



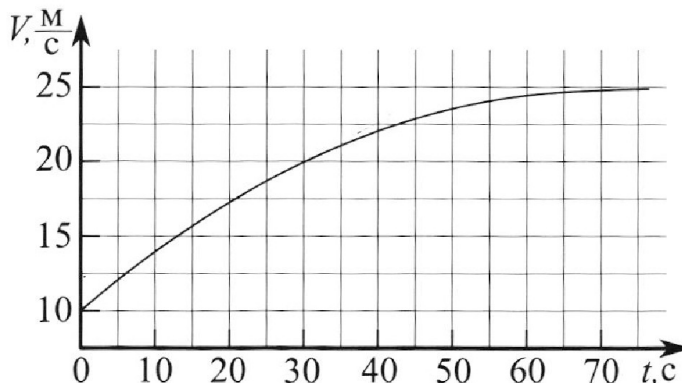
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%. ✓

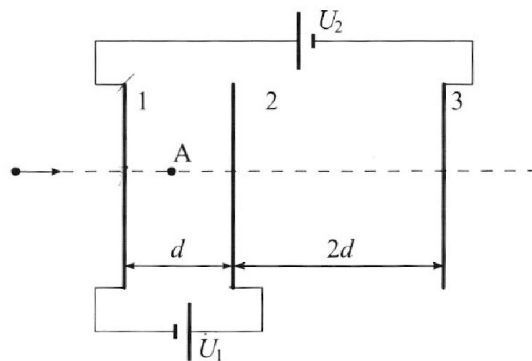
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный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



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

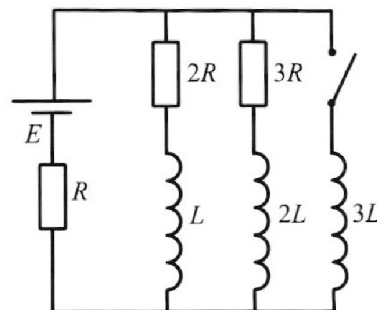
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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 $n_v = 1,0$. 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.

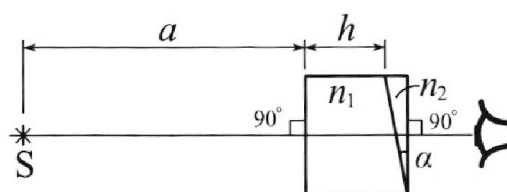


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.

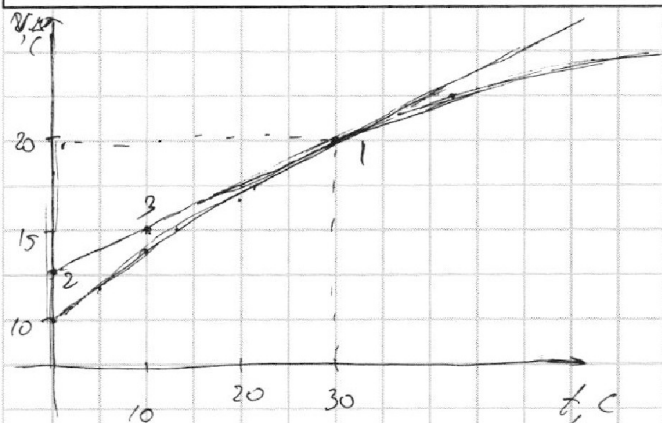
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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



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 $v_1 = 20 \text{ м/с}$.

