



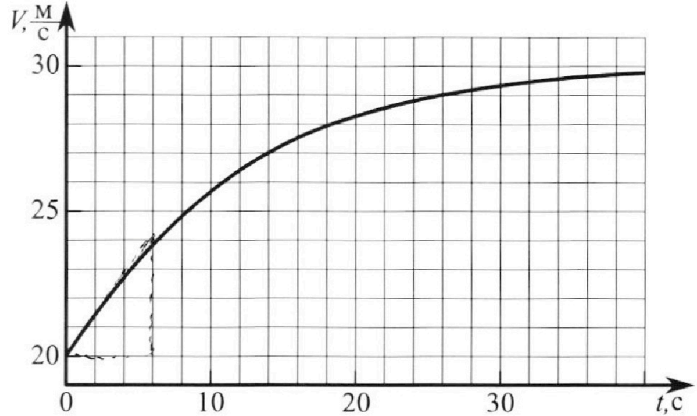
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%.

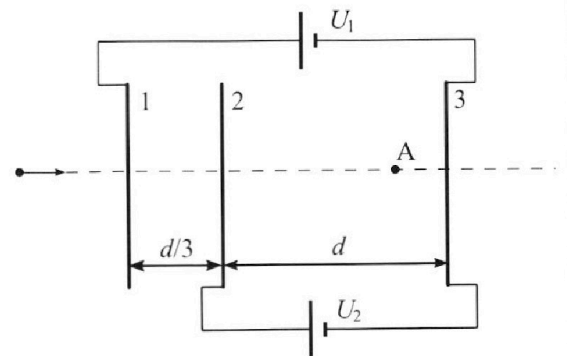
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный 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 Δv растворённого газа в объёме жидкости v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpv$. 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 А на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

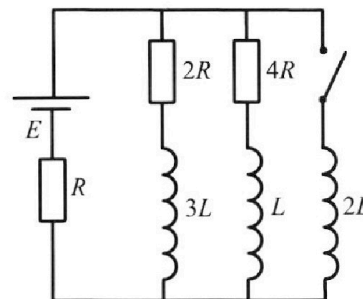
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



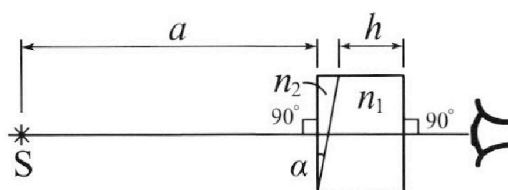
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 $n_b = 1,0$. 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.



(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 $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.

$$m = 240 \text{ кг}$$
$$F_k = 200 \text{ Н}$$

Дан график

- 1) $a_0 = ?$
- 2) $F_0 = ?$
- 3) $n = \frac{P_{\text{сопротивл}}}{P} = ?$

$$1) a = \frac{dv}{dt} = \dot{v}$$

~~$a_0 = \text{Прогрессивное}$ on v no \dot{v}~~

Углуби найди \dot{v} , надо найти наклон
этих касательных касательной в гэтой точке.

Углуби графика: $v_{01} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $v_{02} = 23 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$t_{01} = 0 \text{ с}, t_{02} = 4 \text{ с} \quad a_0 = \frac{v_{02} - v_{01}}{t_{02} - t_{01}} = \frac{23 - 20}{4 - 0} = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) В конце периода $v \approx \text{const.} \Rightarrow F_{\text{тр}} = F_{\text{тяг}}$
 $\Rightarrow F_{\text{тяг}} = F_k$ (т.е. $F_{\text{тр}} = F_k$ - сила трения максимальна)

В начале $\vec{F}_{\text{тяг}} + \vec{F}_0 = m\vec{a}_0$

$\vec{F}_0 \rightarrow \vec{F}_{\text{тяг}} \rightarrow x$

$$x: F_{\text{тяг}} - F_0 = ma_0 \quad a_0 = \frac{F_{\text{тяг}} - F_0}{m} = \frac{F_k - F_0}{m}$$

$$F_0 = F_{\text{тяг}} - ma_0 = F_k - ma_0 = 200 - 240 \cdot 0,75 =$$

$$= 20 \text{ Н.}$$

3) ~~$P_{\text{сопротивл}} \sim F_0$, $P \sim F_{\text{тяг}}$~~

3) $P_{\text{сопротивл}} \sim F_0$, $P \sim F_{\text{тяг}}$ ($P_{\text{сопротивл}}$ - пропорциональна скорости в начале)

$$n = \frac{P_{\text{сопротивл}}}{P} = \frac{F_0}{F_{\text{тяг}}} = \frac{20}{200} = 0,1$$

