - k_2 = \frac{7}{2} q U$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



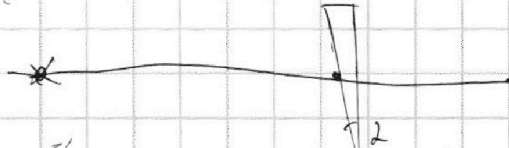
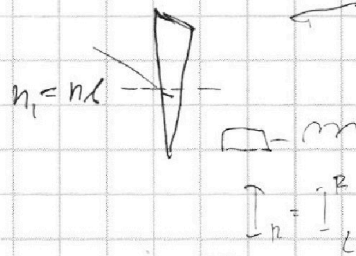
Черновик

$$K \cdot v_k = F_k$$

$$K = \frac{F_k}{v_k} = \frac{500}{25} = 20 \frac{\text{Н}}{\text{м/с}}$$

$$F_{\text{магн}} K v_1 = 400 \text{ Н}$$

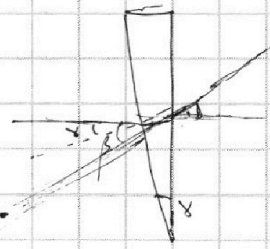
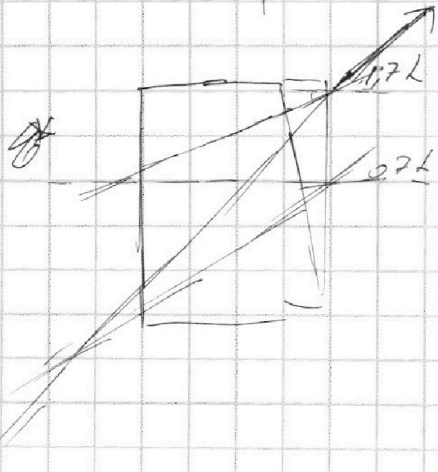
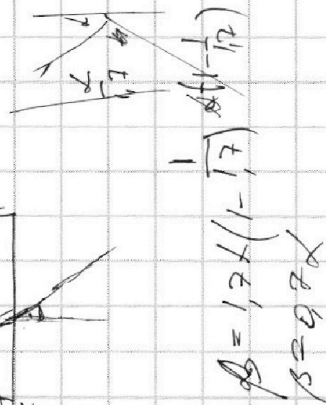
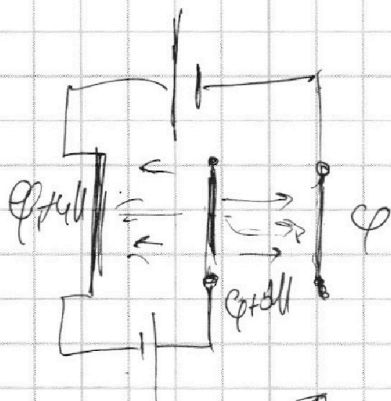
$$\frac{u}{a} \cdot q$$



$$2LI + LI' = 3LI_{3L}$$

$$2LI \neq LI' = 3LI_{3L}$$

$$\frac{0,7}{1,7}$$



$$\sin \beta \approx \tan \beta \approx \beta \Rightarrow \Delta S = (a+h) \beta = 20 \cdot 0,07 = 1,4 \text{ см}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

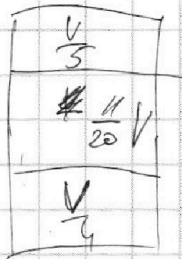
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Черновик



$$\frac{4}{5}V - \frac{1}{4} = \frac{16-5}{20} = \frac{11}{20}V$$

$$P_2 = \frac{2RT}{V}$$

$$\frac{V_0 R T_0}{\frac{4}{5}V} = \frac{V_k R T_0}{\frac{11}{20}V}$$

~~Решение~~

~~Решение~~

$$V_0 = \frac{4(4)}{11} V_k$$

$$\Delta V = K \cdot \frac{V}{4} \cdot P_0$$

$$P_k \frac{V}{5} = \frac{5}{4} R T_0 \frac{V}{4}$$

$$P_k \frac{11V}{20} = \frac{5}{4} R T_0 \frac{11}{4} \frac{V}{6}$$

~~Решение~~

$$P_0 V_H = P_0 V_0$$

$$P_k = \frac{25 R T_0 V_k}{4 V}$$

$$\frac{V_0 R T_0}{V_0} = \frac{(V_k - \Delta V) R T_0}{V_H} \quad P_k = \frac{5}{4}$$

$$\frac{V_0}{V_0} = \frac{\frac{4}{11} V_k}{V_H} - K P_0 \frac{V}{4}$$

$$P_0 V_0 = V_0 R T_0$$

$$V_0 + V_H = \frac{3}{4} V$$

$$P_k \frac{V_0}{5} = \frac{5}{4} \frac{V_0}{6} R T_0$$

$$P_0 = \frac{V_0}{V_0} m$$

$$P = \frac{dF}{dt} = \frac{F \cdot ds}{dt} = P_0 \frac{V_0}{V_0}$$

$$\frac{P_0 V_0}{V_0} = \frac{4}{3} \cdot 3 \cdot 10^3 m$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

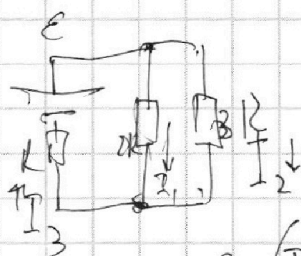
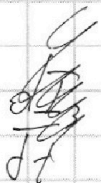
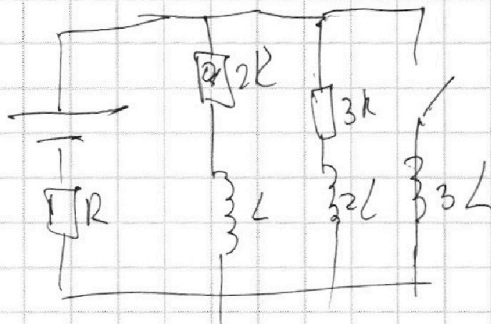
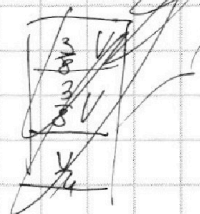
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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



Черновик



$$I_3 = I = \frac{E}{R}$$

$$E - \frac{5}{3} I_0 R =$$

$$= E - \frac{5}{11} E =$$

$$= \frac{6}{11} E$$

$$I_{30} = \frac{6}{11} \frac{E}{R}$$

$$E = (I_1 + I_2)R + 2R I_1$$

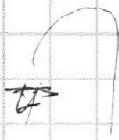
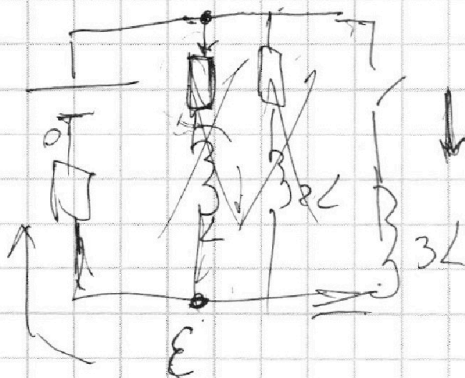
$$2I_1 R = 3I_2 R$$

$$I_2 = \frac{2}{3} I_1$$

$$E = \frac{5}{3} I_1 R + 2I_1 R =$$

$$= \frac{11}{3} I_1 R$$

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





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

