



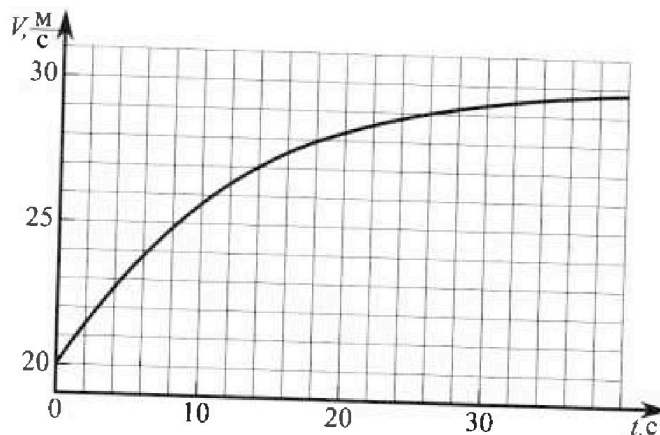
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04

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



1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240$ 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 $F_k = 200$ Н.



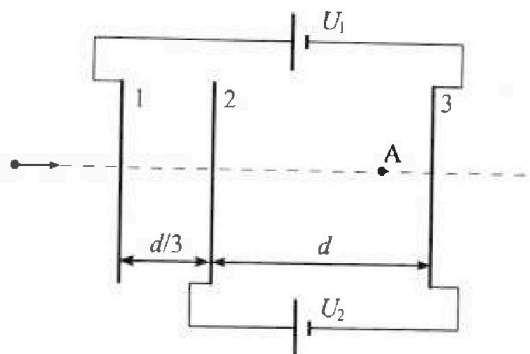
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- 2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численного ответа на первый вопрос 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 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 $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn растворённого газа в объёме жидкости пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = k p V$. 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 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 $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ 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 $3d/4$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

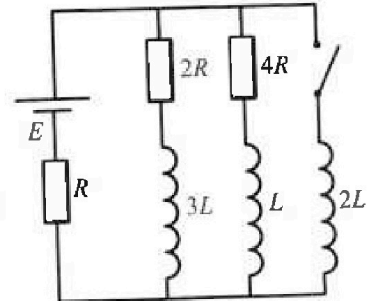
Вариант 11-04

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

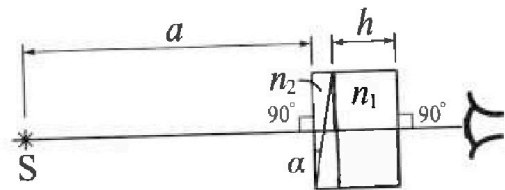


4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
 - 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
 - 3) Какой за ряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ 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 $a = 100$ 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 $h = 14$ 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 $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Задача 1.

$a_{\text{тг}} \frac{dv}{dt}$ - это коэффициент наклона касательной на графике $V(t)$ в т. V

1) чтобы найти ускорение мотоцикла в начале разгона проведем касательную в нач. точке (замечаем, что на участке от $t=0$ до $t=6$ график близок к прямой) $a_0 \approx \frac{4 \text{ м/с}}{6 \text{ с}} = \frac{2}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 0,67 \text{ м/с}^2$

2) $N = F_{\text{тяг}} \cdot v$  $ma = F_{\text{тяг}} - F_{\text{сопр}}$

в конце разгона
в начале разгона
 $ma_0 = F_{\text{оп}} - F_0$

$$F_k = 200 \text{ Н} \quad v_k \approx 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad N = F_k \cdot v_k$$

$$F_{\text{оп}} \quad v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad N = F_{\text{оп}} \cdot v_0$$

$$F_{\text{оп}} = \frac{F_k \cdot v_k}{v_0} = \frac{200 \cdot 30}{20} = 300$$

$$F_0 = \frac{F_k \cdot v_k}{v_0} - ma_0 = \frac{200 \cdot 30}{20} - 240 \cdot \frac{2}{3} = 140 \text{ Н}$$

3) часть мощности, которая идет на преодоление сил сопротивления

$$\eta = \frac{F_0}{F_{\text{оп}}} = \frac{140}{300} = \frac{7}{15}$$

Ответ: 1) $a \approx 0,67 \text{ м/с}^2$ 2) $F_0 = 140 \text{ Н}$ 3) $\eta = 7/15$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

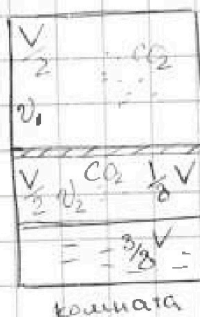
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

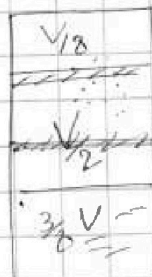
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Поря QR-кода недопустим!