Ответ: 1) $a_0 = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ 2) $F_0 = 20 \text{ Н}$ 3) $n = 0,1$

1 2 3 4 5 6 7

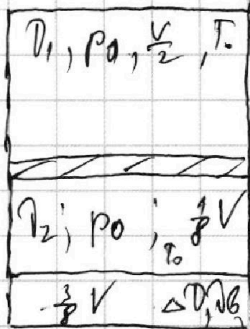
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



N2.

В начале

идеальный
проводящий
поверхности

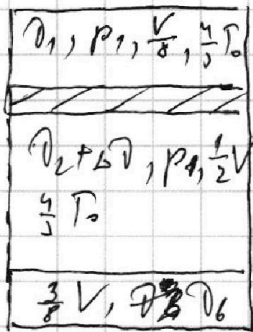


1) ~~Плотность паров~~ $p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$
 $p_0 \cdot \frac{1}{8} V = \nu_2 R T_0$

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

$\Delta p = k p_0 \cdot \frac{3}{8} V = 3k p_0 \nu_2$
 $= \frac{3}{8} k \cdot \delta \nu_2 R T_0 = 3k \delta \nu_2 R T_0$

2) В конце



Пренебрежим давлением воздуха над и под пленкой.
 Поэтому $p_1 = p_{\text{пар}} + p_2 + p_3$

Т.е. $p_1 = p_{\text{пар}}$ (газ. воз. над пленкой при $T = 573K$), а p_2 - газ. CO_2

$p_1 = p_{\text{пар}} + p_2$

$p_2 \frac{V}{2} = \frac{4}{3} (\nu_2 + \Delta \nu) R T_0$

~~$p_1 = p_0$~~ $p_1 \cdot \frac{V}{8} = \frac{4}{3} \nu_1 R T_0$

$(p_{\text{пар}} + \frac{4}{3} \nu_2 (\nu_2 + \Delta \nu) R T_0) = \frac{4}{3} p_1$

$(p_{\text{пар}} + \frac{4}{3} \nu_2 (\nu_2 + \Delta \nu) R T_0) = \frac{4}{3} \cdot p_0 = 4 p_0$

$p_{\text{пар}} + \frac{4}{3} (3k R T_0 + 1) \cdot p_0 = 4 p_0$ (Учтем $T_0 = \frac{4}{5} R T_0 + \frac{1}{5} R T_0$)

$p_{\text{пар}} + \frac{4}{3} p_0 (3k \cdot \frac{3}{4} T_0 + 1) = 4 p_0$

$p_0 = \frac{p_{\text{пар}}}{4 - \frac{1}{3} (3k T_0 + 1)} = \frac{p_{\text{пар}}}{4 - \frac{1}{3} (\frac{3}{4} \cdot 0,6 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-3} + 1)} = \frac{p_{\text{пар}}}{2,55}$

