



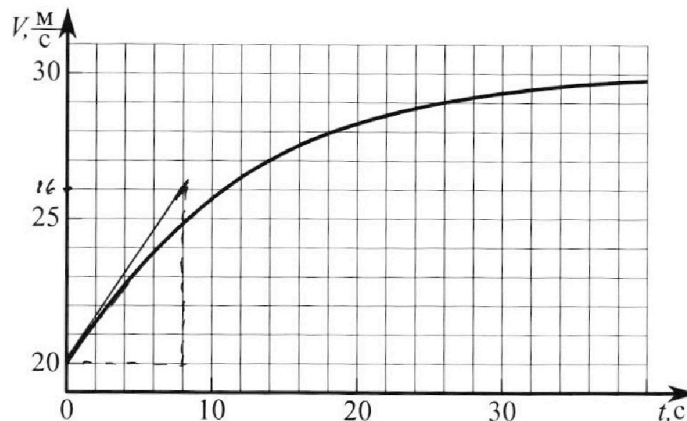
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



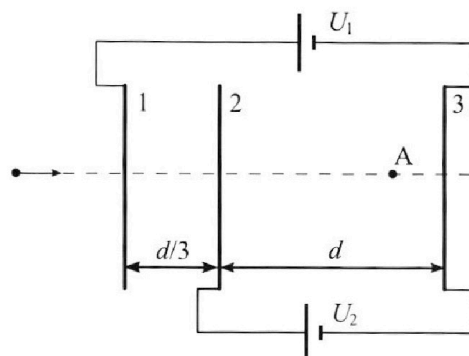
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
 - Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
 - Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
- Требуемая точность численного ответа на первый вопрос 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 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 $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ 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.

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



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

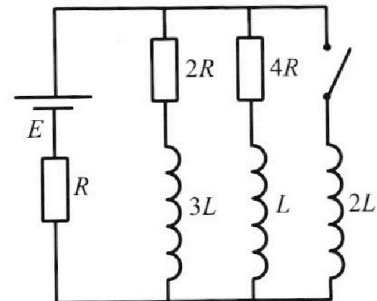
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



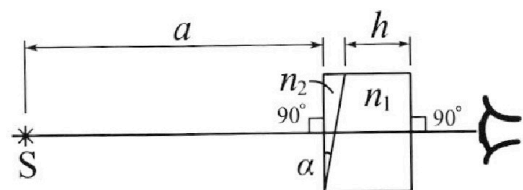
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 заряд 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.

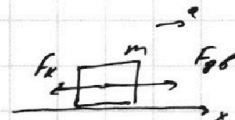
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

1. Ускорение мотоцикла в начальный момент
времени $a = \frac{dv}{dt} = \frac{26 \frac{m}{s} - 10 \frac{m}{s}}{10 \frac{m}{s} - 0} = \frac{3}{4} \frac{m}{s^2}$ — ускорен
коэфф. касательной к графику $v(t)$ в точке $t=0$

Пусть на мотоцикл ~~действует~~ разгоняющая
сила F_{gb} . И.к. ~~мощность двигателя~~ $P = const, F_0$

$$F_{gb} \cdot v = P = const$$



к конгу разгона: по II з.и. $m \vec{a} = \vec{F}_{gb} + \vec{F}_k$

$$ox: 0 = F_{gb} - F_k$$

$$P = F_{gb} \cdot v_k =, \text{ где } v_k = 30 \frac{m}{s} - \text{ скорость к конгу разгона.}$$

$$F_{gb} = F_k$$

В начале движения из II з.и.: $ox: ma = F_{gb} - F_0$

v_0 — скорость в начале движ.

$$ma = \frac{P}{v_0} - F_0$$

$$F_0 = \frac{P}{v_0} - ma = F_k \frac{v_k}{v_0} - ma$$

$$F_0 = 200 \text{ Н} \cdot \frac{10 \frac{m}{s}}{30 \frac{m}{s}} - 140 \text{ кг} \cdot \frac{3}{4} \frac{m}{s^2} =$$

$$= 300 \text{ Н} - 110 \text{ Н} = 110 \text{ Н}$$

Мощность, идущая на прод. силу движ $P_{\perp} = F_0 v_0$

$$\frac{P_{\perp}}{P} = \frac{F_0 v_0}{F_k v_k} = \frac{110 \text{ Н} \cdot 10 \frac{m}{s}}{200 \text{ Н} \cdot 30 \frac{m}{s}} = 0,4$$

Ответ: 1) $0,75 \frac{m}{s^2}$ 2) 110 Н 3) $0,4$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

