



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02

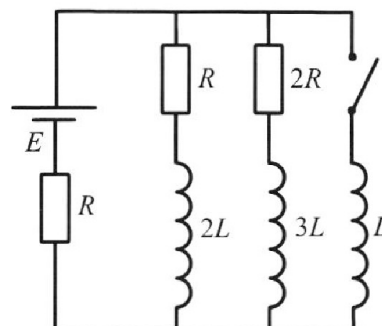


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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

- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с ч-исловыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_{\text{в}} = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 200$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,05$ 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.

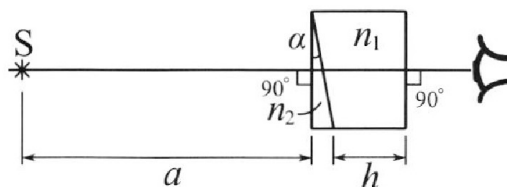


рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,8$, $n_2 = 1,6$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



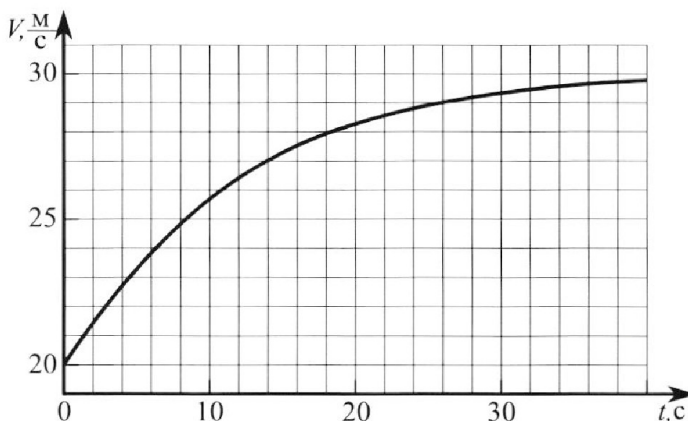
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02

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



1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 300$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 405$ Н.



1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости $V_1 = 27$ м/с.

2) Найти силу сопротивления движению F_1 при скорости V_1 .

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости V_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

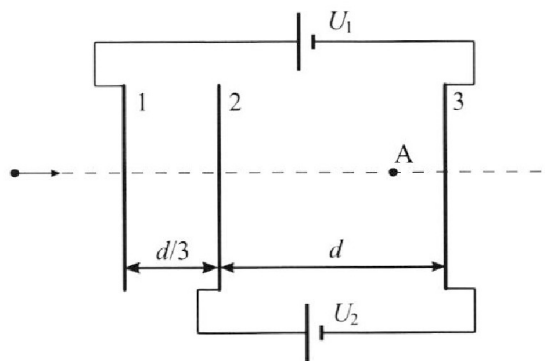
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/6$.

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 $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ 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 конечное давление в сосуде P . 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 $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 2U$ и $U_2 = U$. 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 2 и 3.

2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.

3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $2d/3$ от сетки 2.

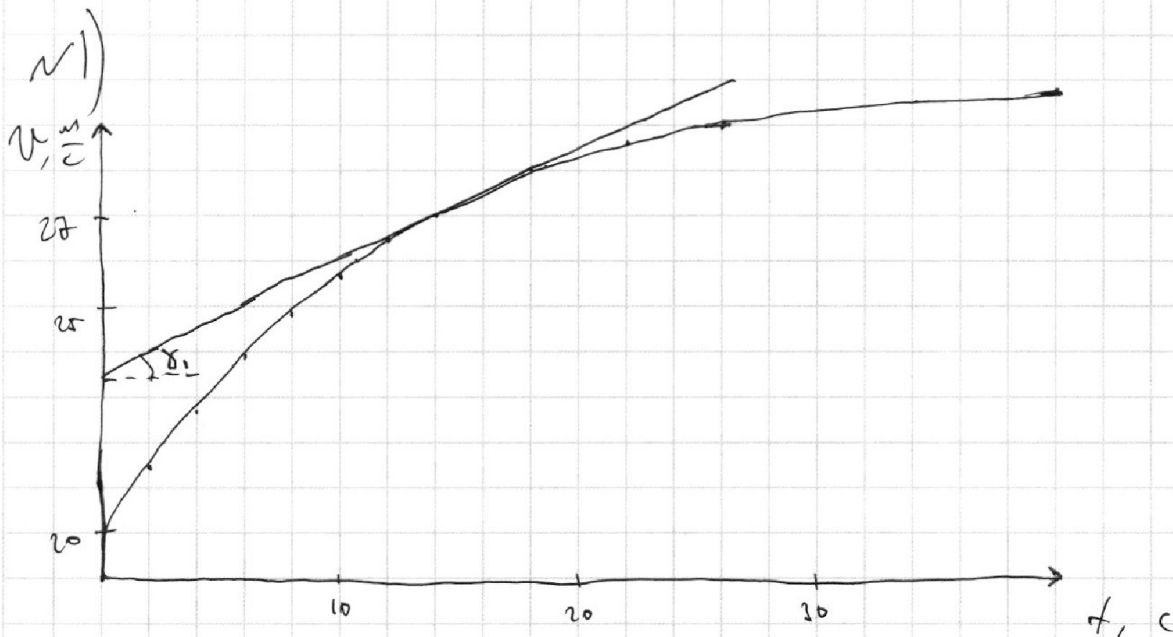
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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) Т.к. $a = \frac{dv}{dt}$, то чтобы найти a_1 — ускорение
моторчика при $v_1 = 27 \frac{м}{с}$, нужно посчитать
производную ф-ии $v(t)$ в точке $v = 27 \frac{м}{с}$.
Построим её графическим способом, проведем
касательную к графику $v(t)$ к точке ~~$t = 14$~~
 $t = 14$ с.