Ответ: 1) $\frac{\nu_1}{\nu_2} = 4$ 2) $p_0 = \frac{p_{\text{пар}}}{2,55}$

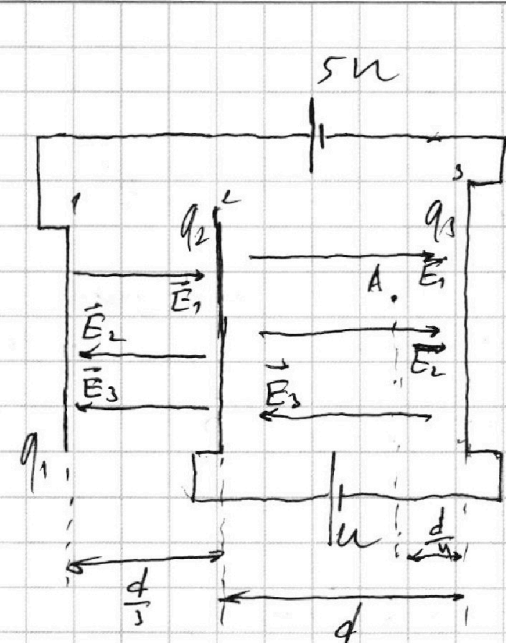
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 заряд / смон q_1 , $2 - q_2$, $3 - q_3$; E_1, E_2, E_3 - векторы напряженности или потенциалы
 $E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}$; $E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S}$; $E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$
 $q_1 + q_2 + q_3 = 0$, т.к. заряды не дано.

Разность потенциалов между 2 и 3
 слоем равна U :

$$d \left(\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} d (E_1 + E_2 - E_3) \right) = U$$

$$\frac{d}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3) = U$$

Аналогично для 1 и 3, где разность потенциалов $5U$

$$\frac{d}{3} (E_1 - E_2 - E_3) + d (E_1 + E_2 - E_3) = 5U$$

$$\frac{d}{6\epsilon_0 S} (q_1 - q_2 - q_3) = 4U$$

$$\begin{cases} q_1 + q_2 + q_3 = 0 \\ q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2U\epsilon_0 S}{d} \\ q_1 - q_2 - q_3 = \frac{24U\epsilon_0 S}{d} \end{cases}$$

$$2q_1 = \frac{24U\epsilon_0 S}{d}$$

$$q_1 = \frac{12U\epsilon_0 S}{d}$$

$$2q_3 = -\frac{24U\epsilon_0 S}{d}$$

$$q_3 = -\frac{12U\epsilon_0 S}{d}$$

$$q_2 = -q_1 - q_3 = -\frac{12U\epsilon_0 S}{d} + \frac{12U\epsilon_0 S}{d} = 0$$

$$1) (E_1 + E_2 - E_3) q = m a_2$$

$$\left(\frac{6U}{d} + \left(-\frac{11U}{2d} \right) - \left(-\frac{U}{2d} \right) \right) q = m a_2$$

$$a_2 = \frac{Ug}{md}$$

$$2) (E_1 - E_2 - E_3) q \cdot \frac{d}{3} = \frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} - \text{заряд уже выключен. Энергия}$$

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) $(E_1 + E_2 - E_3) q d = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2}$ - закон сохранения энергии
энергия от 2 к 3 селле.

Как надо найти $\frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = \frac{U q d}{d} = U q$

3) $(E_1 - E_2 - E_3) q \frac{d}{3} = \frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2}$

$$\frac{m v_1^2}{2} = \left(\frac{6U}{d} + \frac{11U}{2d} + \frac{U}{2d} \right) q \frac{d}{3} = 4Uq$$

$$(E_1 + E_2 - E_3) q \frac{3d}{4} = \frac{m v_A^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2}$$

$$\frac{3}{4} U q = \frac{m v_A^2}{2} - 4Uq \quad v_A^2 \rightarrow 4,75 Uq$$

$$v_A^2 = \frac{9,5 U q}{m}$$

$$v_A = \sqrt{\frac{19 U q}{2 m}}$$

Ответ: 1) $a = \frac{Uq}{md}$ 2) $E_{k3} - E_{k2} = Uq, 3) v_A = \sqrt{\frac{19 U q}{2 m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$$\Delta Q = I_1 R + I_2 R + I_3 \cdot 4R = \frac{11}{3} I_3 R +$$
$$+ \frac{2}{3} I_3 \cdot 2R + 2 I_3 \cdot 4R = \frac{34}{3} I_3 R = 13 I_3 R.$$