Из графика получим, что для точек 2 и 3):

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{15 - 12,5}{10 - 0} = \frac{2,5}{10} = 0,25 \text{ м/с}^2$$

Поскольку метод графический, равенство окажется приближенным:

$$a_1 \approx 0,25 \text{ м/с}^2$$

По условию сила сопротивления пропорциональна скорости:

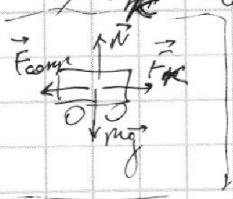
$$F_{\text{сопр}} = K v, \text{ где } K - \text{коэф. пропорциональности}$$

Для малерта окончатание разгона $a = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow F_k - F_{\text{сопр}} = 0 \Rightarrow F_k = F_{\text{сопр}} \Rightarrow F_k = K v_k, v_k - \text{скорость}$$

в конце разгона. Из графика видно, что $v_k \approx 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

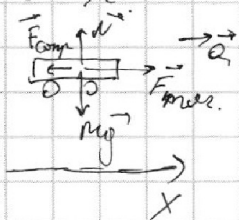
1 ☒	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	7 ☐
--	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

МФТИ

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

(Продолжение)

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



В проекции на горизонтальную ось x :

$$F_{тяг} - F_{сспр} = ma,$$

$$F_{тяги движателя} = F_1$$

$$F_1 = F_{сспр} + ma, = kx + ma,$$

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

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

$$F_1 \approx 850 Н.$$

Рассмотрим малый промежуток времени dt , за который сила тяги движателя 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 — ^{по модулю} перемещение за dt (обычно, это направление перемещения совпадает с направлением $\vec{F}$, поэтому формула $A = F \cdot dS \cos \alpha$ упрощается до $A = F \cdot dS$).

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Задача 2

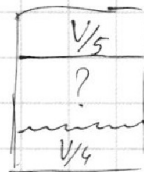
Для конечного состояния: $P_{верх} = P_{низ}$ (из условия равновесия)
(в-верхнее; н-нижнее).

Из закона Менделеева-Клапейрона:

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

$$\frac{\nu_b R \frac{5}{4} T_0}{V_b} = \frac{\nu_n R \frac{5}{4} T_0}{V_n}$$

$$\frac{\nu_b}{\frac{V}{5}} = \frac{\nu_n}{\frac{11V}{20}}$$



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

$$\nu_b = \frac{20}{11 \cdot 5} \nu_n = \frac{4}{11} \nu_n \Rightarrow \nu_n = \frac{11}{4} \nu_b = \text{const}$$

Поскольку в конечном состоянии газ не растворяется в жидкости, то в любой момент $\nu_n + \Delta \nu = \frac{11}{4} \nu_b$ (из условия равновесия).

Рассмотрим начальный момент времени (до нагревания)

ν'_n и ν'_b - количество в начальном состоянии.

$$P_0 V_b = \frac{5}{4} \nu'_b R T_0$$

$$P_0 V'_b = \nu'_b R T_0$$

$$P_0 = \frac{\nu'_b R T_0}{V'_b}$$

аналогично конечному состоянию

$$\frac{\nu'_b R T_0}{V'_b} = \frac{\nu'_n R T_0}{V'_n}$$

$$\nu'_b \cdot V'_n = \nu'_n \cdot V'_b$$

$$\nu'_b = \frac{(\nu'_n - P_0 K \frac{V}{4}) V'_n}{V'_n}$$

$$\nu'_b = \left(\nu'_n - \frac{K \nu'_b R T_0 V}{V'_b 4} \right) \frac{V'_b}{V'_n}$$

$$\nu'_b + \nu'_n + \frac{V}{4} = V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \nu'_b + \nu'_n = \frac{3}{4} V$$

$$\nu'_n = \frac{3}{4} V - \nu'_b$$

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
☐

МФТИ

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

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

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

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

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

$$\frac{15}{4} V_6' = V - V_4' - K R T_0 V \Rightarrow \frac{15}{4} V_6' = V - V_4' - K R T_0 V$$

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

$$9 V_6' + V_4' = \frac{3}{4} V \quad \text{всего}$$

$$\frac{11}{4} V_6' - V_4' = K R T_0 V$$

$$\Rightarrow V_4' = \frac{3}{4} V - \frac{31}{75} V =$$

$$V_4' V_6' = V_4' \cdot V_6'$$

$$= \frac{101}{4 \cdot 75} V$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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:

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

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U \Rightarrow \varphi_3 - \varphi_2 = 3U$$

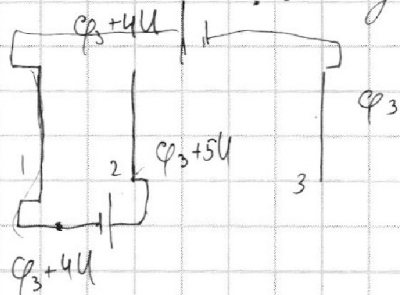
Отсюда и из ЗСЭ сразу найдем ответ на п. 2:

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

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

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:

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

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!