$$a_1 = \tan \alpha_1 \approx \frac{1}{2} \frac{м}{с^2} = 0,5 \frac{м}{с^2}$$

2) Рассмотрим движение моторчика в конце
района. ~~Считаем~~ Опираясь на график $v(t)$ замечаем,
что в точке $t = 35$ с (конец района) $v'(35) = a(35) \approx$
 ≈ 0 . Тогда, по II закону Ньютона:

$F_r - F_k = m \cdot 0 \frac{м}{с^2} = 0$, где F_r — ~~сила~~ сила
тяги моторчика. Тогда: $F_r = F_k$.



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

Продолжение №1)

~~Тогда при $v = v_1$ II з. Искорона:~~

~~$$F_T - F_1 = ma, \Leftrightarrow F_K - F_1 = ma,$$~~

~~$$F_1 = F_K - ma, = 255 \text{ Н}$$~~

Т.к. $P_T = \text{const}$, то:

$$F_T \cdot v_K = F_{T1} \cdot v_1 \quad (F_{T1} - \text{сила тяги при } v = v_1)$$

$$F_{T1} = F_T \cdot \frac{v_K}{v_1} = F_K \cdot \frac{v_K}{v_1} \quad (v_K - \text{скорость в конце разгона})$$

Тогда при $v = v_1$ II з. Искорона:

$$F_{T1} - F_1 = ma, \Leftrightarrow F_K \frac{v_K}{v_1} - F_1 = ma,$$

$$F_1 = F_K \frac{v_K}{v_1} - ma, = 300 \text{ Н}$$

3) Обозначим искомую величину α . Тогда:

$$\alpha = \frac{P_1}{P_{T1}} = \frac{F_1 v_1}{F_{T1} v_1} = \frac{F_1}{F_{T1}} = \frac{F_1 v_1}{F_K v_K} = \frac{2}{3}$$

Ответ: 1) $0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; 2) 300 Н ; 3) $\frac{2}{3}$

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

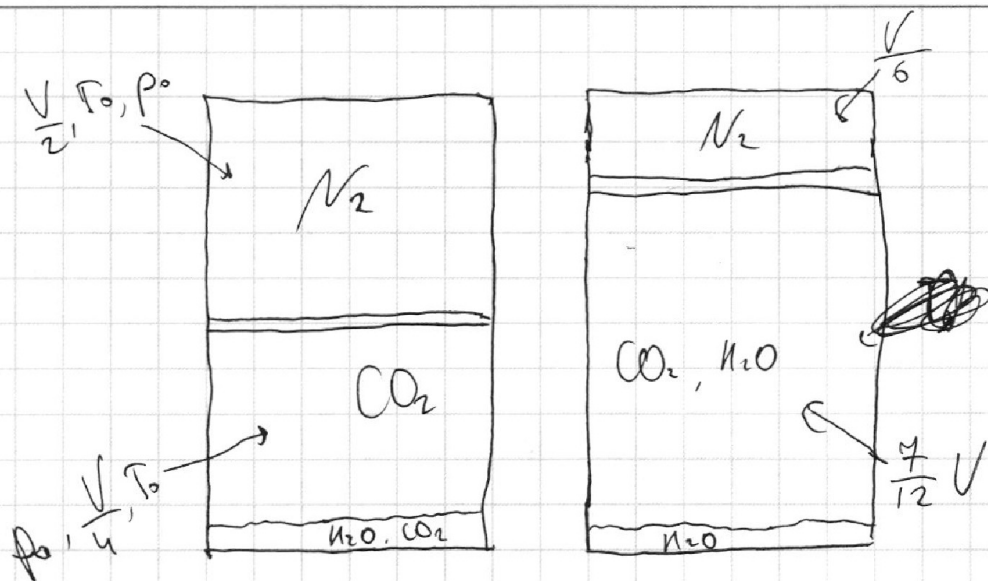
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