$$E_{\text{пот}} = \Delta W + Q$$

$$W_2 = W_1 = \frac{L I_1^2}{2} + \frac{3L I_2^2}{2}$$

$$W_2 = \frac{32L I^2}{2}, \text{ где } I = \frac{E}{R}$$

Answer: 1) $I_{02} = \frac{E}{2R}$ 2) $I_3 = \frac{2E}{7L}$

$$Q = \int_0^I 13 I_3 R dI_3 = 13 \frac{I_3^2}{2} R \Big|_0^I =$$

$$= \frac{13}{2} \frac{E^2}{R} = \frac{13}{2} \frac{E^2}{R}$$

Answer: 1) $I_{02} = \frac{E}{2R}$ 2) $I_3 = \frac{2E}{7L}$

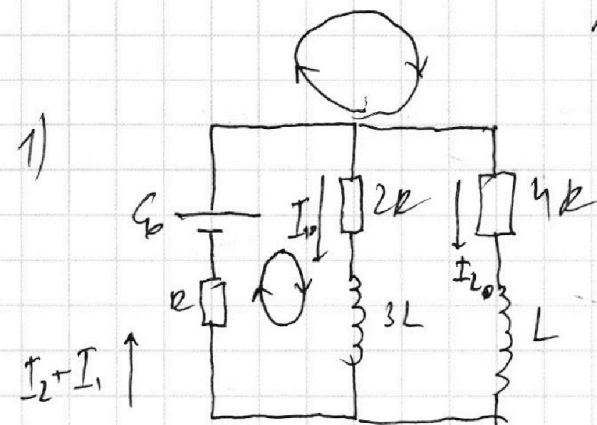
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Установившиеся режимы, $U_L = U_{3L} = 0$.

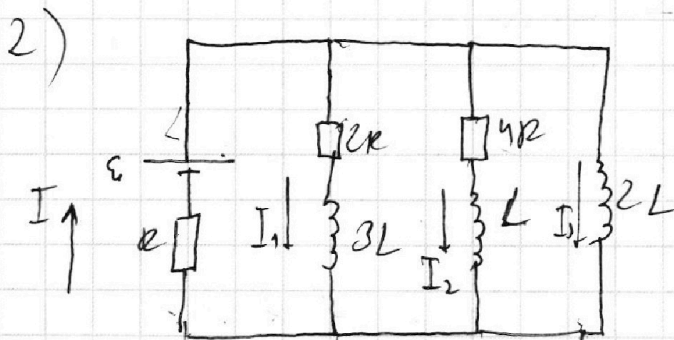
Кирхгоф:

$$E_0 = I_{10} \cdot 2k + (I_{10} + I_{20})k$$

$$E_0 = I_{20} \cdot 4k + (I_{10} + I_{20})k$$

$$I_{10}k = \frac{E_0 - I_{20}k}{3}; E_0 = 5I_{20}k + \frac{E_0 - I_{20}k}{3}$$

$$3E_0 = 15I_{20}k + E_0 - I_{20}k \Rightarrow I_{20} = \frac{E_0}{4k}; I_{10} = \frac{2E_0}{4k}; I_3 = \frac{3E_0}{4k}$$



Сразу после замыкания тока в контуре резистор не меняется

Кирхгоф для контура с E_0 и катушкой $2L$:

$$E_0 = 2L \frac{dI_3}{dt} + I_3k$$

$$I_3 = \frac{E_0 - I_3k}{2L} \Rightarrow \frac{dI_3}{dt} = \frac{E_0 - I_3k}{2L} \Rightarrow I_3 = \frac{2E_0}{4L}$$

~~3) Записав 3 ур-ние из Кирхгофа~~

3) 3 ур-ние из Кирхгофа для установившегося режима

$$E_0 = 2L \cdot \frac{dI_3}{dt} + (I_1 + I_2 + I_3)k$$

$$E_0 = 3L \cdot \frac{dI_1}{dt} + (I_1 + I_2 + I_3)k$$

$$E_0 = L \cdot \frac{dI_2}{dt} + (I_1 + I_2 + I_3)k$$

Отсюда $3I_1 = 2I_3 = I_2$

в любой момент времени

$$3I_1 = 2I_3 = I_2$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

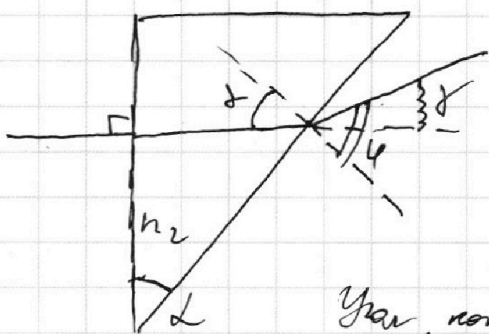
МФТИ

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



№ 5.