Задача 2.



V

T₀



$$\frac{4}{3} T_0 = 373 \text{ K}$$

1) насколько поршень невесомый,
давление сверху и снизу одинаково
 $PV = \nu RT$

при комнатной температуре (т.к. нет паров)

$$\frac{PV}{2 \text{ верх. часть}} = \nu_1 R T_0 \quad \frac{P \cdot \frac{1}{2} V}{8 \text{ нижняя часть}} = \nu_2 R T_0$$

ν_2 - газ, не растворенный в воде
~~аэз - краэ~~

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = 4$$

2) при этом растворенный в воде газ $\Delta \nu = k p \cdot \frac{3}{8} V$
при установлении $T_{\text{кип}} = \frac{4}{3} T_0 = 373 \text{ K}$ над жидкостью образуется насыщенный пар, который будет оказывать давление равно $P_{\text{атм}}$ и весь газ, который был растворен в воде перейдет в газообразное состояние.

тогда $P' \cdot \frac{V}{8} = \nu_1 R \cdot \frac{4}{3} T_0$ - это для газа в верхней полов.
 $P' = \frac{16}{3} P$ $P' = P_{\text{атм}} + P_{\text{газ}}$ (давление создает газ и пар)

при этом для газа в нижней части $\frac{P' \cdot \frac{1}{2} V}{8} = (\nu_2 + \Delta \nu) \cdot R \cdot \frac{4}{3} T_0$

$$\frac{16 P \cdot \frac{1}{2} V}{3 \cdot 8} = \left(\frac{PV}{8 R T_0} + k p \cdot \frac{3}{8} V \right) \cdot R T$$

$$\frac{113}{3} = \frac{1}{T_0} + 3 k R T + \frac{4}{3} + 3 \cdot 0.6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3$$

$$\frac{113}{3} = \frac{54}{1}$$

$$P_{\text{газ}} \cdot \frac{V}{2} = (\nu_2 + \Delta \nu) R \cdot \frac{4}{3} T_0$$

$$P' = P_{\text{атм}} + P_{\text{газ}}$$

$$\frac{16}{3} P = P_{\text{атм}} + \frac{37}{20} P$$

$$P_{\text{газ}} \cdot \frac{V}{2} = \left(\frac{PV}{8 R T_0} + k p \cdot \frac{3}{8} V \right) \cdot R T$$

$$P_{\text{газ}} = 2 P R T \left(\frac{1}{8 R T_0} + \frac{k \cdot 3}{8} \right)$$

$$P_{\text{атм}} = \frac{320 - 111}{60} = \frac{209}{60} P$$

$$P_{\text{газ}} = 2 P \left(\frac{T}{8 T_0} + \frac{3 k R T}{8} \right) = 2 P \left(\frac{4}{3} + 3 \cdot 0.6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \right)$$

$$P_0 = \frac{60}{209} P_{\text{атм}}$$

$$= \frac{R}{4} \left(\frac{4}{3} + \frac{27}{5} \right) = \frac{P \cdot 111}{60} = \frac{37}{20} P$$

Ответ: $\nu_6 / \nu_n = 4$

$$P_0 = \frac{60}{209} P_{\text{атм}}$$



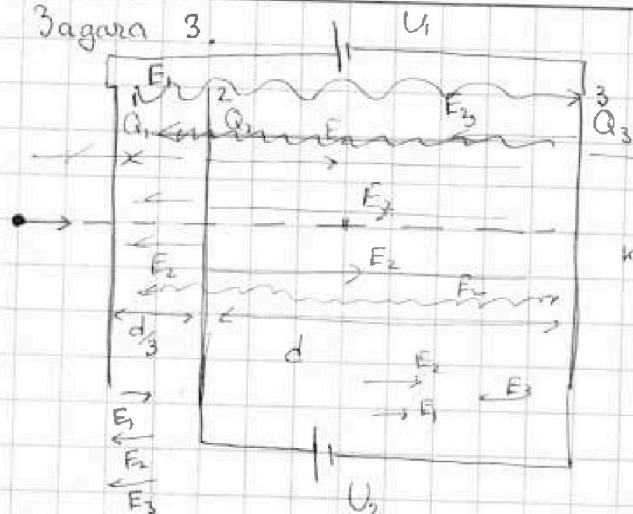
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Задача 3.