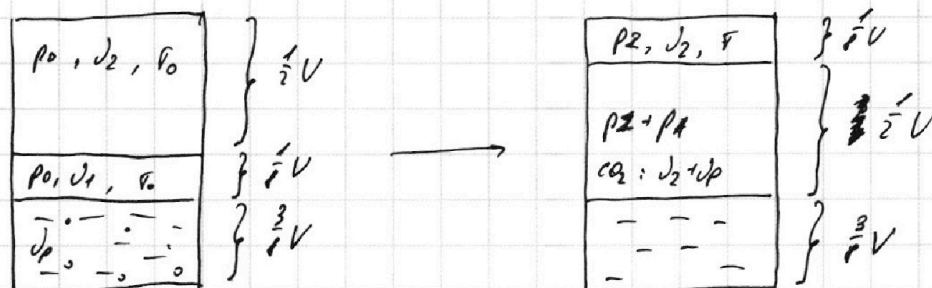
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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.



p_2 - давл. CO_2 в верх. части после нагрева

p_1 - давл. CO_2 в ниж. части после нагре.

$$p_A = p_{\text{атм}}$$

ν_1 - кол-во растворенного в воде CO_2 изначально

ν_1, ν_2 - кол-ва CO_2 в нижней и верх. частях сосуда изм. после нагре.

Поршень в обоих сл. находится в равновесии,

и он невесомый $\Rightarrow$ давл. в нижних частях равны.

Из ур. сост. изм. газа:

до нагрева:
$$\begin{cases} p_0 \cdot \frac{1}{2} V = \nu_2 R T_0 \\ p_0 \cdot \frac{1}{2} V = \nu_1 R T_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{\frac{1}{2} V}{\frac{1}{2} V} = 4$$

Из закона Бойля:
$$\nu_1 R T_0 = \nu_2 R T_2 \Rightarrow \nu_2 = 4 \nu_1$$

После нагрева раствор. CO_2 перешел в газ, давл. паров воды при задан. p_A

Давл. в обеих частях равны $\Rightarrow p_2 = p_1 + p_A$

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!

$$\begin{cases} p_2 \cdot \frac{1}{2} V = \sqrt{2} R V \Rightarrow p_2 = \frac{\sqrt{2} R V}{\frac{1}{2} V} = \frac{128}{3} \cdot \frac{\sqrt{2} R V_0}{V} \\ (p_2 - p_A) \cdot \frac{1}{2} V = (v_p + v_s) R V \end{cases}$$

$$(p_2 - p_A) \cdot \frac{1}{2} V = (v_p + v_s) R \cdot \frac{1}{3} V_0$$

$$(p_2 - p_A) = \frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{2} R V_0}{V} \cdot (v_p + v_s)$$

$$(p_2 - p_A) = \frac{128}{3} \cdot \frac{v_p + v_s}{V_1}$$

$$\frac{128}{3} \cdot \frac{\sqrt{2} R V_0}{V} - p_A = \frac{p_0}{3} \left(1 + \frac{v_p}{V_1}\right)$$

$$\frac{J_1}{J_2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{p_0 V}{R V_0}$$

$$\frac{16}{3} \cdot p_0 - p_A = \frac{p_0}{3} + \frac{K p_0 \cdot \frac{3}{2} V}{\frac{1}{2} \frac{p_0 V}{R V_0}}$$

$$S p_0 = p_A + 3 K R V_0$$

$$\text{т.к. } 3 K R V_0 = \frac{9}{4} R V = \frac{9}{4} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \approx 5 \text{ Па} \ll p_A \approx 10^6 \text{ Па}$$

$$p_0 \approx \frac{1}{5} p_A$$

Ответ: 1) 4 2) $\frac{1}{5} p_{\text{атм}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

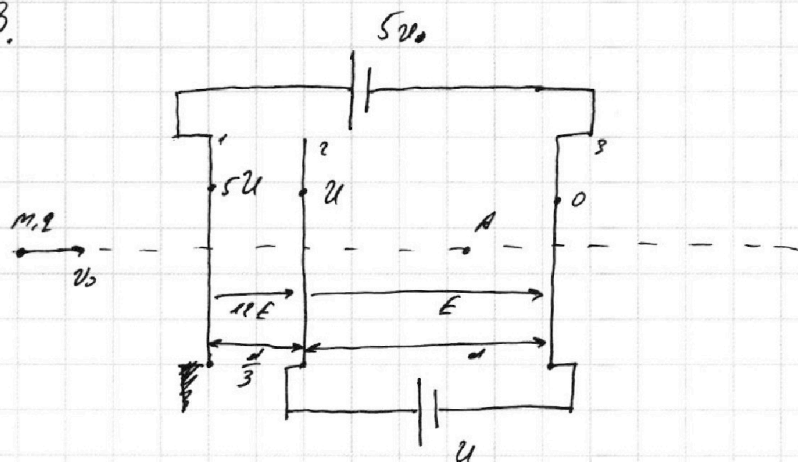
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



3.