~2)



1) Т.к. за переоборудование поршень некачается, то:

$p_{H_2O} = p_{CO_2} = p_0$ (зависимость паров при T_0 не-
небрегаем)

По закону Генри рассчитаем ~~объем~~ раство-
ренного углекислого газа:
ко-во в-ва

$$\Delta V = k p_0 W = \frac{k p_0 V}{4}$$

Тогда ко-во в-ва CO_2 : $n_{CO_2} = \frac{p_0 V}{4 R T_0} + \frac{k p_0 V}{4}$

(по уравнению Менделеева - Клапейрона)

$$n_{N_2} = \frac{p_0 V}{2 R T_0}$$

$$\frac{n_{H_2O}}{n_{CO_2}} = \frac{\frac{p_0 V}{2 R T_0}}{\frac{p_0 V}{4 R T_0} + \frac{k p_0 V}{4}} = \frac{\frac{1}{2 R T_0}}{\frac{1}{4 R T_0} + \frac{k}{4}} = \frac{2}{1 + k R T_0} = \frac{2}{1 + 1} = 1$$

$$= \frac{p_0}{47}$$

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)

2) Т.ф. после нагрева поршень погрузился, т.е.

$p_{H_2} = p_{CO_2} + p_{H_2O}(1)$. При $T = 373K$ давление паров $p_{H_2O} = p_{atm}$

По уравнению Менделеева Клапейрона:

$$\left. \begin{aligned} p_{H_2} \frac{V}{6} &= \nu_{H_2} R T \\ p_0 \cdot \frac{V}{2} &= \nu_{H_2} R T_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow p_{H_2} = p_0 \cdot 3 \frac{T}{T_0}$$

Т.к. при $T = 373K$ углекислый газ практически не растворится, то:

$$\left. \begin{aligned} p_{CO_2} \cdot \frac{7}{12} V &= \nu_{CO_2} R T \\ p_0 \cdot \frac{V}{4} &= \nu_{CO_2} R T_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow p_{CO_2} = p_0 \cdot \frac{3}{7} \frac{\nu_{CO_2}}{\nu_{CO_2}'} \cdot \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{\nu_{CO_2}}{\nu_{CO_2}'} = \frac{\frac{p_0 V}{4 R T_0} + \frac{k p_0 V}{4}}{\frac{p_0 V}{4 R T_0}} = 1 + k R T_0$$

Подставим в (1):

$$3 p_0 \frac{T}{T_0} = \frac{3}{7} p_0 (1 + k R T_0) \cdot \frac{T}{T_0} + p_{atm}$$

$$p_0 \left(3 \frac{T}{T_0} - \frac{3}{7} \frac{T}{T_0} (1 + k R T_0) \right) = p_{atm}$$

$$p = p_{H_2} = p_0 \cdot 3 \frac{T}{T_0} = \frac{p_{atm}}{3 \frac{T}{T_0} - \frac{3}{7} \frac{T}{T_0} (1 + k R T_0)} \cdot \frac{3T}{T_0} = \frac{2 p_0}{233} p_{atm}$$

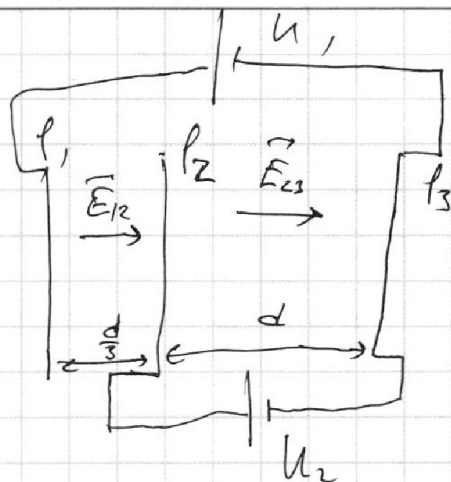
Ответ: 1) $\frac{p_0}{47}$; 2) $\frac{2 p_0}{233}$

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!