при подключении к сеткам
электронов U_1 и U_2 на
каждой сетке возникает
заряды Q_1, Q_2, Q_3

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

т.к. $d \ll S$, то поле от
каждой пластины внутри имеет
систему можно считать однород.
(как поле от бесконечной плоскости)

$$\text{поле } E_{12} = E_1 - E_2 - E_3$$

$$E_{12} = E_1 - E_2 - E_3$$

$$E_{23} = E_1 + E_2 - E_3$$

$$E_{23} \cdot d = U_2$$

$$E_{23} = \frac{U_2}{d} = \frac{U}{d}$$

$$E_{12} \cdot \frac{d}{3} + E_{23} d = U_1$$

$$E_{12} \frac{d}{3} = (U_1 - U_2)$$

$$E_{12} = \frac{3(U_1 - U_2)}{d}$$

$$= \frac{4U \cdot 3}{d} = \frac{12U}{d}$$

1) $F = qE$ - сила, дейст. на заряд

$$ma = F = qE$$

$$a = \frac{q}{m} E_{23} = \frac{qU}{md}$$

2) $K_2 + q_2 q = K_3 + q_3 q$

$$K_3 - K_2 = q(\varphi_2 - \varphi_3) = qU$$

3) $K_1 - K_2 = -q \int (E_{12} \cdot \frac{d}{3})$

$$K_1 = \frac{mU_0^2}{2}$$

$$K_2 - K_A = -q \cdot (E_{23} \cdot \frac{3d}{4})$$

$$K_1 - K_A = -q \left(4U + \frac{3}{4}U \right) = -\frac{19}{4}qU$$

$$\frac{mU_A^2}{2} = \frac{mU_0^2}{2} + \frac{19}{4}qU = \frac{19qU + 2mU_0^2}{2} = \frac{19}{2}qU + mU_0^2$$

$$U_A = \sqrt{U_0^2 + \frac{19qU}{2m}}$$

Ответ: 1) $\frac{qU}{md}$ 2) $K_3 - K_2 = qU$ 3) $U_A = \sqrt{U_0^2 + \frac{19qU}{2m}}$

отметим, что т.к. $q \ll |Q|$,
то частица не влияет на
перераспределение зарядов на
сетках.



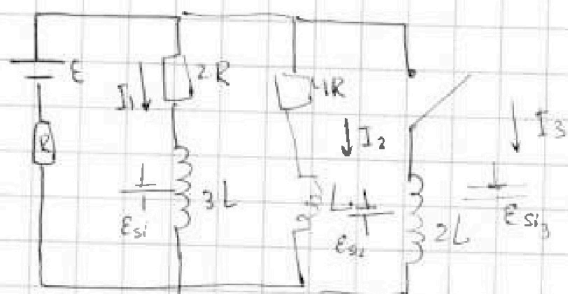
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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.



$$\mathcal{E}_{S1} = -L \frac{dI}{dt} \quad \text{в установившемся режиме } \frac{dI}{dt} = 0$$

$$\begin{aligned} 1) \quad I_1 \cdot 2R &= I_2 \cdot 4R \\ I_1 &= 2I_2 \\ \mathcal{E} &= (I_1 + I_2)R + I_1 \cdot 2R = \\ &= 3I_2 R + 4I_2 R = 7I_2 R \\ I_{20} &= \frac{\mathcal{E}}{7R} \quad I_{10} = \frac{2\mathcal{E}}{7R} \end{aligned}$$

2) сразу после замыкания ключа ток в цепи установится не мгновенно

$$I_2 \cdot 4R = -\mathcal{E}_{S1} = 2L \frac{dI_3}{dt} = \frac{4\mathcal{E}}{7}$$

$$\frac{dI_3}{dt} = \frac{2\mathcal{E}}{7L}$$

3) в установившемся режиме при замкнутом ключе

$$\begin{aligned} I_1 &= 0 \quad I_2 = 0 \quad I_3 = \frac{\mathcal{E}}{R} \\ I_2 \cdot 4R - \mathcal{E}_{S1} &= -\mathcal{E}_{S3} \\ I_2 \cdot 4R - L \frac{dI_2}{dt} &= 2L \frac{dI_3}{dt} \quad | \cdot dt \quad \text{и проинтегрируем во времени} \\ 4Rq_2 - L(0 - \frac{\mathcal{E}}{7R}) &= 2L \cdot (\frac{\mathcal{E}}{R} - 0) \\ 4Rq_2 + \frac{L\mathcal{E}}{7R} &= \frac{2L\mathcal{E}}{R} \\ 4Rq_2 &= \frac{L\mathcal{E}}{R} \cdot \frac{13}{7} \quad q_2 = \frac{13}{28} \frac{L\mathcal{E}}{R^2} \end{aligned}$$