Пусть на пластине 3 потенциал $\varphi \Rightarrow$ из-за
несогласованности потенциалов на пластинках 2 и 1 потенциалы
 $\varphi + U$ и $\varphi + 5U$ соотв.

Пусть пластинки 1, 2, 3 заряжены Q_1, Q_2, Q_3
соотв. $\Rightarrow$ из закона сохр. заряда $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$

Сетки можно считать беск. пластинками, тогда они
создают поле E_1, E_2, E_3 равные $\frac{Q_1}{2\epsilon_0 S}, \frac{Q_2}{2\epsilon_0 S}, \frac{Q_3}{2\epsilon_0 S}$
соотв. $\Rightarrow$ поле за сетками ^(с-плоск. сетки) будет равно

$$\frac{Q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q_2}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{1}{2\epsilon_0 S} (Q_1 + Q_2 + Q_3) = 0 \Rightarrow \text{взвеш. с}$$

каждой они будут только поле между ними
то сетки и до вылета из З.к. Также $\varphi = \varphi_0 = 0$

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!

Между шариками 2 и 3 создается поле E
равное, что $E_d = 2U$

из 2.11: $m\vec{a} = \vec{F}_u \Rightarrow ma = qE = \frac{qU}{d}$
 $a = \frac{qU}{md}$

из 3.9: (φ_2, φ_3 - потенциалы шаров 2 и 3)

$$K_3 + q\varphi_3 = K_2 + q\varphi_2 \Rightarrow K_3 - K_2 = q(\varphi_2 - \varphi_3) =$$

$$= qU$$

$$\varphi_A = \varphi_2 + E \cdot \left(d - \frac{3d}{4}\right) = \frac{E_d}{4} = \frac{U}{4}$$

из 3.9: $\frac{mv_0^2}{2} + 5qU = \frac{mv_2^2}{2} + qU \Rightarrow$
 $= \frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + 4qU$, где v_2 - скорость в $\frac{1}{4}$ пути.

$$\frac{mv_1^2}{2} + qU = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{qU}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{3qU}{4} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{19qU}{4}$$

$$v_1^2 = v_0^2 + \frac{19}{2} \frac{qU}{m} \Rightarrow v_1 = \sqrt{v_0^2 + \frac{19}{2} \frac{qU}{m}}$$

Ответ: 1) $\frac{qU}{md}$ 2) qU 3) $\sqrt{v_0^2 + \frac{19}{2} \frac{qU}{m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

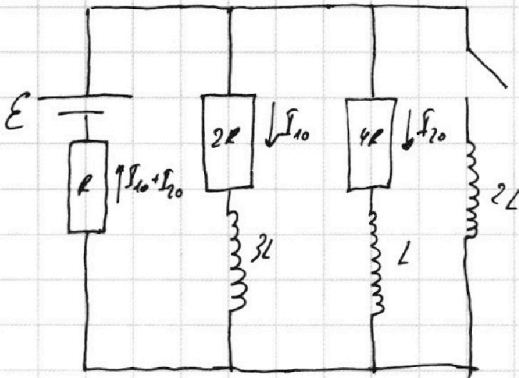
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



4.

В уст. режиме ток не меняется $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ напр. на катушках - 0

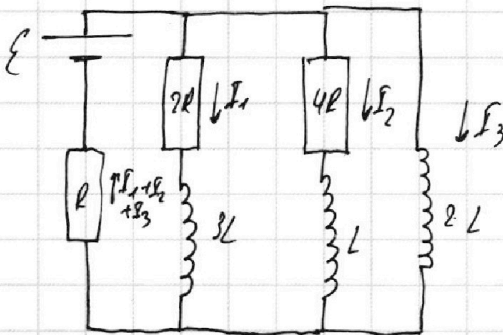
по пр-лу Кирхгофа:



$$\begin{cases} E = R(I_{10} + I_{20}) + 4R I_{20} \\ E = R(I_{10} + I_{20}) + 2R I_{10} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2I_{10} = 4I_{20} \Rightarrow I_{10} = 2I_{20}$$

$$E = R \cdot 3I_{20} + 4R I_{20} \Rightarrow I_{20} = \frac{1}{7} \cdot \frac{E}{R}$$



по пр-лу Кирхгофа:

$$\begin{cases} E = R(I_1 + I_2 + I_3) + 2L \dot{I}_3 \\ 2L \dot{I}_3 = 4R I_2 + L \dot{I}_2 \\ 2L \dot{I}_3 = 2R I_1 + 3L \dot{I}_1 \end{cases}$$

В момент замыкания ключа $I_3 = 0$, ток на резисторах не меняется.