МФТИ

Вдали от сеток действие ~~полей~~ на на электрических ~~полей~~ сеток на частицу отсутствует. В силу того, что скорость частицы меняется только под влиянием электрического поля, движущимся перпендикулярно, скорость частицы в точке, где

Рассмотрим систему из двух сеток и бесконечности. Тогда, если потенциал одной сетки φ , то другой $(-\varphi)$ по св-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 $E_n = 0 = E_n \text{ на } d \Rightarrow$ равны $E_k \Rightarrow \Rightarrow V_{\text{в м.д.}} V = V_0 \Rightarrow$ посередине между ~~область~~ сетками 1 и 2 $V = V_0$.

При равноускоренном движении.

$$S = \frac{v_k^2 - v_n^2}{2a} \quad \text{для точек } 1 \text{ и } 2: \quad \begin{array}{c} x \frac{d}{2} \\ \frac{d}{2} \end{array}$$

$$\frac{d}{6} = \frac{v_0^2 - v_u^2}{2 \frac{qU}{m d}} \quad \text{и } v_u - \text{искомая скорость}$$

лишь из-за того, что 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: $a = \frac{U q}{m d}$

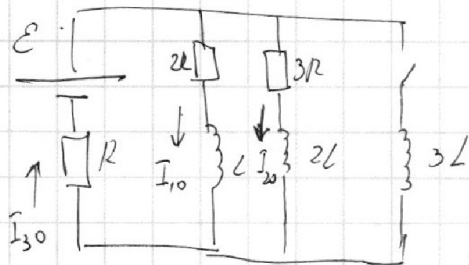
$$K_1 - K_2 = q U$$

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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐



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 соединения $2R$ 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:

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

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

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

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

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

Ток через катушки скачком поменяться 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
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

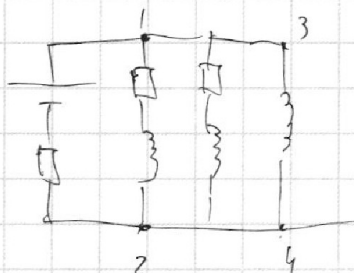
(продолжение.)

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

скорость изменения
тока через катушку $3L$

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

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



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

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

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

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

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

искомый заряд

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

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

$$\Rightarrow I_{3L} = \frac{\mathcal{E}}{R}. \text{ При замыкании ключа } 0 \Rightarrow \Delta I_{3L} = I_{3L} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

Ток I в конечном состоянии 0. При замыкании ключа

$$I = I_0 \Rightarrow \Delta I = 0 - I_0 = -\frac{3}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}. \text{ Тогда } \Delta q:$$

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

Ответ: 1) $I_0 = \frac{3}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}$ 2) $I'_{3L} = \frac{6}{11} \frac{\mathcal{E}}{L}$ 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:

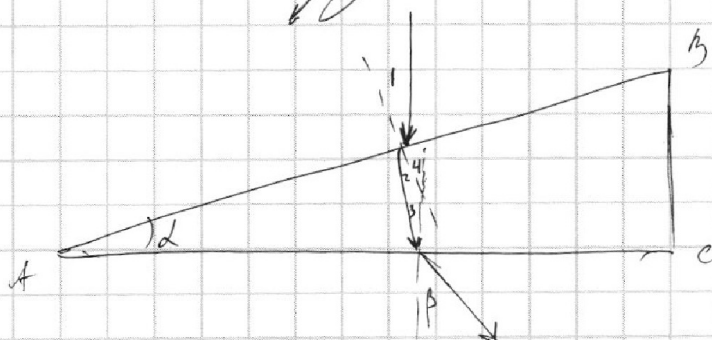
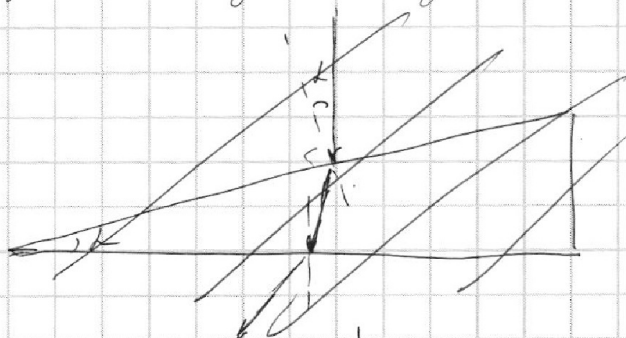
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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 чертёж хода луча:



$\angle 1 = \angle$, т.к. получен поворотом AC и перпендикулярна к ней AD .

$$\angle 2 = \frac{\angle 1}{n_2} = \frac{\angle}{1,7} \quad \text{т.к. } \angle \text{ малый угол, а } n_2 \text{ закон}$$

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

$\angle 4$ - внешний для Δ , образованного лучом и перпендикуляром к грани AB и AC . $\angle 4 = \angle$, т.к. $\angle + \angle \Rightarrow$

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

$$\angle 3 = \angle - \angle 2 = \angle - \angle \frac{10}{17} = \frac{7}{17} \angle$$

$$\frac{\angle 3}{\angle 2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \angle 3 = n_2 \cdot \angle 2 = \frac{17}{10} \cdot \frac{7}{17} \angle = \frac{7}{10} \angle.$$

Поскольку перпендикуляр к AC параллелен ходу луча AO

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

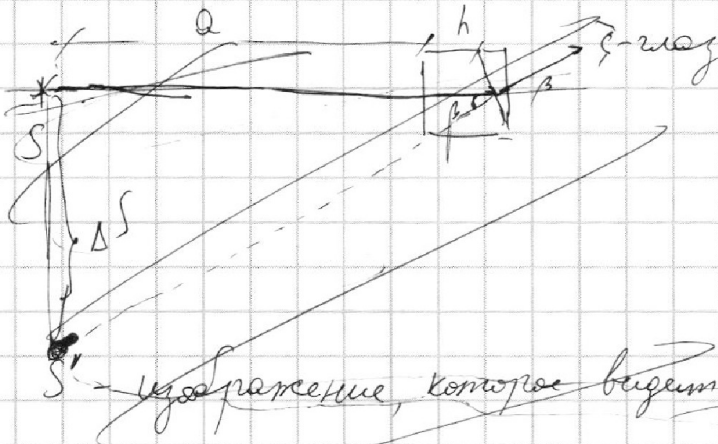
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

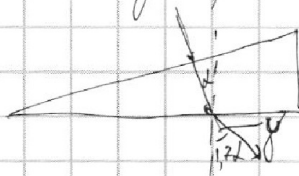
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

(продолжение 1)
 преломление, ~~то~~ искомым углом и есть $\beta = 0,7^\circ = 0,07 \text{ рад}$.



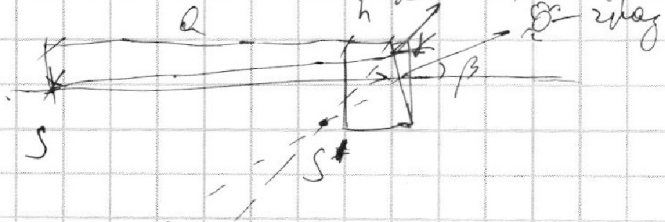
S' — изображение, которое видит наблюдатель