Ответы: 1) $I_{20} = \mathcal{E}/7R$

$$2) \quad \frac{dI_3}{dt} = \frac{2\mathcal{E}}{7L}$$

$$3) \quad q_2 = \frac{13}{28} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}$$



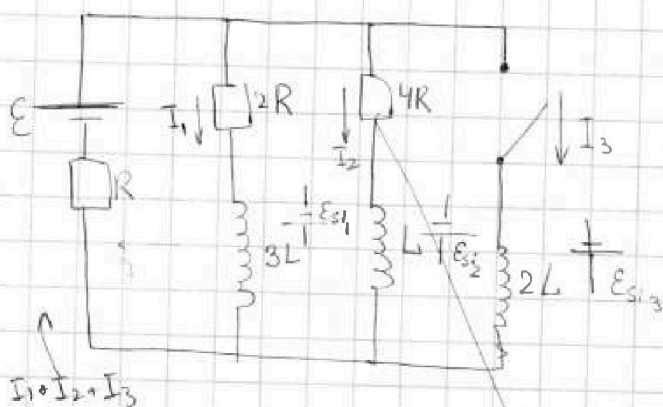
На одной странице можно оформлять **только одну задачу**.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Задача 4.



$$\mathcal{E}_{s1} = -L \frac{dI}{dt}$$

1) при установившемся
режиме $\frac{dI}{dt} = 0$

$$I_1 \cdot 2R = I_2 \cdot 4R \Rightarrow I_1 = 2I_2$$

$$\mathcal{E} = (I_1 + I_2)R + I_1 \cdot 2R$$

$$\mathcal{E} = 3I_2 R + I_2 4R = 7I_2 R$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{7R} \quad I_1 = \frac{2}{7} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

используем ток

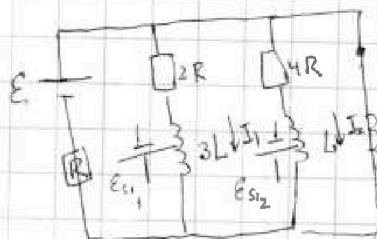
2) сразу после замыкания ключа ток в катушке 2L не возникает и в катушке 2L не возникает и в цепи отсутствует

$$-\mathcal{E}_{s1} = \mathcal{E} - (I_1 + I_2)R$$

$$2L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - \left(\frac{3}{7} \mathcal{E} - \frac{4}{7} \mathcal{E} \right)$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{2}{7} \frac{\mathcal{E}}{L}$$

3)



в установившемся режиме при замкнутом
ключе

$$I_1 = 0 \quad I_2 = 0 \quad I_3 = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$-\mathcal{E} + (I_1 + I_2 + I_3)R - \mathcal{E}_{s3} = 0$$

$$(1) I_1 \cdot 2R - 3L \frac{dI_1}{dt} = -2L \frac{dI_3}{dt}$$

$$I_1 \cdot 2R - \mathcal{E}_{s1} = I_2 \cdot 4R - \mathcal{E}_{s2} = -\mathcal{E}_{s3}$$

$$I_2 \cdot 4R - L \frac{dI_2}{dt} = +2L \frac{dI_3}{dt}$$

$$dq_1 = I_1 dt$$

$$2Rq_1 - 3L(0 - I_1) = 2LI_3$$

суммирование уравнение №1

$$2Rq_1 + 3L \frac{2}{7} \frac{\mathcal{E}}{R} = 2L \cdot \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$q_1 = \frac{4}{7} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}$$

$$2Rq_1 = \frac{L\mathcal{E}}{R} \left(2 - \frac{6}{7} \right) = \frac{8}{7} \frac{L\mathcal{E}}{R}$$

$$\text{Ответ: 1) } I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{7R}$$

$$2) \frac{dI}{dt} = \frac{2}{7} \frac{\mathcal{E}}{L}$$

$$3) q_1 = \frac{4}{7} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

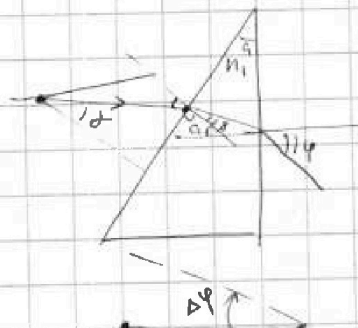
МФТИ

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

Задача 5 (продолжение)