$$\Rightarrow E = R(I_1 + I_2) + 2L \dot{I}_3 = R(I_{10} + I_{20}) + 2L \dot{I}_3$$

$$E = \frac{3}{7} E + 2L \dot{I}_3 \Rightarrow 2L \dot{I}_3 = \frac{4}{7} E$$

$$\dot{I}_3 = \frac{2}{7} \frac{E}{L}$$

По все длительному времени ток

будет течь только через катушку $2L$, т.к. ее сопр. будет 0.
Через ост. катушки ток течь не будет. ток будет соств. $I_{31} = \frac{E}{R}$

$$2L \dot{I}_3 = 4R I_2 + L \dot{I}_2 \Rightarrow 2L dI_3 = 4R (I_2 dt) + L dI_2 \quad \int_0^\infty$$

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!

$$2L \int_0^{\frac{1}{2}} d\mathcal{L}_3 = 4R \cdot \int_0^{\frac{1}{2}} d\mathcal{L}_2 + L \int_0^{\frac{1}{2}} d\mathcal{L}_2$$

$$2L \left(\frac{1}{2} - 0 \right) = 4R (q_2 - 0) + L \left(0 - \frac{1}{2} \frac{1}{R} \right)$$

$$\frac{2LE}{R} = 4Rq_2 - \frac{1}{2} \frac{LE}{R}$$

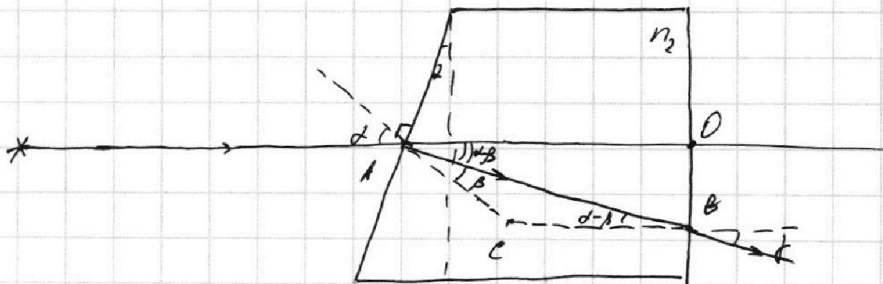
$$4Rq_2 = \frac{5}{2} \frac{LE}{R}$$

$$q_2 = \frac{5}{28} \cdot \frac{LE}{R^2}$$

Ответ: 1) $\frac{1}{2} \frac{LE}{R}$ 2) $\frac{2LE}{2L}$ 3) $\frac{5}{28} \cdot \frac{LE}{R^2}$

5. При $n_1 = n_2 = 1.0$ луч, проходящий по нормали не преломляется.

1)



По 3-му преломлению в точке A: $\sin \alpha = n_2 \sin \beta$
 $\angle CAB = \beta$, $\angle CAO = \alpha \Rightarrow \angle BAO = \alpha - \beta \Rightarrow \angle CBA = \angle BAO = \alpha - \beta$

По 3-му преломлению в точке B: $n_2 \sin(\alpha - \beta) = \sin \beta$

$$\begin{cases} \sin \alpha = n_2 \sin \beta \\ n_2 \sin(\alpha - \beta) = \sin \beta \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = n_2 \beta \\ \beta = n_1(\alpha - \beta) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \beta = n_2 \alpha(1 - \frac{1}{n_1}) \\ \beta = \alpha(n_2 - 1) \end{cases}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

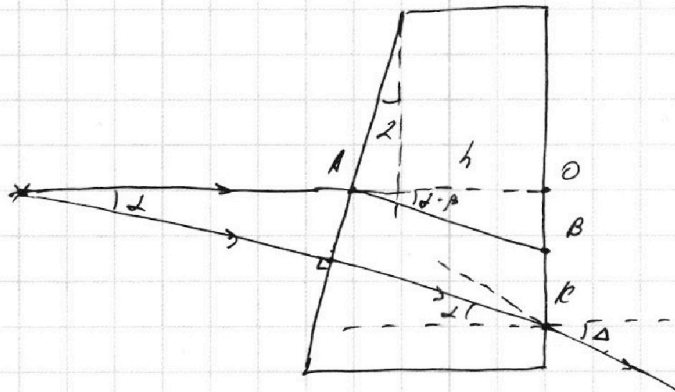
МФТИ

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



$$\delta = 0,17 \cdot (1,7 - 1) = 0,07 \text{ рад.}$$

2) Рассмотрим 2-й луч, падающий перп. грани призмы.
Через 1-ю грань он пройдет без преломлений.