3) Обозначим потенциалы сеток за $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$.

1) Т.к. $d \ll$ размеров сеток, то поле между сетками можно считать однородным.



Рассмотрим поле между сетками 2 и 3:

$$U_{23} = \varphi_2 - \varphi_3 = U_2 = U$$

$$E_{23} = \frac{U_{23}}{d} = \frac{U}{d} \quad (\text{т.к. однородное})$$

Работа по $\vec{E}$ г. Мысленно где расоны:

$$E_{23} q = m a_{23} \quad (\text{силы тяжести пренебрегаем})$$

$$a_{23} = \frac{U_{23} q}{d m} = \frac{U q}{d m}$$

2) При пролёте расоны между 2 и 3 сетками работа поле E_{23} идёт на увеличение кинетической энергии расоны:

$$A_{23} = \Delta K \Leftrightarrow (\varphi_2 - \varphi_3) q = K_3 - K_2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow K_3 - K_2 = U_2 q = U q$$

$$\begin{aligned} 3) \varphi_1 - \varphi_3 = U_1 = 2U \\ \varphi_2 - \varphi_3 = U_2 = U \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \varphi_1 - \varphi_2 = U$$



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!

Продолжение №3)

При увеличении расстояния до т.А работа нап. E_{12} и нап. E_{23} идёт на увеличение кинетической энергии расщепля:

$$(I_1 - I_2)q + E_{23} \cdot \frac{2}{3}d \cdot q = \frac{m(V_A^2 - V_0^2)}{2}$$

$$Uq + \frac{2}{3}Uq = \frac{m(V_A^2 - V_0^2)}{2}$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{10}{3} \frac{Uq}{m}}$$

Ответ: 1) $\frac{Uq}{dm}$; 2) Uq ; 3) $\sqrt{V_0^2 + \frac{10}{3} \frac{Uq}{m}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

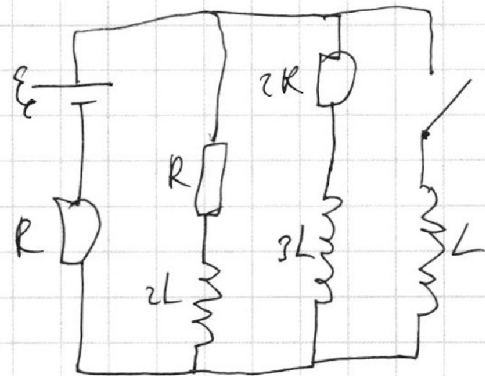
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

~4)

1) Т.к. при размыкании цепи
режим в системе установившийся,
то напряжения на катушках
уже достигли. Тогда, грубо
скажем, для расчета тока I_0 их можно
игнорировать:



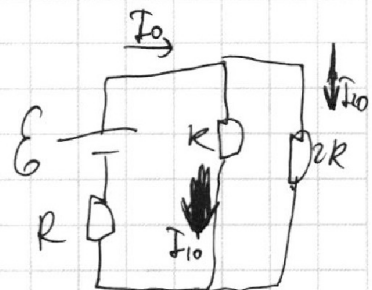
игнорировать:

I правило Кирхгофа:

$$I_0 = I_{20} + I_{10}$$

II правило Кирхгофа:

$$\begin{cases} \epsilon = I_0 R + I_{10} R \\ \epsilon = I_0 R + 2I_{20} R \end{cases} \quad \begin{cases} \epsilon = 2I_{10} R + I_{20} R \\ \epsilon = I_{10} R + 3I_{20} R \end{cases}$$



$$\epsilon = 2\epsilon - 6I_0 R + I_0 R \Rightarrow I_0 = \frac{\epsilon}{5R}$$

2) Сразу после замыкания ключа ток через
источник всё также равен I_0 . Тогда напря-
жение на катушке L:

$$\begin{cases} U_L = \epsilon - I_0 R = \epsilon - \left(\frac{\epsilon}{5R} + \left(\epsilon - \frac{3\epsilon}{5} \right) \right) R = \\ = \frac{2}{5} \epsilon \end{cases}$$

$$U_L = LI' \quad (\text{где } I' - \text{скорость возрастания тока через } L)$$

$$\frac{2}{5} \epsilon = LI' \Rightarrow I' = \frac{2}{5} \frac{\epsilon}{L}$$



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 №4)

