



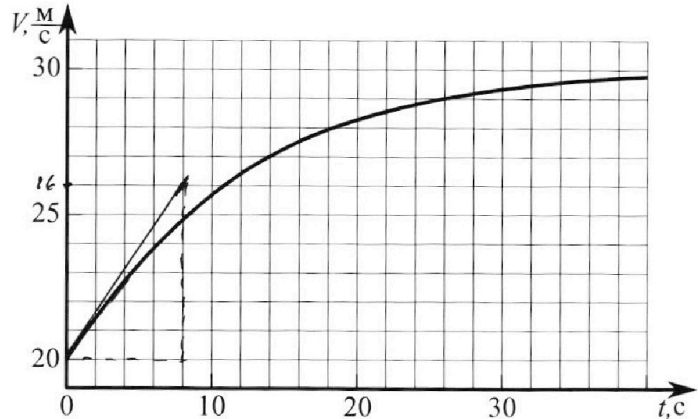
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



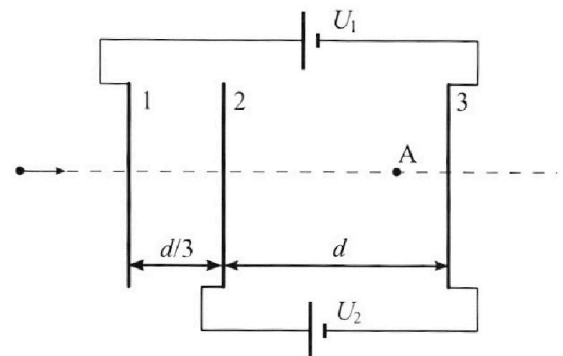
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд 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 $3V/8$. 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 А на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



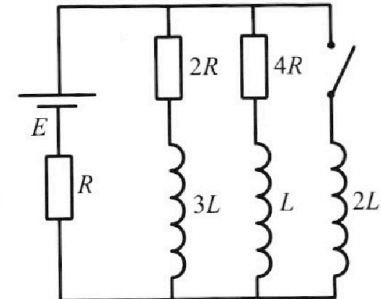
Вариант 11-04

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

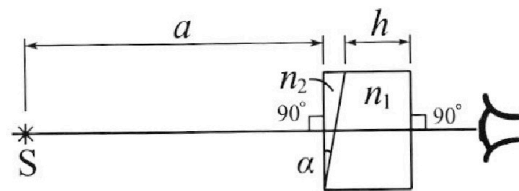
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

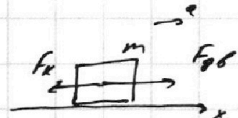
МФТИ

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

1. Ускорение мотоцикла в начальной 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 траект $v(t)$ 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 концы разгона: по II з.п. $m \vec{a} = \vec{F}_{gb} + \vec{F}_k$

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

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

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

v_0 - скорость в начале движ.

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

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

$$F_0 = 200 \text{ Н} \cdot \frac{30 \frac{m}{s}}{10 \frac{m}{s}} - 240 \text{ кг} \cdot \frac{3}{4} \frac{m}{s^2} =$$

$$= 300 \text{ Н} - 180 \text{ Н} = 120 \text{ Н}$$

Мощность, идущая на прод. сила движ $P_x = F_0 v_0$

$$\frac{P_x}{P} = \frac{F_0 v_0}{F_k v_k} = \frac{120 \text{ Н} \cdot 10 \frac{m}{s}}{200 \text{ Н} \cdot 30 \frac{m}{s}} = 0,4$$

Ответ: 1) $0,75 \frac{m}{s^2}$ 2) 120 Н 3) 0,4

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

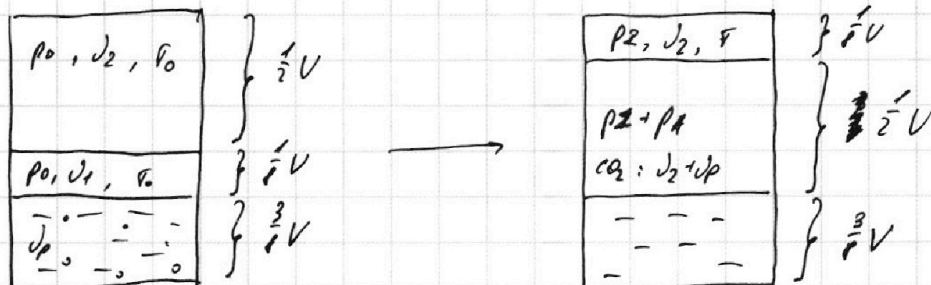
1 2 3 4 5 6 7



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. частях после нагрева

p_1 - давл. CO_2 в нижней части после нагре.

$$p_A = p_{\text{атм}}$$

V_p - кол-во растворенного в воде CO_2 изначально

V_1, V_2 - кол-ва CO_2 в нижней и верх. частях сосуда изг.