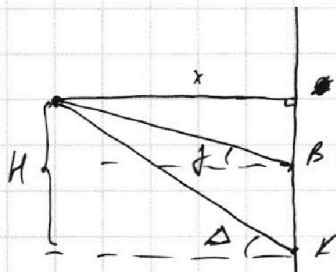
По 3-му орг. в
точке К:

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \Delta$$

$$n_2 \alpha = \Delta$$

$$\Delta = 0,17 = 0,07 \text{ рад.}$$

Рассмотрим пересечение двух лучей



$$\frac{H}{x} = \tan \Delta \Rightarrow H = x \Delta$$

$$H = BK + x \tan \delta$$

$$BK = OK - OB = (a+h) \tan \alpha - h \tan (\alpha - \beta) =$$

$$= (a+h) \alpha - h \cdot \alpha (1 - \frac{1}{n_2})$$

$$x \Delta = (a+h) \alpha - h \cdot \alpha (1 - \frac{1}{n_2}) + x \delta$$

$$x = \frac{(a+h) \alpha - h \alpha (1 - \frac{1}{n_2})}{\alpha - \delta}$$

$$l = a + h - x = a + h - \frac{(a+h) \alpha - h \alpha (1 - \frac{1}{n_2})}{\alpha - \delta}$$

$$l = 100 + 14 - \frac{114 - 14(1 - \frac{1}{1,7})}{0,17 - 0,07} = 114 - \frac{114 - 14 \cdot \frac{0,7}{1,7}}{0,1} \approx 1020 \text{ см}$$

Ответ: 1) 0,07 рад 2) 1020 см



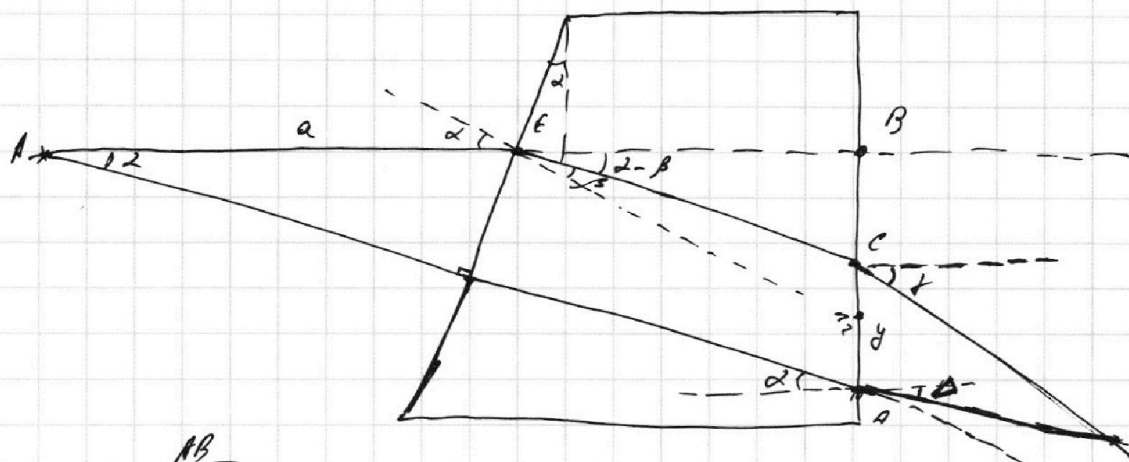
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

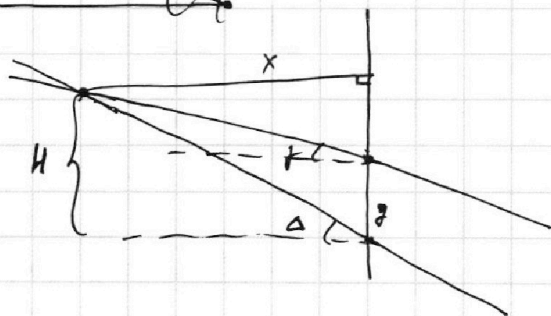
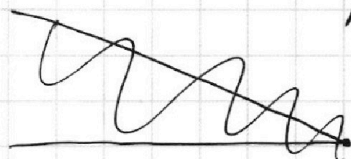


$$\frac{AB}{a+h} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$AB = (a+h) \operatorname{tg} \alpha = 0,1(a+h)$$

$$BC = h \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \beta) = h \cdot 2(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}) = 2h_2 = \Delta$$
$$= h \cdot \frac{0,2}{\sqrt{3}} \cdot \alpha$$

$$\Delta = 0,18 \text{ рад}$$



$$\frac{h}{x} = \operatorname{tg} \Delta \Rightarrow H = x \operatorname{tg} \Delta$$

$$H = y + x \operatorname{tg} \gamma$$

$$1140 - 10 = 1130$$
$$\frac{0,2}{\sqrt{3}}$$
$$\frac{5}{5}$$

$$1140 - 6$$

$$1134$$

$$1134 - 114 = 1020$$

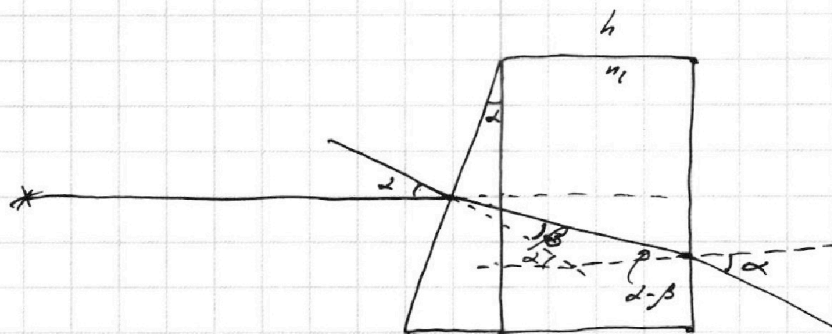
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