$$B n_1 = \delta$$

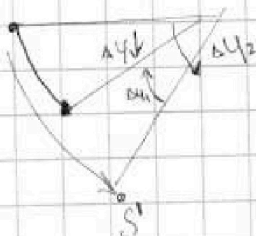
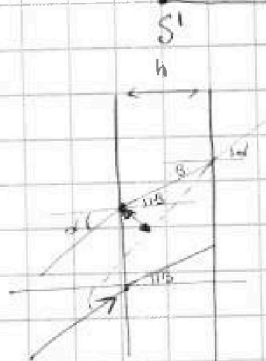
$$(A-B) n_1 = \gamma$$



$$\Delta y = \gamma - (A-B) = A n_1 - B n_1 + B n_1 - A = A(n_1 - 1)$$

Во параллельные лучи повернется на этот угол

В итоге после прохождения системы



$$\Delta y_2 = A(n_2 - 1)$$

$$\Delta y_1 = A(n_1 - 1)$$

$$\Delta y = \Delta y_2 - \Delta y_1 = A(n_2 - n_1)$$

$$= 0,03 \text{ рад}$$

$$\sin \alpha \approx \Delta y$$

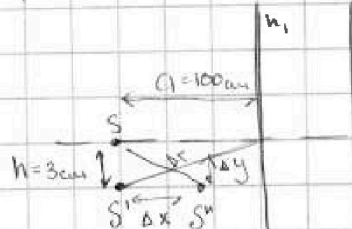
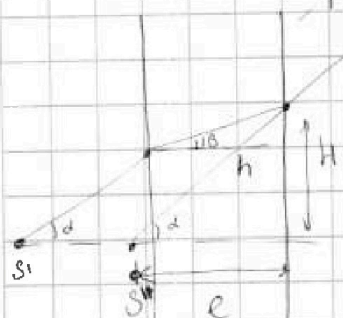
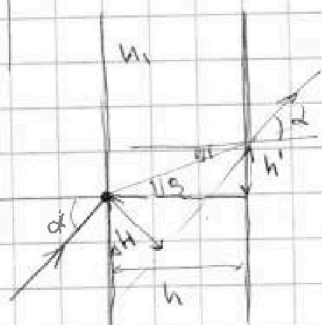
$$\cos \Delta y = 1 - \frac{\sin^2 \Delta y}{2} \approx 1$$

$$\sin \alpha = n_1 \sin \beta$$

$$\Delta H = \frac{\sin(\alpha - \beta) \cdot h}{\cos \beta}$$

$$\Delta = n_1 \beta \cdot \text{для малых углов}$$

т.е. как будто из центра лучи падают на параллельную пластинку



$$\Delta y = A(n_2 - n_1) \cdot A = 3 \text{ см}$$

$$\Delta x = h(n_1 - 1) = 4 \text{ см}$$

$$\Delta r = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 5 \text{ см}$$

$$C = \frac{H}{\tan \alpha} = \frac{\sin \beta \cdot \tan \beta \cdot h + \tan \alpha \cdot a}{\alpha} = \frac{d/n_1 \cdot h + 2a}{n_1} \cdot a$$

Ответ: 1) $\Delta y = 0,07 \text{ рад}$ 2) $\Delta y = 3 \text{ см}$ 3) $\Delta r = 5 \text{ см}$



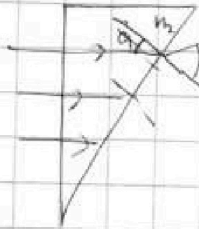
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Задача 5. когда $n_1 = n_2 = 1,0$, то найденная формула призма не
бывает на ходу.