1) П.к. $n_1 \geq n_2 \geq 1$, можно считать, что лучи с п.ч. n_2 $tg \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$, п.к. α - м.м.



$$n_2 \sin \alpha \geq n_1 \sin \alpha'$$

$$\alpha \geq \arcsin\left(\frac{n_2 \sin \alpha}{n_1}\right) \geq \arcsin(0,17)$$

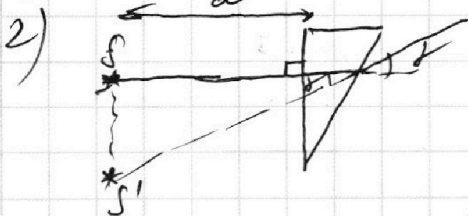
Угол, который нам надо найти - β .

$$\beta \approx \alpha - \alpha' \approx \arcsin(0,17) - 0,17 \approx 0,07$$

(малый угол)

прямой, все небольшие

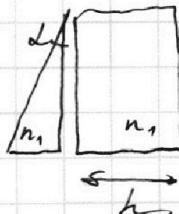
2) ~~Можно найти угол β между SS' и SS_1 относительно SS_1 .~~



S_1 - изображение.

$$SS' \approx d \cdot tg \beta \approx 100 \cdot 0,07 \approx 7 \text{ см}$$

3) Разделим ступень с показателем n_1 на 2 (вершина воздушного пространства O малым углом).



~~Прямоугольник с $n_2 \geq 1,7$ повернем на угол α и получим SS_1 .~~

Прямоугольник с $n_2 \geq 1,7$ повернем на угол α и получим SS_1 , 27 см

Прямоугольный треугольник с показателем n_1 и высотой h , вершина O на высоте h от вершины вверх $h \approx (n_1 - 1) \cdot d \approx 0,4 \cdot 0,2 \approx 0,08$

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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" 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!

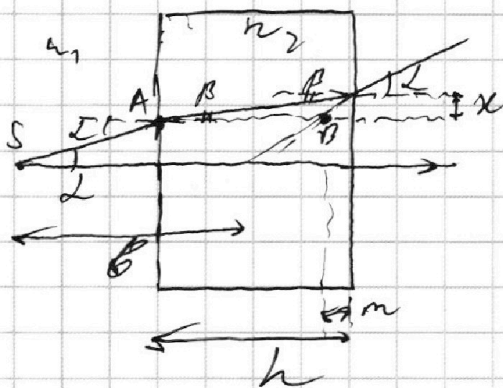


№5.

$$\text{на } h = a \cdot \operatorname{tg} \beta = 100 \cdot 0,04 = 4 \text{ м}$$

~~П.с. от неизвестна~~ ~~изобразим~~ ~~будет~~ ~~не~~ ~~расс.~~ ~~с~~ ~~20~~ ~~1~~ ~~3~~ ~~м~~ ~~от~~ ~~прямая~~

Зачем решать задачу маленькую? Рассуждаем пока одним способом.



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

Найдём отношение углов или углов (используем b).

$$\beta \geq \alpha \geq \frac{n_1}{n_2}; \alpha \geq \frac{n_2}{n_1}$$

$$\beta \geq b = h - m =$$

$$= h - \frac{\beta h}{\alpha} = h - \frac{n_1}{n_2} h = h \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) \text{ с учётом,}$$

что $n_1 > 1$ (воздух) получим $b \geq h \left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$

$$\text{Для каменного воздуха } b \geq 94 \left(1 - \frac{1}{1,4}\right) = 4 \text{ м.}$$

Нам не расс. К от П до К искомого

$$\text{удбно } K = \sqrt{b^2 + h^2} = \sqrt{4^2 + 100^2} = 5 \text{ м}$$

Ответы: 1) $\beta \approx 0,04$ 2) $SA_1 = 4 \text{ м}$; 3) $K = 5 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