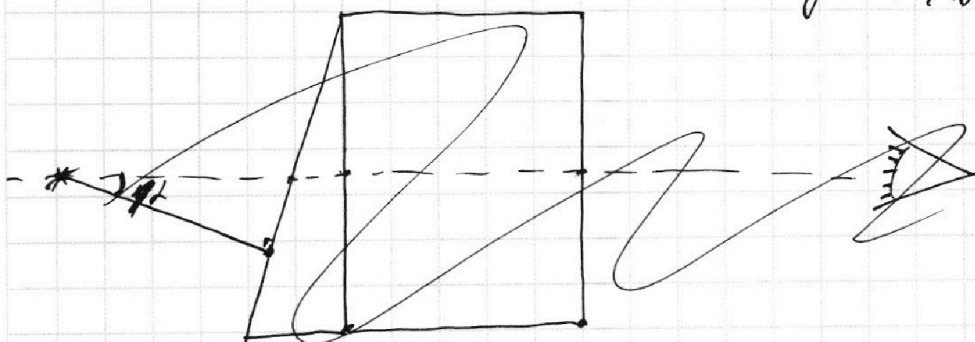


$$\begin{cases} \sin \alpha = n_2 \sin \beta \\ \sin \gamma = n_2 \sin(2 - \beta) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = n_2 \beta \rightarrow \beta = \frac{\alpha}{n_2} \\ \gamma = n_2(2 - \beta) \end{cases}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,2 \\ 0,2 \\ \hline 1,89 \end{array}$$

$$\begin{aligned} d &= n_2 \left(2 - \frac{\alpha}{n_2} \right) = 2 \cdot \frac{n_2^2 - 1}{n_2} \\ d &= 0,4 \cdot \frac{0,2 \cdot 2,2}{1,89} = \frac{0,2 \cdot 2,2}{1,89} \\ &= \frac{0,44}{1,89} \approx 0,233 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= n_2 \left(2 - \frac{\alpha}{n_2} \right) = 2(n_2 - 1) = \\ &= 0,2 \cdot 2 = 0,4 \end{aligned}$$



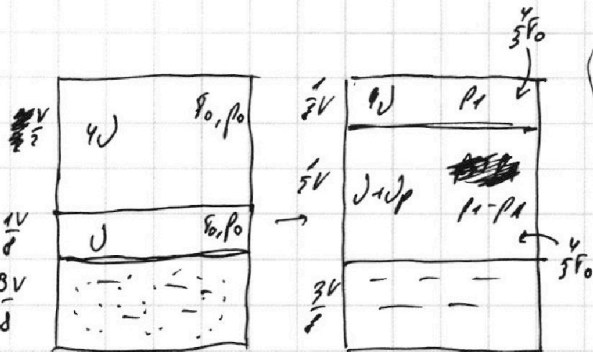
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$p_1 \cdot \frac{1}{2} V = 4V R \cdot \frac{1}{3} T_0$$

$$(p_1 - p_A) \cdot \frac{1}{2} V = (V + V_p) R \cdot \frac{1}{3} T_0$$

$$(p_1 - p_A) = (V + V_p) \cdot \frac{1}{3} \frac{R T_0}{V}$$

$$(p_1 - p_A) = \frac{1}{3} \cdot \frac{V + V_p}{V}$$

$$\frac{128}{3} \cdot \left(\frac{J R T_0}{V} \right) - p_A = \frac{1}{3} + \frac{V_p}{V}$$

$$\frac{J_p}{V} = \frac{\frac{3}{4} K R T_0}{\frac{1}{4} R T_0} = 3 K R T_0 = \frac{9}{4} K R T_0$$

$$\frac{V}{V} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{R T_0}$$

$$\frac{128}{3} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{R T_0} \cdot R T_0 - p_A = \frac{1}{3} + \frac{9}{4} K R T_0$$

$$\frac{9}{4} \cdot 0.3 \cdot 0.6 \cdot 10^5 \cdot 3 \cdot 10^{-2} = 4.5 \cdot 0.9 \cdot 3 = 4.5 \cdot 0.9$$