3) Точка движется вдоль оси x через L начинает расти $\Rightarrow$ начинает расти ток через индуктор $\Rightarrow$ начинает падать напряжение на резисторах R и $2R$. Ток через резисторы, протекает через катушку соленоида так же, как и обратное магнитное поле, то $I_2 = \frac{1}{3} I_1$

$$I_1 = I_0 \tau \Rightarrow I_2 = \frac{1}{3} I_0 \tau$$

$$\text{Ответ: } \parallel \frac{\varepsilon}{5R} ; 2) \frac{2}{5} \frac{\varepsilon}{L}$$

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!

№5)

1) Т.к. $n_1 = n_6$, то проходя
через призму n_1 луч света
не будет менять своего
направления. Рассмотрим
преломление ^{нашего} луча при про-
хождении через призму n_2 :

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_6}{n_2}; \quad \text{Т.к. } \alpha \text{ и } \beta - \text{наши углы, то:}$$

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{n_6}{n_2} \Rightarrow \beta = \alpha \frac{n_2}{n_6} = 2 n_2. \quad \text{Тогда}$$

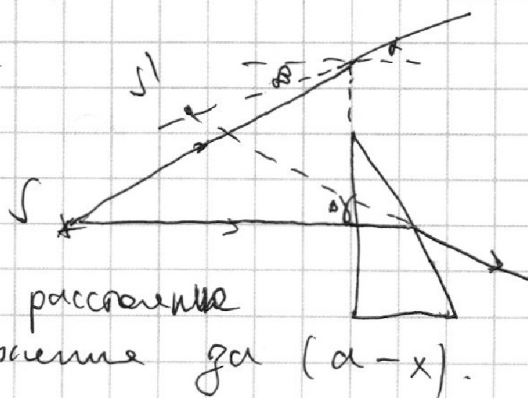
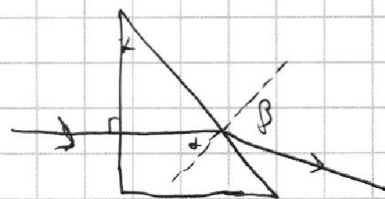
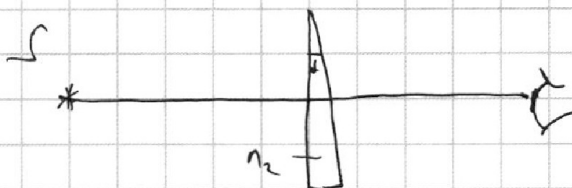
искомый угол отклонения:

$$\delta = \beta - \alpha = \alpha (n_2 - 1) = 0,6 \alpha = 0,03 \text{ рад}$$

2) Рассмотрим луч, который ~~не входит~~ выходит
из призмы под углом α к правой n_1 -м
призме. Тогда данный луч падает на
левую грань призмы под углом β к нормали.

Т.к. толщина призмы

n_2 мала, то при
беге ей. Обозначим
горизонтальное расстояние
от источника до изображения z как $(a-x)$.



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 №5-

$$a \cos \beta = x (\cos \delta + \cos \alpha)$$

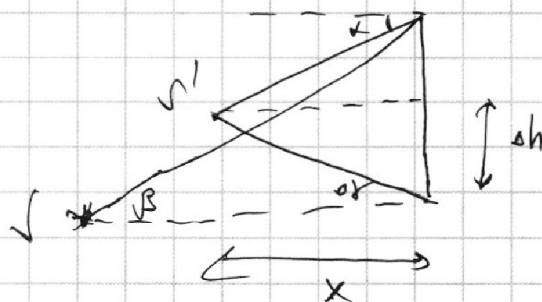
т.к. углы α, β и δ малы, то:

$$x = a \frac{\beta}{\delta + \alpha}$$

$$sh = x \delta = a \frac{\beta \delta}{\delta + \alpha}$$

расстояние между источником и изображением:

$$\begin{aligned} \Delta S &= \sqrt{sh^2 + (a-x)^2} = \sqrt{\left(a \frac{\beta \delta}{\delta + \alpha}\right)^2 + a^2 \left(1 - \frac{\beta}{\delta + \alpha}\right)^2} = \\ &= \sqrt{(a \delta)^2 + 0} = a \delta = 6 \text{ см} \end{aligned}$$



3) Разделим правую призму

на 2 части, как показано на

рисунке. Тогда правая часть

этой призмы — плоскопараллельная

пластина, создающая изображение по вертикали.