№1

1) $a = \frac{dV}{dt} = \gamma d$ $\frac{a}{b} = \gamma d = \frac{2}{3} \approx 0,666$
 $\Delta t = 6 \text{ c}$ $\Delta V = \Delta \gamma$ $\frac{3}{4} \approx 0,75 = \frac{2}{2}$

$P = \omega \omega t$ $P t = A = \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2}$

24
7,5
120
168
180

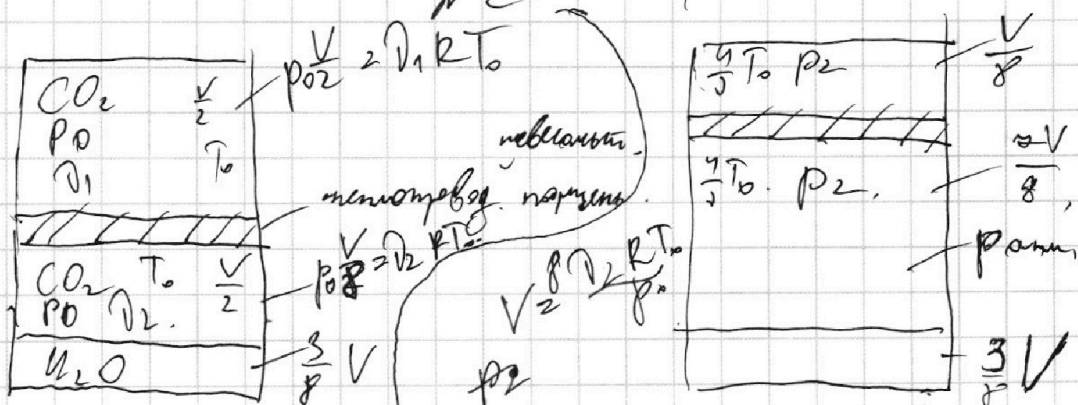
$F_R = F_T$ $F_T - F_c = ma$

$R_c = F_T - ma = 200 - 240 \cdot 0,75 = 6$

$\frac{P_c}{P_T} = \frac{F_c}{F_T} = \frac{200 - 240 \cdot 0,75}{200} = \dots$

$200 - 24 \cdot 7,5$

$3 \cdot 100 = 257 = 75^\circ$



$\Delta V = k p_0 W$

$\Delta V = k p_0 \cdot \frac{3}{8} V$

$\frac{4}{3} p_1 R T_0 = 4 p_2 R T_0$

$p_1 = 4 p_2$

$\frac{p_1}{p_2} = 4$

$p_2 \frac{V}{8} = \frac{4}{3} p_1 R T_0$

$p_2 \frac{V}{2} = \frac{4}{3} (p_2 + \Delta p) R T_0$

$\frac{4}{3} p_1 R T_0 = \frac{4}{3} (p_2 + \Delta p) R T_0$

$4 p_1 = p_2 + \Delta p$

$15 p_2 = k p_0 \cdot \frac{3}{8} V$

$95 p_2 = k \cdot p_0 \cdot \frac{3}{8}$

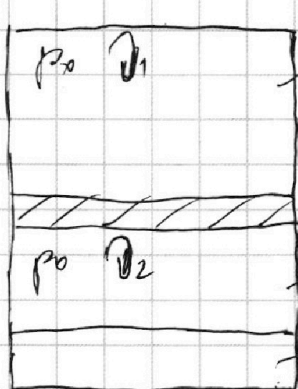
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

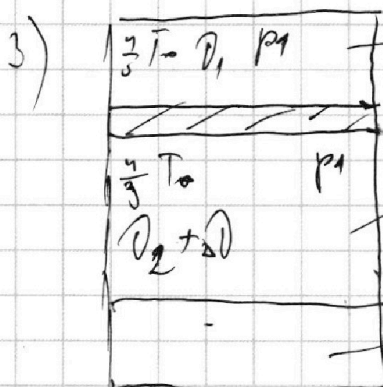
МФТИ

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



$\frac{V}{2} \Rightarrow \rho_0 \frac{V}{2} = \rho_1 k T_0$ $\eta = \frac{\rho_1}{\rho_2}$
 ~~$\rho_0 \frac{V}{8} = \rho_2 k T_0$~~ $\frac{V}{2} \rho_2 k T_0$
 $\rho_2 = \frac{\rho_0}{2}$