$$\frac{16}{3} p - p_A = \frac{1}{3} + \frac{9}{4} K R T_0$$

$$5p = p_A + \frac{9}{4} K R T_0$$

$$p = \frac{1}{5} p_A$$

$$\frac{16}{3} p \cdot \frac{1}{2} V = (V + V_p) R T_0$$

$$\frac{8}{3} p V = (V + V_p) R T_0$$

$$\frac{8}{3} p V = \frac{16}{5} V_2 R T_0$$

$$\frac{16}{3} V_2 R T_0 = (V + V_p) \cdot \frac{4}{5} R T_0$$

$$4V_2 = V + V_p$$

$$16V_2 = V + V_p$$

$$V_p = 15V_2$$

$$K \cdot \frac{8}{3} p V = 15 \cdot \frac{1}{5} \frac{1}{R T_0}$$

$$p = 20 \frac{1}{K R T_0}$$

$$p = 20 \cdot \frac{1}{0.6 \cdot 10^{-3} \cdot 0.3 \cdot 10^5}$$

$$p = \frac{200 \cdot 4}{6 \cdot 9} = \frac{100}{27}$$

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.

$$Q_0 = \frac{6 \cdot 10^{-2}}{80} = 0,75$$

$$f = \frac{u \cdot u}{c^2} \cdot \frac{u}{c}$$

$$m = 40 \text{ кг}$$

$$\frac{u \cdot u}{c} = \frac{2x}{c} = 15$$

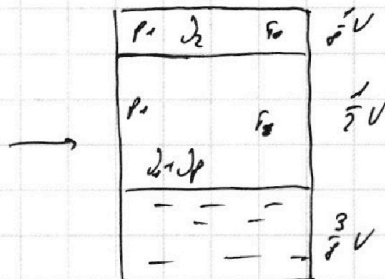
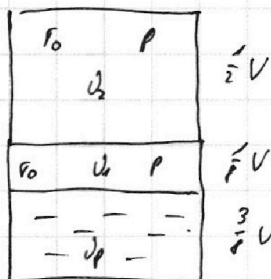
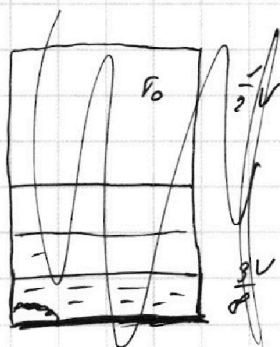
$$F_k \cdot v_k = P \Rightarrow$$

$$ma = \frac{P}{v_0} - F_0 \Rightarrow F_0 = \frac{P}{v_0} - ma = F_k \frac{v_k}{v_0} - ma$$

$$= 200 \cdot \frac{30}{20} - 240 \cdot \frac{3}{4} = 300 - 180 = 120 \text{ Н}$$

$$L = \frac{F_0}{\frac{P}{v_0}} = \frac{120}{300} = \frac{4}{10} = 0,4$$

2.



Паров рез.

$$P = \frac{2 J_2 R_0}{U}$$

$$P \cdot \frac{1}{2} U = 4 J_2 R_0 \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{P}{U} = \frac{P_0}{U}$$

$$P_0 \cdot \frac{1}{2} U = J_2 R_0$$

$$P_0 \cdot \frac{1}{2} U = J_1 R_0$$

$$J = \frac{1}{2} \frac{R_0}{R_0}$$

$$\frac{J_2}{J_1} = \frac{\frac{1}{2} U}{\frac{1}{2} U} = 4$$

$$J_P = K_P \cdot \frac{3}{8} U ;$$

$$P_1 \cdot \frac{1}{2} U = J_2 R_0 = \frac{4}{3} J_1 R_0 \Rightarrow P_1 = \frac{30}{3} \frac{J_1 R_0}{U} = \frac{10}{3} P$$

$$P_1 \cdot \frac{1}{2} U = (J_1 + J_P) R_0$$

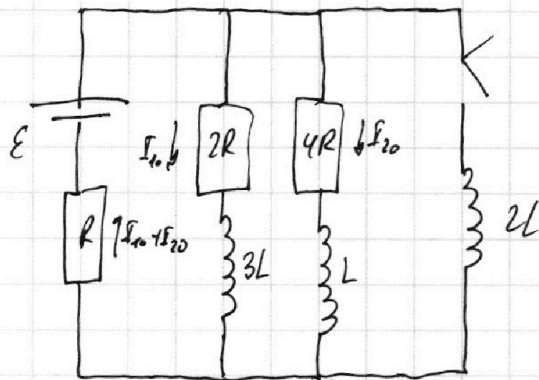
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