Рассмотрим то, какое будет изображение через призму

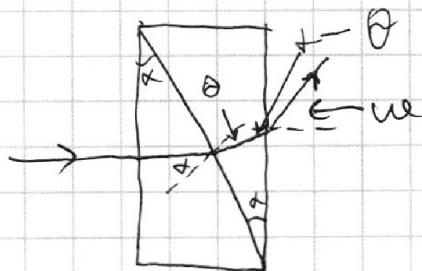
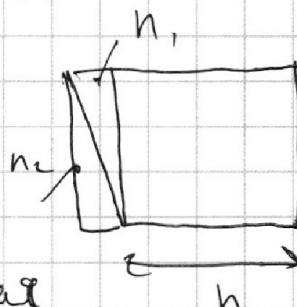
n_2 и левую часть n_1 ; т.к. углы малы, то

горизонтальное проектное расстояние Δ источника

и изображение $\approx \Delta$

$$\frac{\Delta}{\theta} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{\Delta - \theta}{\omega} = \frac{1}{n_1}$$

$$\theta = \Delta \frac{n_2}{n_1}; \quad \omega = n_1 \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right) \Delta$$



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 №5)

$$\frac{d}{\theta_1} = \frac{n_2}{n_1}; \quad \frac{\alpha - \theta_1}{\omega} = \frac{1}{n_2}$$



$$\theta_1 = \alpha \frac{n_1}{n_2}; \quad \omega = n_2 \alpha \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right)$$

Тогда:

$$\Delta h_1 = \cancel{\alpha} = \alpha (\omega - \omega_1) =$$

$$= -2\alpha \alpha (n_1 - n_2)$$

Теперь рассмотрим изменение Δh_2 от максимизированной максимизации:

$$\beta_2 = \frac{d_2}{n_1}; \quad \Delta h_2 = h \beta_2 = h \frac{d_2}{n_1}$$

При $d_2 = \omega$:

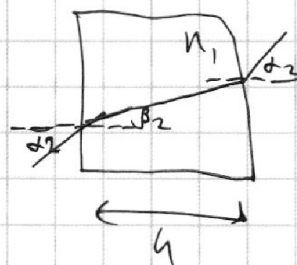
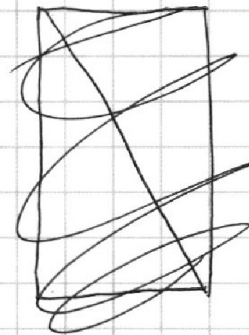
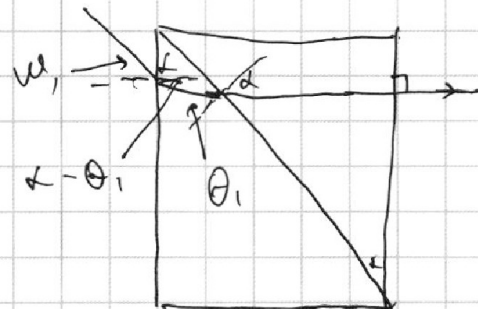
$$\Delta h_2 = h \alpha \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right)$$

Тогда искомое вертикальное изменение:

$$\Delta h = \Delta h_1 - \Delta h_2 = 2\alpha \alpha (n_1 - n_2) - h \alpha \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right) =$$

$$= \Delta L = 3,95 \text{ м}$$

Ответ: 1) 0,03 рад; 2) 6 м; 3) 3,95 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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