Поршень в обоих сл. находится в равновесии,

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

Из ур. сост. уг. газа:

до нагрева:

$$\left\{ \begin{array}{l} p_0 \cdot \frac{1}{2} V = V_2 R T_0 \\ p_0 \cdot \frac{1}{2} V = V_1 R T_0 \end{array} \right. \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{1}{2} V}{\frac{1}{2} V} = 1$$

Из закона Бойля: $p_2 = p_0 \cdot \frac{3}{4} V$

$$V_2 = 4V_1$$

После нагрева раствор. CO_2 перешел в газ, давл. паров воды при затк - 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!

$$\begin{cases} P_2 \cdot \frac{1}{2} V = \sqrt{2} R V \Rightarrow P_2 = \frac{\sqrt{2} R V}{\frac{1}{2} V} = \frac{128}{3} \cdot \frac{\sqrt{2} R V_0}{V} \\ (P_2 - P_A) \cdot \frac{1}{2} V = (\nu_p + \nu_s) R V \end{cases}$$

$$(P_2 - P_A) \cdot \frac{1}{2} V = (\nu_p + \nu_s) R \cdot \frac{1}{3} V_0$$

$$(P_2 - P_A) = \frac{1}{3} \cdot \frac{128 R V_0}{V} \cdot (\nu_p + \nu_s)$$

$$(P_2 - P_A) = \frac{128}{3} \cdot \frac{\nu_p + \nu_s}{V}$$

$$\frac{128}{3} \cdot \frac{\sqrt{2} R V_0}{V} - P_A = \frac{P_0}{3} \left(1 + \frac{\nu_p}{\nu_s}\right)$$

$$\frac{\nu_p}{\nu_s} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{P_0 V}{R V_0}$$

$$\frac{128}{3} \cdot P_0 - P_A = \frac{P_0}{3} + \frac{K P_0 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} V}{\frac{1}{\sqrt{2}} \frac{P_0 V}{R V_0}}$$

$$S_{P_0} = P_A + 3 K R V_0$$

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

$$P_0 \approx \frac{1}{5} P_A$$

Отв. 1) 4 2) $\frac{1}{5} P_A$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

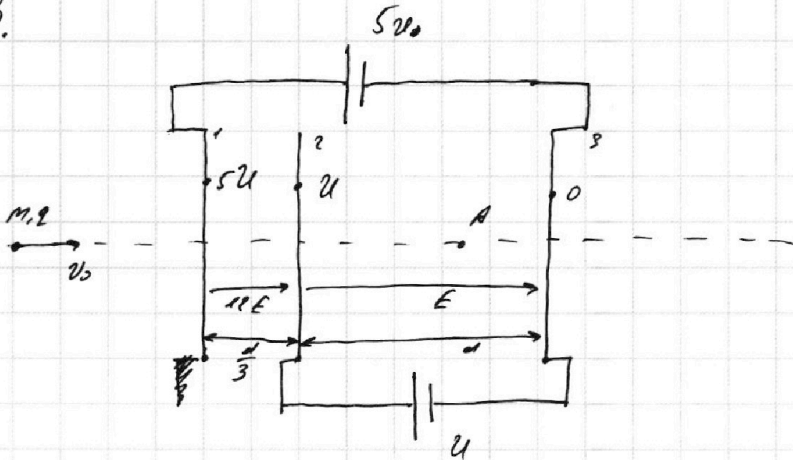
1 2 3 4 5 6 7



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



3.



Пусть на плоскости 3 потенциал $\varphi \Rightarrow$ из-за
несогласованности поля на плоскостях 2 и 1 потенциалы
 $\varphi + U$ и $\varphi + 5U$ соотв.