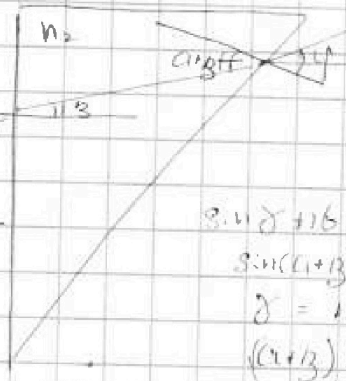
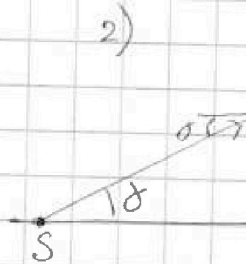
2)

$$\sin \alpha n_2 = \sin \beta n_1$$

$\alpha \approx \sin \alpha \approx \beta$
т.к. угол малый

$$\alpha n_2 = \beta$$

$$\Delta \varphi = \beta - \alpha = \alpha(n_2 - 1) = 0,07 \text{ рад}$$



рассмотрим парак-
суды, идущие
от источника к
призме

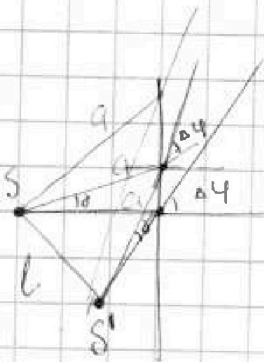
$$\sin(\delta + \beta) n_2 = \sin \beta$$

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

$$\delta = \alpha$$

$$(\alpha + \beta) n_2 = \alpha$$

отклонение луча от первоначального
направления $\Delta \varphi = \varphi - \alpha - \delta$
 $= \beta n_2 + \alpha n_2 - \alpha - \alpha = \beta \cdot \alpha(n_2 - 1)$
таким образом лучи, прошедшие
через призму повернутся на
 $\Delta \varphi = \alpha(n_2 - 1)$

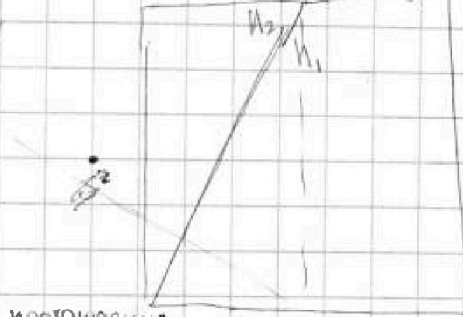
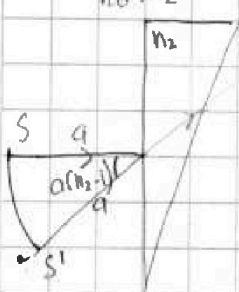


$$l = 100 \text{ см} \cdot 0,07 = 7 \text{ см}$$

$l = \alpha \cdot \Delta \varphi$ т.к. угол малый, или как будто
просто повернули экран
на малый угол $\Delta \varphi$

3) при $n_2 = 1,7$ $n_1 = 1,4$

рассмотрим последовательные ходы луча

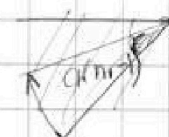
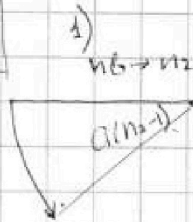
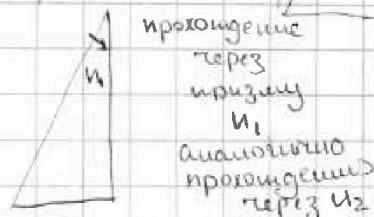


$$\sin \delta n_2 = n_1 \sin \beta$$

$$\sin(\alpha + \beta) n_2 = n_1 \sin \alpha$$

$$\Delta \varphi = \varphi - \alpha - \delta =$$

$$= (\alpha + \beta) \frac{n_2}{n_1}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

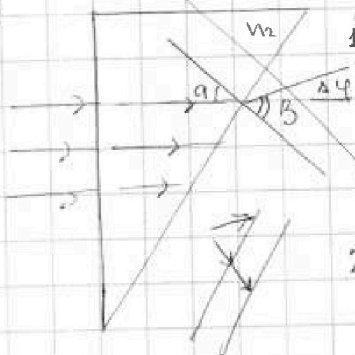
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

Задача 5.

Когда $n_1 = n_2 = 1$, нахождение второй призмы не влияет на ход
луча



$$1) \sin \alpha n_2 = \sin \beta n_1$$

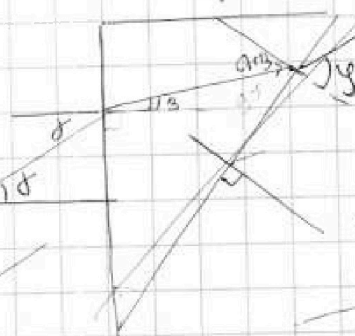
$$\sin \alpha n_2 = \beta$$

$$\Delta \varphi = \beta - \alpha = (n_2 - 1) \alpha$$

$$\Delta \varphi = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07$$

$$\alpha = \sin \alpha = \tan \alpha$$

2) рассмотрим параллельные лучи, идущие
от источника.