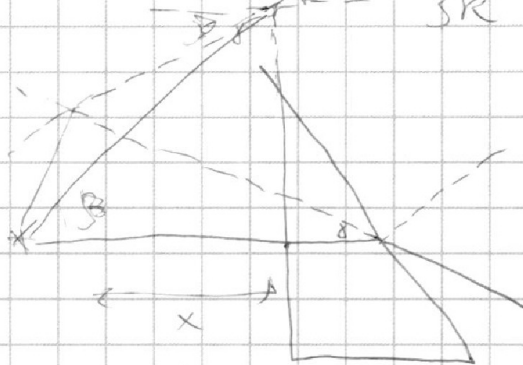
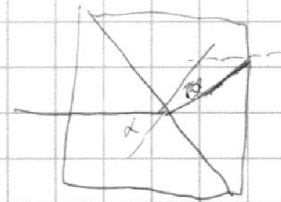
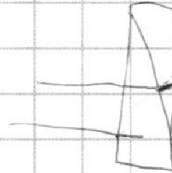


$$3LI_2' - I_2 R = LI_1' = \mathcal{E} - I_1 R = 2LI_1' - I_1 R$$

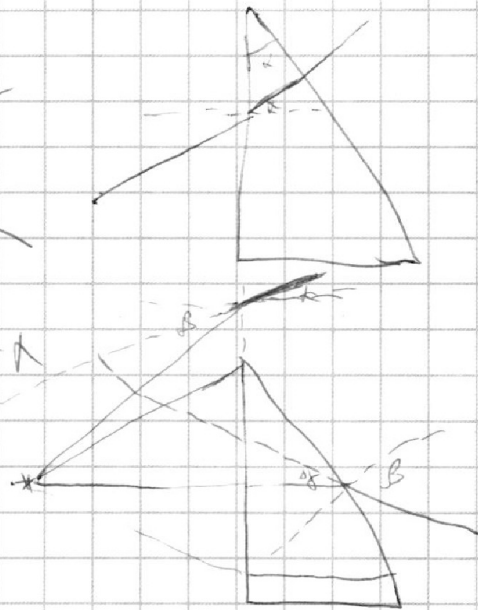
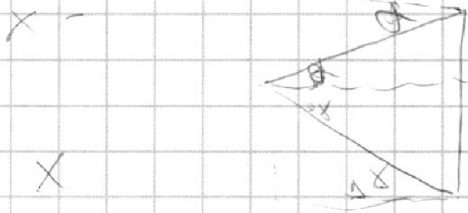
$$3L \frac{dI_2}{dt}$$

$$2P I_2 = \Delta I$$

$$\frac{\mathcal{E}}{R} = 30 I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{\mathcal{E}}{3R}$$



$$180 - 90 + \theta - \alpha = 90 + \theta - \alpha$$

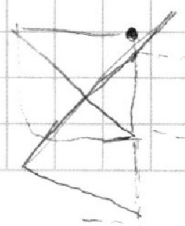
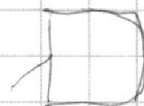


$$\alpha + \beta = \alpha + \beta + \alpha + \beta = 2(\alpha + \beta)$$

$$90 - (90 + \theta - \alpha) = \alpha - \theta$$

$$g \cdot 0,05 \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{n}$$

$$\begin{aligned} & 2100 \cdot 0,05 \cdot 0,2 = \\ & = 210 \cdot 0,05 = 10,5 \end{aligned}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$(F - P)U = P$$

$$\begin{matrix} & & & \\ & & & \\ & & & \\ f_1 & f_2 & f_3 & \end{matrix}$$

$$\begin{aligned} f_1 - f_3 &= 4, \\ f_2 - f_3 &= 4/2 \end{aligned}$$

$$400$$

$$17$$

$$8100$$

$$\begin{array}{r} 405720 \\ - 15 \\ \hline 135 \end{array}$$

$$3LI_2 +$$

$$LI' =$$

$$27 \cdot \frac{10}{300}$$

$$405 \cdot 30$$

$$\frac{10}{15}$$

$$=$$

$$\frac{4}{4}$$

$$4$$

$$1 - \frac{47}{280}$$

$$2,25 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 10^3$$

$$17 + 1,5 = 13,5$$

$$1,35$$

$$\frac{280}{233}$$

$$2,25$$

$$LI' = \varepsilon - IR$$

$$Lq'' = \varepsilon - q'R$$

$$L \frac{dI}{dt} = \varepsilon - \frac{dq}{dt} R$$

$$100 \cdot 0,08 \cdot 0,03$$

$$100 \cdot \frac{27}{100}$$

$$\frac{P_0 V}{k R T_0}$$

$$\frac{k p_0 V}{x}$$

$$\frac{p_0 V}{k R T_0}$$

$$k R T_0$$

$$1 +$$

$$1 + 0,6 \cdot 2,25$$

$$2,35$$

$$= \frac{1}{235}$$

$$k R T_0$$

$$\frac{2 \cdot 10}{17}$$

$$\frac{40}{47}$$

$$\frac{47}{40}$$