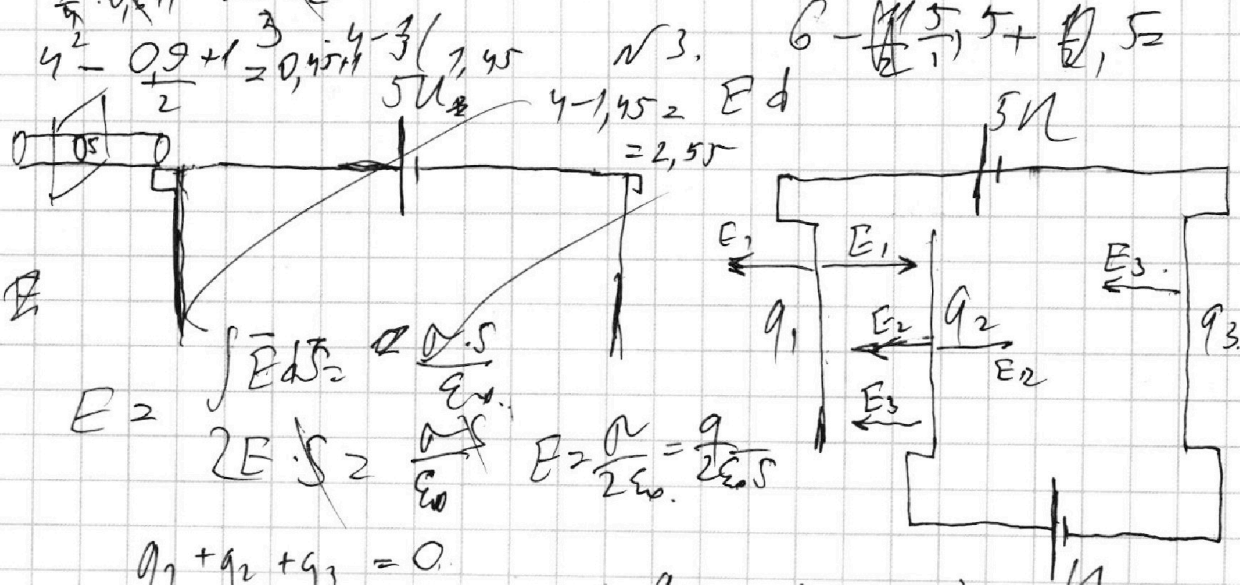
2) $\delta \rho = k \rho_0 \frac{3V}{8} = 3k \rho_0 \frac{V}{8}$



$\frac{V}{8} \Rightarrow \rho_1 \frac{V}{8} = \rho_1 k T_0$
 $\rho_1 = \frac{24}{5} \rho_0$
 $\rho_1 = \rho_{\text{mean}} + \rho_2$
 $\frac{1}{2} V \rho_2 k T_0 = \rho_2 \frac{V}{2} = \frac{4}{3} (\rho_2 + \delta \rho) k T_0$
 $\rho_2 = \frac{21}{5} \rho_0$
 $\rho_{\text{mean}} = \frac{21}{5} \rho_0 + \frac{24}{5} \rho_0 = \frac{45}{5} \rho_0 = 9 \rho_0$

$(\rho_{\text{mean}} + \frac{24}{5} \rho_0) (3k k T_0 + 1) k T_0 \frac{V}{8} = \frac{4}{3} \rho_1 k T_0 = \frac{4}{3} \rho_0 k T_0$

$\rho_{\text{mean}} + \frac{24}{5} \rho_0 \rho_0 (3k k T_0 + 1) k T_0 = \rho_{\text{mean}} + \frac{2}{5} \frac{\rho_0}{k T_0} +$



$E = \int \vec{E} d\vec{s} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} = \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$

$q_1 + q_2 + q_3 = 0$
 $F = m \vec{E} q = q \left(\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} = \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right)$

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!