Пусть плоскости 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. плоскостями, 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 ^(5-крат. сетки) будет равно

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

каждой они будут только поле из-за
1й сетки и до вылета из 3й. Иначе $\varphi = \varphi_0 = 0$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



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

Уз ЗЗ.11: $m\vec{a} = \vec{F}_u \Rightarrow ma = qE = \frac{qU}{d}$
 $a = \frac{qU}{md}$

Уз ЗСЗ: (φ_2, φ_3 - потенциалы пластин 2 и 3)

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

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

Уз ЗСЗ: $\frac{mv_0^2}{2} + 5qU = \frac{mv_1^2}{2} + qU \Rightarrow$
 $= \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + 4qU$, где v_1 - скорость в \bullet 2.

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

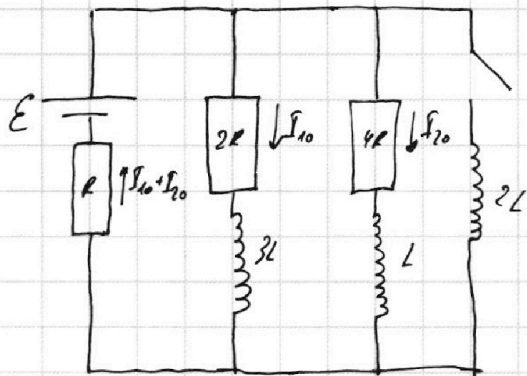
МФТИ

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

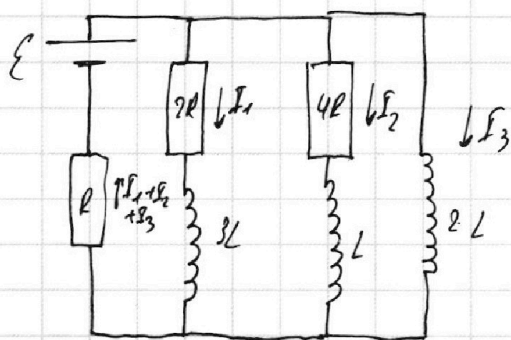
По пр-лу Кирхгофа:



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

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

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



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 явля $I_3 = 0$, 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 дальнейшего времени ток будет течь только через катушку 2L, т.к. ее сопр. будет 0. через др. катушки ток течь не будет. ток будет соств. $I_{31} = \frac{E}{L}$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



$$2L \int_0^{\frac{E}{R}} dI_3 = 4R \cdot \int_0^{\frac{E}{R}} dI_2 + L \int_0^{\frac{E}{R}} dI_2$$

$$2L \left(\frac{E}{R} - 0 \right) = 4R (I_2 - 0) + L \left(0 - \frac{1}{\gamma} \frac{E}{R} \right)$$

$$\frac{2LE}{R} = 4RI_2 - \frac{1}{\gamma} \frac{LE}{R}$$

$$4RI_2 = \frac{15}{\gamma} \frac{LE}{R}$$

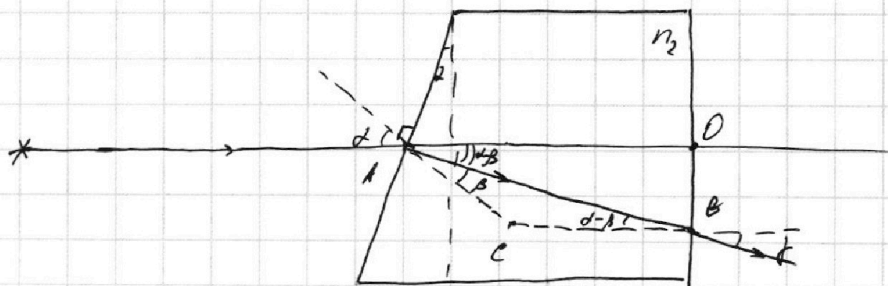
$$I_2 = \frac{15}{28} \cdot \frac{LE}{R^2}$$

Ответ: 1) $\frac{1}{\gamma} \frac{E}{R}$ 2) $\frac{2E}{2L}$ 3) $\frac{15}{28} \cdot \frac{LE}{R^2}$

5.

При $n_1 = n_2 = 1,0$ луч, проходящий через точку A , не преломляется.