$$n_2 \sin \delta = \sin \gamma n_1$$

$$\sin(\alpha + \beta) n_2 = n_2 \sin \gamma$$

$$\delta = n_2 \beta$$

$$(n_2 - 1) n_2 = \gamma$$

Введем
ось X

направленную
по лучу

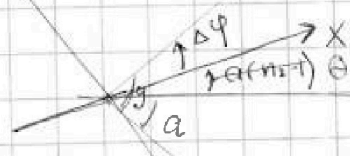
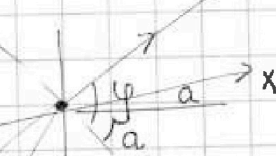
$\theta = (n_2 - 1)$

к горизонтальной

S

S

S



$$\Delta \varphi = \gamma - (\alpha + \theta)$$

$$\delta = \theta$$

$$\varepsilon - \varepsilon_0 = \frac{1}{c} \frac{d\varphi}{dt}$$

E

-E

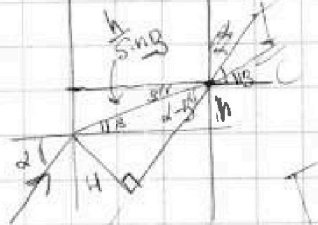
-E

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r}$$

$$RC = c$$

$$LC = \frac{1}{c^2}$$

$$\frac{L}{R} = \frac{1}{c^2}$$

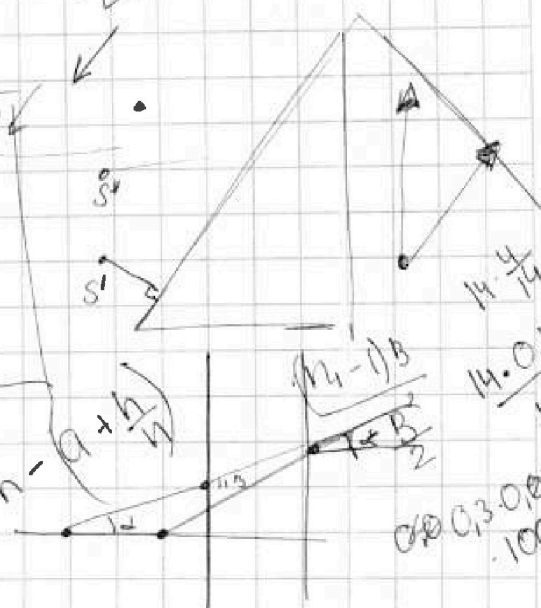


$$I = \frac{K_1}{\sin \alpha}$$

$$H = \sin(\alpha - \beta)$$



$$a + h = (a + \frac{h}{n})$$



$$\frac{(n_2 - 1) \beta}{2}$$

$$0,03 \cdot 0,01 \cdot 100$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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 5.

1) когда $n_1 = n_2 = 1.0$, то наличие второй призмы не влияет на ход луча

$$\sin \alpha n_2 = \sin \beta n_2$$

$$\alpha \approx \sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$$

т.к. угол малый

$$\alpha n_2 = \sin \beta$$

$$\sin \beta = 0.1 \cdot 1.7 = 0.17 \text{ рад}$$

$$\beta \approx \sin \beta \approx 0.17 \text{ т.к. это тоже малый угол}$$

то же самое

$$\Delta \delta = \beta - \alpha =$$

$$= 0.07 \text{ рад}$$

отклонение луча от параллельного направления

$$\varphi = \gamma - \alpha = \alpha n_2 + \beta n_2 - \beta = \alpha n_2 + \beta (n_2 - 1) = \alpha n_2 + \beta (n_2 - 1)$$

$$\text{т.к. } \tan \varphi \approx \frac{h}{l} \quad \tan \delta = \frac{h}{a} \quad \beta n_2 + \alpha (n_2 - 1)$$

$$\frac{\tan \varphi}{\tan \delta} = \frac{a}{l} \approx \frac{\gamma}{\delta} = n$$