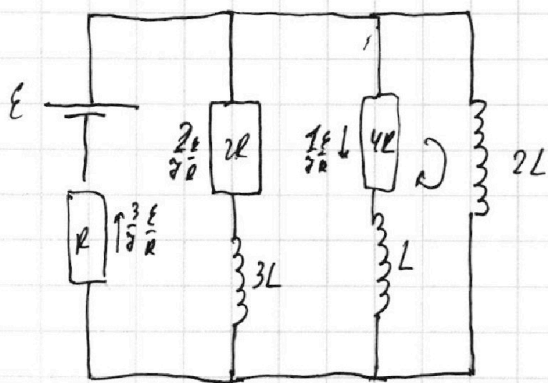
$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{4R} = \frac{3}{4R}$$

$$R_0 = \frac{4}{3}R$$

$$I_0 = \frac{E}{R_0} = \frac{3}{4} \cdot \frac{E}{R}$$

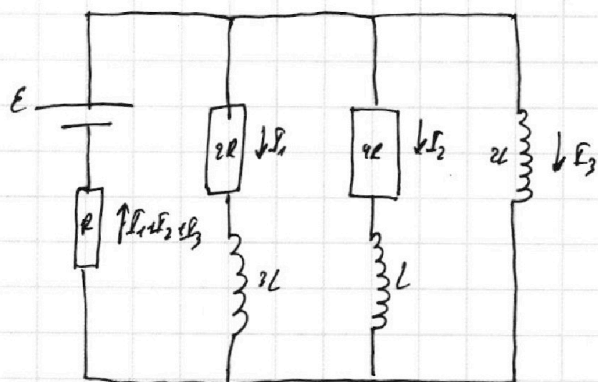
$$I_{20} = \frac{2}{6} \cdot I_0 = \frac{1}{4} \cdot \frac{E}{R}$$

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



$$4R \cdot \frac{1}{2} \frac{E}{R} = 2L \cdot \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{2E}{4L}$$



$$\begin{cases} 4R \cdot I_2 + L \dot{I}_2 = 2L \dot{I}_3 \\ 2R \cdot I_1 + 3L \dot{I}_1 = 2L \dot{I}_3 \\ E = R(I_1 + I_2 + I_3) + 2L \dot{I}_3 \end{cases}$$

$$E = R(I_1 + I_2) + 2L \dot{I}_3$$

$$E = R \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{E}{R} + 2L \dot{I}_3$$

$$L \dot{I}_3 = \frac{2}{8} E$$

$$\dot{I}_3 = \frac{2E}{8L}$$

$$2R I_1 + 3L \dot{I}_1 = 4R I_2 + 2L \dot{I}_2$$

$$4R I_2 + L \cdot \dot{I}_2 = 2L \dot{I}_3$$

$$4R I_2 + L \cdot \frac{1}{8} \frac{E}{L} = 2L \cdot \frac{E}{8L}$$

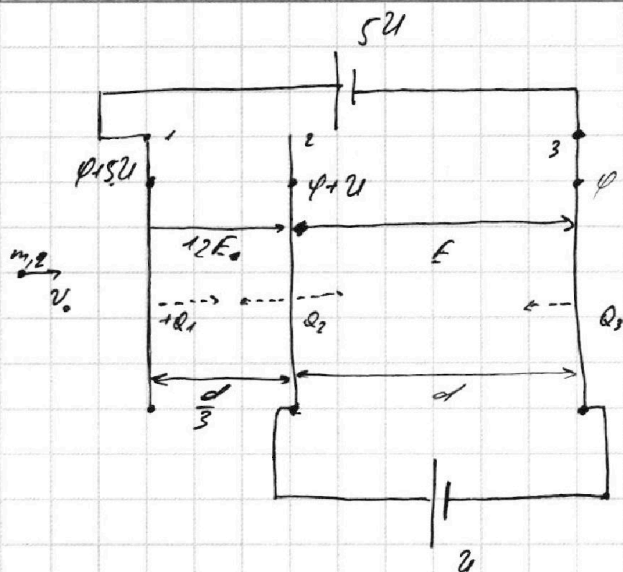
$$I_2 = \frac{13}{14} \cdot \frac{L E}{R^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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



$$E_1 = \frac{40}{3} = \frac{120}{9}$$

$$F_2 = \frac{2}{\sigma}$$

$$\bar{\theta} = 1.265$$

$$-\frac{Q_3}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_2}{2\epsilon_0 S} = 12E$$

$$\frac{Q_1}{260^\circ\text{S}} + \frac{Q_2}{260^\circ\text{S}} - \frac{Q_3}{260^\circ\text{S}} = E$$

$$ma = qE$$

$$a = \frac{g}{m} = \frac{2V}{md}$$

$$\Delta E_c = 92$$

$$\frac{m v_0^2}{2} + 4 m g \cdot \frac{3}{4} R = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$v_0^2 + \frac{19}{2} \frac{g^2}{m} = v_1^2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{v_0^2 + \frac{19}{2} \frac{g^2}{m}}$$

$$1 - Q_3 + Q_1 - Q_2 = 12\bar{Q}$$

$$Q_1 + Q_2 - Q_3 = 2$$

~~2042~~ $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$

$$Q_3 = -\frac{1}{2}$$

$$Q_1 = 62$$

$$Q_2 = -5.52$$