1)



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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

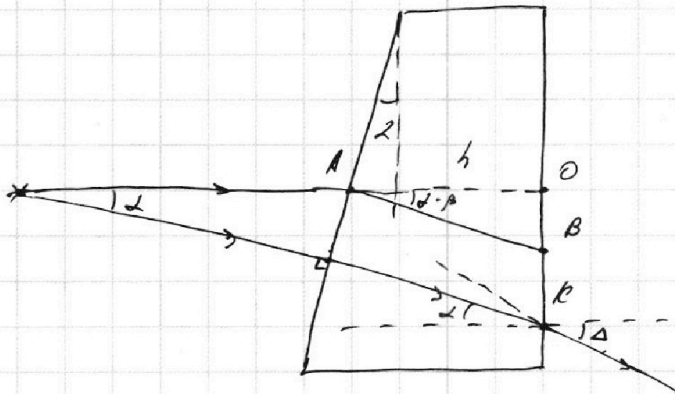


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

2) Рассмотрим 2-е сур., находясь перп. грани призмы. Через 1-ю грань он пройдет без преломлений.



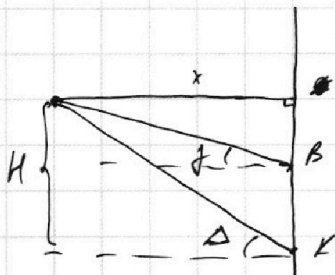
По 3-му сур. в точке К:

$$n_2 \sin \Delta = \sin \Delta$$

$$n_2 \Delta = \Delta$$

$$\Delta = 0,1 \cdot 1,7 = 0,17 \text{ рад}$$

Рассмотрим пересечение этих лучей



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

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

$$BK = OK - OB = (a+h) \tan \Delta - h \tan(\Delta - \delta) =$$

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

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

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

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

$$l = 100 + 14 - \frac{114 - 14(1 - \frac{1}{1,7})}{0,17 - 0,07} = 114 - \frac{114 - 14 \cdot \frac{0,7}{1,7}}{0,1} \approx 102,2 \text{ см}$$

Ответ: 1) 0,07 рад 2) 1020 см

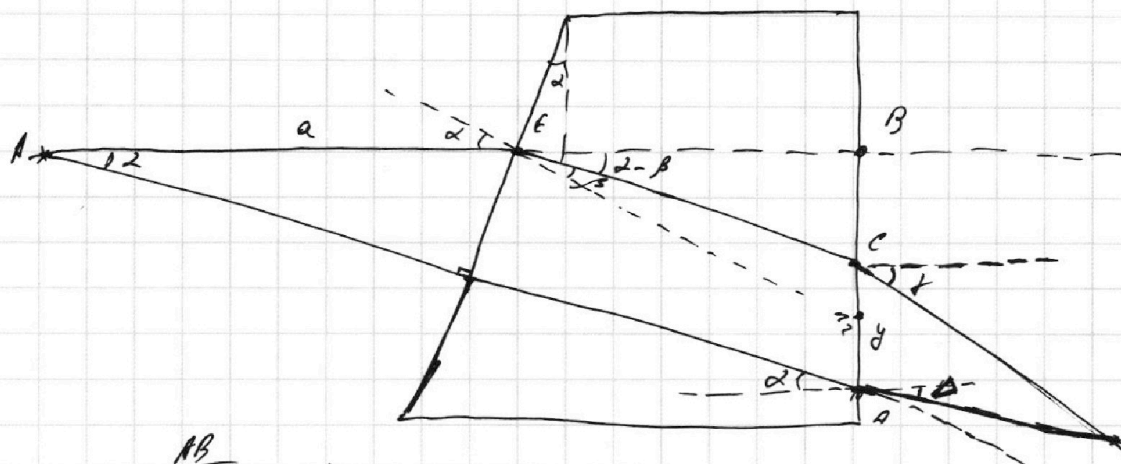
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



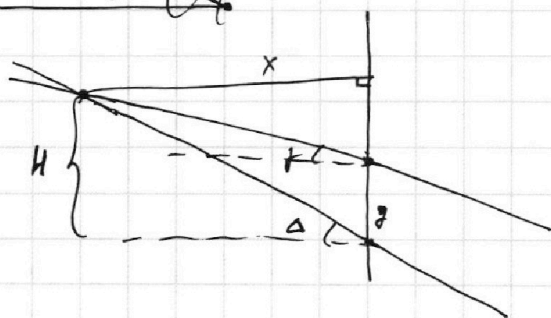
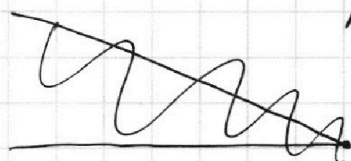
$$\frac{AB}{a+h} = \operatorname{tg} \alpha$$