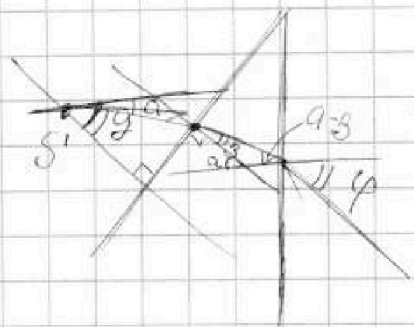
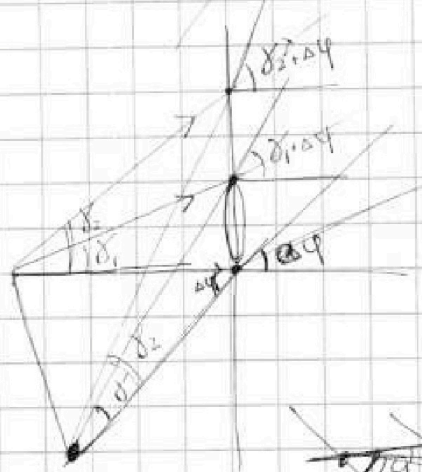
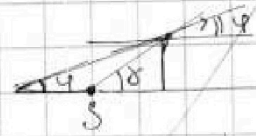
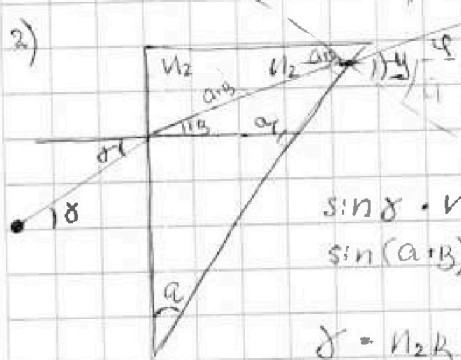
$$\delta = \Theta \quad \gamma = \alpha + \delta - \alpha + \Theta = \Theta$$

$$\delta = \Theta - (\alpha - \Theta - \alpha n_2) = \Theta$$

$$-(\alpha - \Theta - \alpha n_2) = \Theta$$

$$\delta = n_1 + \beta \quad (n_1 - \beta) n_1 = \varphi$$

$$\Delta \varphi (\varphi = \Theta) \quad \alpha n_1 - \beta n_1 - \alpha + \delta \quad \alpha (n_1 - 1)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

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

МФТИ

Задача 1.

коэффициент трения

$a(t) = \frac{dv}{dt}$ - это v касательная на графике в точке V

1) чтобы найти ускорение мотоцикла в начале разгона
проводим касательную в нач. точке (види замечание, что на участке
 $t=0$ до $t=6$ сек график близок к прямой) $a_0 \approx \frac{4 \frac{м}{с}}{6 с} = \frac{2}{3} \frac{м}{с^2} \approx 0,67 \frac{м}{с^2}$

2) $ma_0 = F_{тяги} - F_0$ $F_{тяги} = const \approx F_k = 200 Н$

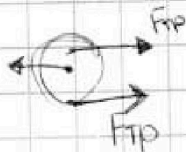
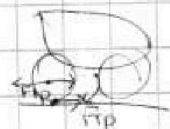
в конце разгона $a \approx 0$ ($v = const$),

$$ma_0 = F_k - F_0$$

$$\Rightarrow F_k = F_{тяги}$$

$$F_0 = F_k - ma_0 = 200 - 240 \cdot \frac{2}{3} = 40 Н$$

3) F_k



$$\frac{mdv}{dt} = F_{тяги} - F_{опд}$$

$$mv dv = N dt - F_{опд} dt$$

$$F_{опд} = F_k \cdot k$$

$$mv a = N - F_{опд} \cdot v$$

$$mv dv = N dt - F_{опд} dt$$

$$mv a = N - F_{опд} v$$

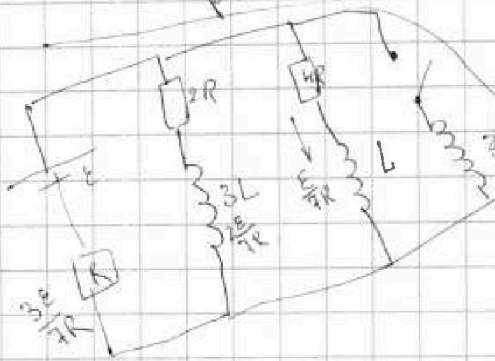
$$N = F_k \cdot v_k$$

$$mv_0 a_0 = F_k \cdot \frac{v_k}{v_0}$$

$$dA = q E dx$$

$$\int dA = q E x = q U$$

$$50 q = \frac{1}{4} \frac{U q}{19}$$



$$P_{2R} = \frac{200^2}{32} = 1250$$

$$P' = \frac{16}{3} P$$