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



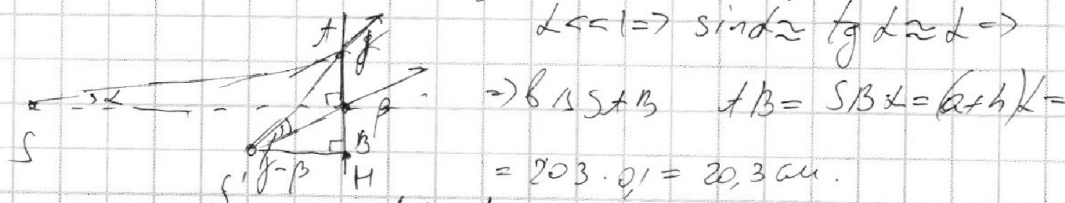
из геометрии (аналогично п.1) угол падения на вторую грань $\angle \Rightarrow$

$$\frac{h}{l} = n_2 \Rightarrow \gamma = 1,7^\circ$$



Считая вторую призму тонкой получаем

$$\angle \ll 1 \Rightarrow \sin \angle \approx \tan \angle \approx \angle \Rightarrow$$



$$\Rightarrow \triangle SAB \quad \angle B = \angle B \angle = (\alpha + \gamma) \angle = 203 \cdot 0,1 = 20,3 \text{ см.}$$

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☒

6
☐

7
☐

МФТИ

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

(продолжение 2)

$$= 203 \text{ см} = SB$$

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

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

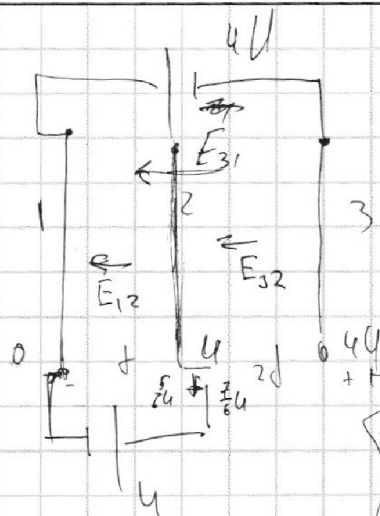
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

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

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

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

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

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

$$K_1 - K_2 = -\Delta n = qU$$

$$= \frac{7Uq}{3dm}$$

$$a = \frac{7Uq}{3dm}$$

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

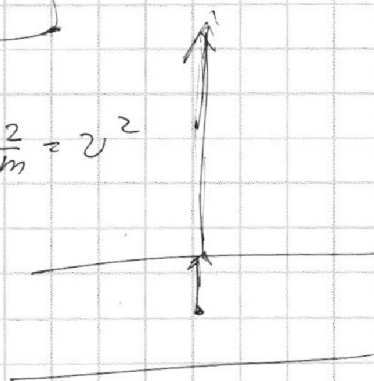
$$E_k \cdot \frac{2}{m} = v^2$$

$$\frac{2}{m} K_2 - \frac{2}{m} K_1$$

$$\frac{2 \cdot \frac{7Uq}{3dm}}{2} = d$$

$$\frac{2(K_1 - K_2)}{2Uq} = d$$

$$K_1 - K_2 = \frac{1}{2} qU$$



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



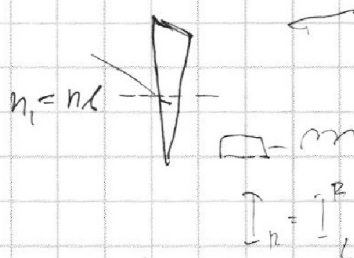
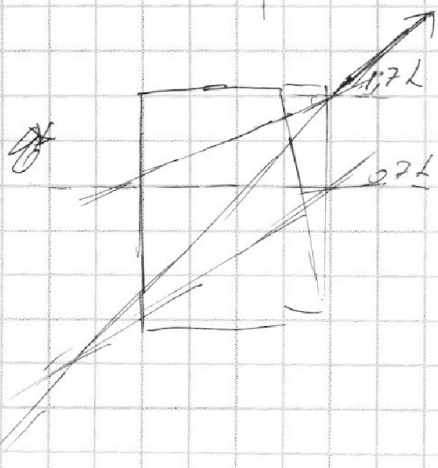
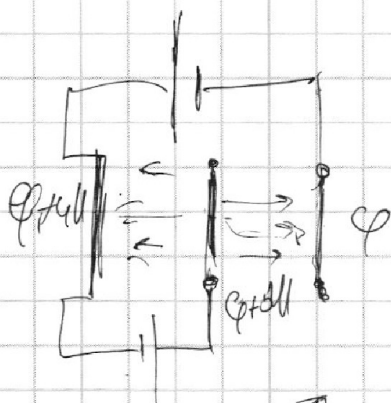
Черновик