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

$$BC = h \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \beta) = h \cdot 2 \left(1 - \frac{1}{10}\right) = 2h_2 = \frac{2}{5}h$$

$$= h \cdot \frac{0,2}{1,2} \cdot d$$

$$\Delta = 0,17 \operatorname{tg} \alpha$$



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

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

1140 - 114 = 1020

1140 - 1140 = 6

1134

1134 - 114 = 1020

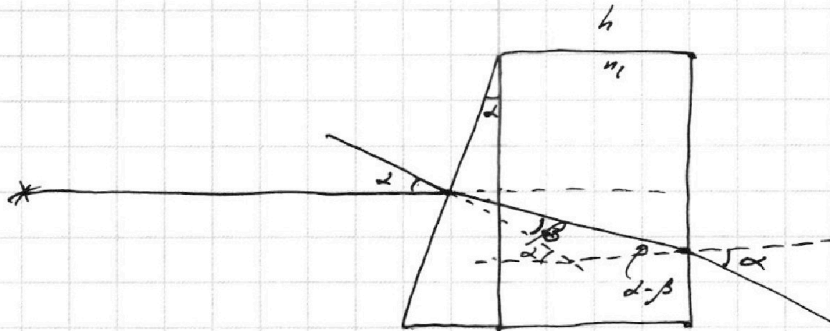
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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

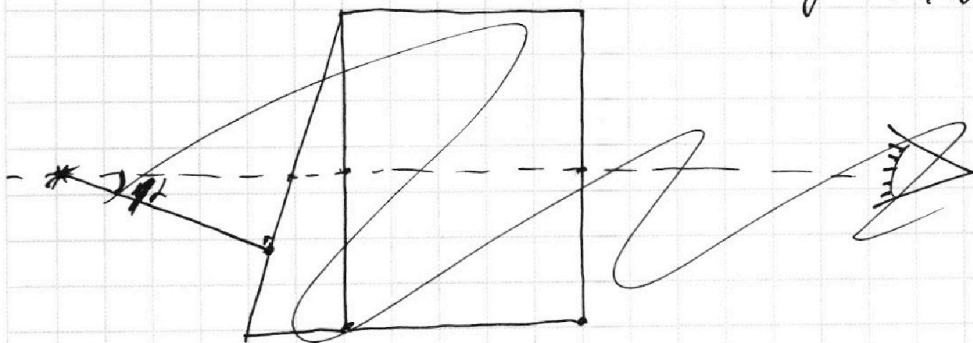


$$\begin{cases} n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta \\ \sin \gamma = n_2 \sin(\alpha - \beta) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = n_2 \beta \rightarrow \beta = \frac{\alpha}{n_2} \\ \gamma = n_2(\alpha - \beta) \end{cases}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,7 \\ 0,7 \\ \hline 1,89 \end{array}$$

~~$$d = n_2 \left(\alpha - \frac{\alpha}{n_2} \right) = \alpha \cdot \frac{n_2^2 - 1}{n_2}$$~~
~~$$d = 0,1 \cdot \frac{1,7^2 - 1}{1,7} = \frac{0,2 \cdot 2,7}{1,7}$$~~
~~$$\frac{0,54}{1,7} \approx 0,3176$$~~

$$d = n_2 \left(\alpha - \frac{\alpha}{n_2} \right) = \alpha (n_2 - 1) = 1,7 \cdot 0,2 = 0,34$$



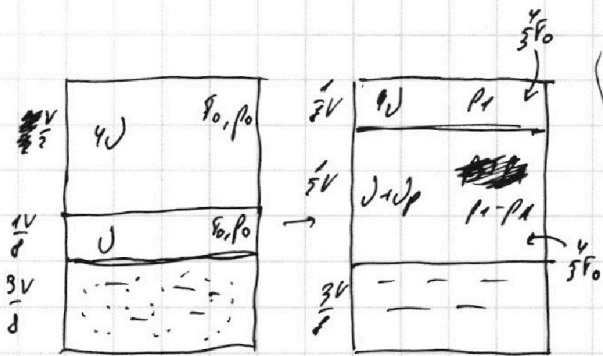
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$I_1 = \frac{128 \cdot U R_0}{3 \cdot U}$$

$$I_1 \cdot \frac{1}{3} U = U R_0 \cdot \frac{1}{3} U$$

$$(I_1 - I_0) \cdot \frac{1}{3} U = (U + U_p) R_0 \cdot \frac{1}{3} U$$

$$(I_1 - I_0) = (U + U_p) \cdot \frac{1}{3} \frac{R_0}{U}$$

$$(I_1 - I_0) = \frac{1}{3} \cdot \frac{U + U_p}{U}$$

$$\frac{128}{3} \cdot \left(\frac{U R_0}{U} \right) - I_0 = \frac{1}{3} + \dots$$

$$\frac{I_p}{U} = \frac{\frac{3}{4} K R_0 U}{\frac{1}{4} R_0 U} = 3 K R_0 = \frac{9}{4} K R_0$$

$$\frac{U}{V} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{R_0}$$

$$\frac{128}{3} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{R_0} \cdot U - I_0 = \frac{1}{3} + \frac{9}{4} K R_0$$

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

$$\frac{16}{3} P - I_0 = \frac{1}{3} + \frac{9}{4} K R_0$$

$$5P = I_0 + \frac{9}{4} K R_0$$

$$P = \frac{1}{5} I_0$$

$$\frac{1}{3} P U = \frac{16}{5} U_2 R_0$$

$$\frac{16}{3} P \cdot \frac{1}{3} U = (U_1 + U_p) R_0$$

$$\frac{16}{3} P U = (U_1 + U_p) R_0$$

$$\frac{16}{3} U_2 R_0 = (U_1 + U_p) \cdot \frac{1}{3} R_0$$

$$4U_2 = U_1 + U_p$$

$$16I_2 = I_1 + I_p$$

$$U_p = 15U_2$$

$$K \cdot \frac{1}{3} P U = 15 \cdot \frac{1}{3} \frac{P U}{R_0}$$

$$P = 20 \frac{1}{K R_0}$$

$$P = 20 \cdot \frac{1}{0.6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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

1. $Q_0 = \frac{6 \cdot 10^7}{80} = 750000$

$f = \frac{m \cdot \omega}{c^2} \cdot \frac{1}{\epsilon}$

$m = 240 \text{ кг}$

$\frac{m \cdot \omega}{c} = \frac{240}{c} = 1 \text{ кг}$

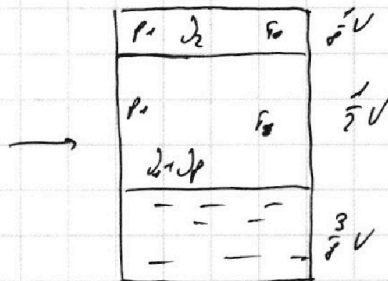
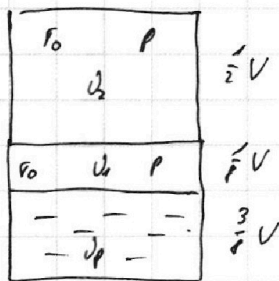
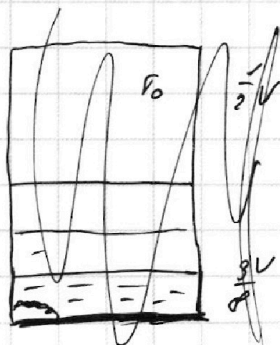
~~$P_{\text{изл}} = P_{\text{пр}} - P_{\text{отт}}$~~ $F_L \cdot v_L = P \Rightarrow$

$ma = \frac{P}{v_0} - F_0 \Rightarrow F_0 = \frac{P}{v_0} - ma = F_L \frac{v_L}{v_0} - ma$

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

$L = \frac{F_0}{\frac{P}{v_0}} = \frac{120}{300} = \frac{4}{10} = 0.4$

2.



Паровая сет.