$$K \cdot v_k = F_k$$

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

$$F_{\text{тр}} = kv_1 = 400 \text{ Н}$$

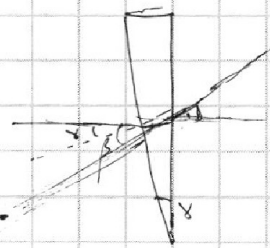
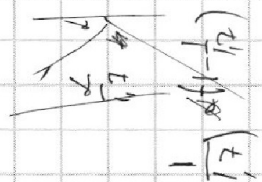
$$\frac{U}{2} \cdot q$$



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

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

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



$$\beta = 1,7L / (1 - 1,7) = 1,7L / (-0,7) = -2,428L$$

$$\sin \beta \approx \tan \beta \approx \beta \Rightarrow \Delta S = (a+h)\beta = 203 \cdot 0,07 = 14,21 \mu\text{м}$$

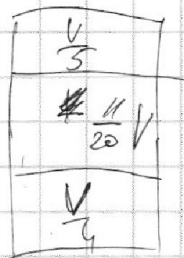
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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

Черновик



$$\frac{4}{5}V - \frac{1}{9} = \frac{16-5}{20} = \frac{11}{20}V$$

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

$$\frac{16R^{3/10}}{5} = \frac{16R^{5/16}}{420}$$

$$V_B = \frac{1}{4} \frac{1}{11} K$$

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

$$P_k V = \frac{3}{2} R T_0 V$$

$$P_k \frac{11V}{20} = \frac{5}{4} RT_0 \frac{4}{4} V$$

$$P_k = \frac{25RT_0 V_0}{4V}$$

~~$P_{OH} = P_{OV}$~~

$$\frac{V_c RT_c}{V_c} = \frac{(V_{K-\Delta V}) RT_c}{V_H} \quad P_K = \frac{P_c}{2}$$

$$\frac{V_b}{V_8} = \frac{\cancel{K}^{4/3} V_2}{V_H} = K P_0 \frac{V}{T}$$

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

$$A_0 = \frac{\lambda b}{V_f} m$$

$$P_0 V_f = \nu_f R T_0$$

$$P_K \frac{V}{T} = \frac{5}{2} \frac{V}{T} R T_0$$

$$P = \frac{dU}{dt} = \frac{F \cdot ds}{dt} = P_{\text{eff}}$$

$$\frac{P_{0V}}{V} = \frac{4}{3} \cdot 3 \cdot 10^3 \text{ m}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

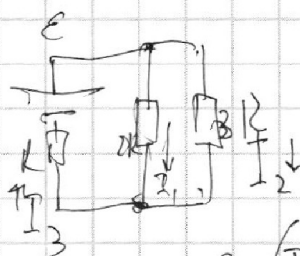
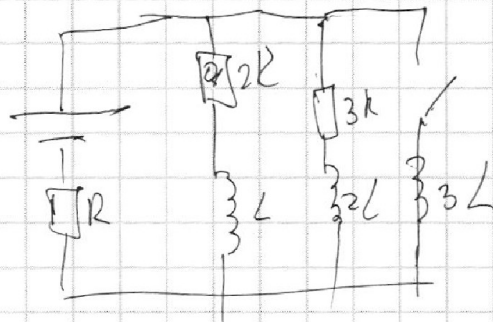
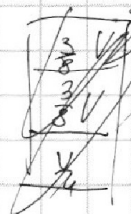
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



Черновик



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

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

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

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

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

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

$$2R I_1 = 3 I_2 R$$

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

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

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

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