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

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

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

$P \cdot \frac{1}{2} V = J_1 R_0$

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

$J_P = K_P \cdot \frac{3}{2} V$

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

$P_1 \cdot \frac{1}{2} V = (J_2 + J_P) R_0$

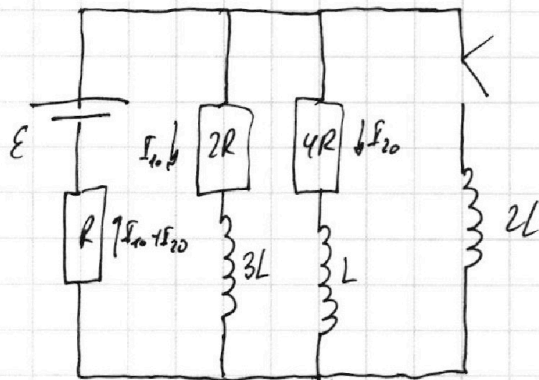
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



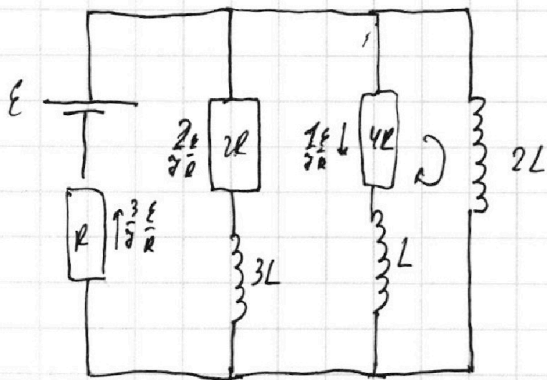
$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{4R} = \frac{3}{4R}$$

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

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

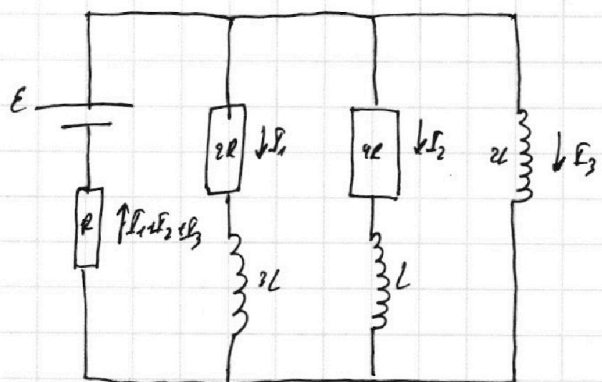
$$I_{20} = \frac{2}{4} \cdot I_0 = \frac{1}{4} \cdot \frac{E}{R}$$

$$I_{10} = \frac{2}{8} \frac{E}{R}$$



$$4R \cdot \frac{1}{4} \frac{E}{R} = 2L \cdot \dot{I}_1$$

$$\dot{I}_1 = \frac{2E}{8L}$$



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

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

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

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

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

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

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

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

$$I_2 = \frac{13}{24} \cdot \frac{LE}{R^2}$$

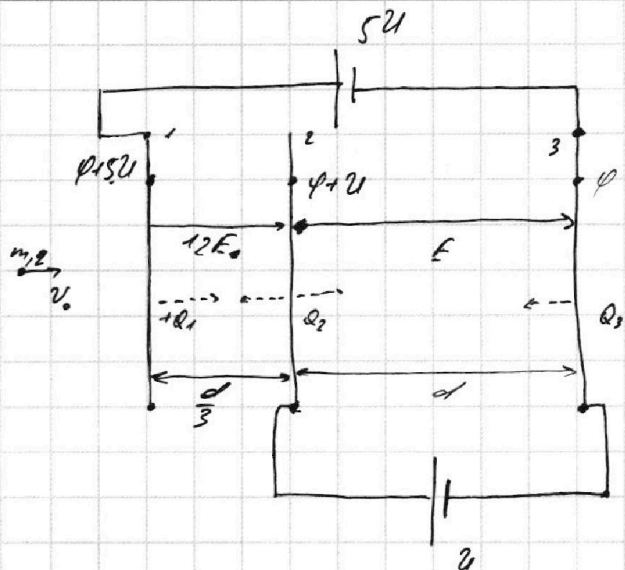
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$E_1 = \frac{qQ}{\epsilon_0} = \frac{12q}{d}$$

$$E_2 = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\bar{E} = E - 2E_0$$

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

~~$$\frac{Q_3}{2\epsilon_0 d}$$~~

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

$$mq = qE$$

$$a = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{md}$$

$$vE_0 = qU$$

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

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

$$\begin{cases} -Q_3 + Q_1 - Q_2 = 12q \\ Q_1 + Q_2 - Q_3 = q \end{cases}$$

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

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

$$Q_1 = 6q$$

$$Q_2 = -5.5q$$