~~$\mathcal{E} = 2L \frac{dI_3}{dt} + IR$~~ $\mathcal{E} = 2L \cdot \frac{dI_3}{dt} + IR(I_1 + I_2 + I_3)$

~~$IR + 3L \frac{dI_2}{dt} = I_2 \cdot 4R + \dots$~~

$I_1 2R + 3L \frac{dI_1}{dt} =$
 $= I_2 \cdot 4R + L \frac{dI_2}{dt}$

~~$\mathcal{E} = 2L \frac{dI_3}{dt} + IR$~~

$I_1 R = L \ddot{q}_2 - 3L \dot{q}_1 + I_2 \cdot 4R$

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

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

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

$I_3 \cdot 2R + 3L \frac{dI_3}{dt} = 2L \frac{dI_1}{dt} - L \frac{dI_2}{dt}$

$I_4 \cdot 2R = 2L \ddot{q}_3 - L \ddot{q}_2 - 3L \dot{q}_1$

~~$\mathcal{E} = 2L \frac{dI_3}{dt} + I_2 \cdot 4R + L \dot{q}_2$~~

~~$\mathcal{E} = I_2 \cdot 4R + L \dot{q}_2 + L \dot{q}_3 - 3L \dot{q}_1 + I_2 \cdot 4R +$~~

~~$+ \frac{2L \ddot{q}_3 - L \ddot{q}_2}{4} = \frac{3}{2} (2L \dot{q}_2 - L \ddot{q}_2) +$~~
 ~~$+ \frac{L \dot{q}_2}{4}$~~

~~$\mathcal{E} = 2L \dot{q}_3 + \frac{2L \dot{q}_3 - 3L \dot{q}_1}{2} + \frac{2L \dot{q}_3 - L \dot{q}_2}{4} +$~~

~~$+ I_2 \dot{q}_2 R$~~ $I_1 2R + 3L \frac{dI_1}{dt} = I_2 \cdot 4R$

~~$I_2 2R + I_3 4R = 3L \frac{dI_3}{dt}$~~

$\frac{dI_1}{dt} \cdot 3L - 2L I_2 = 0$

$\frac{dI_1}{dt} + 2L \frac{dI_2}{dt} = 0$

$3 dI_3 = 2 dI_1$

$3 I_1 = 2 I_3$

$2L I_3 - I_2 = 0 \quad I_2 = 2 I_3$

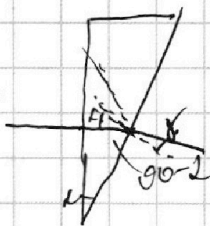
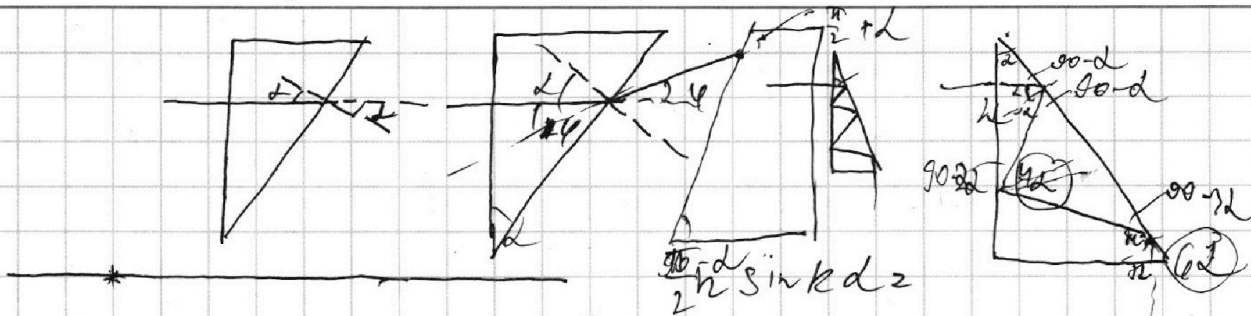
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



$\delta = 5,5 \cdot 10^{-5}$

$\sin \alpha = 0,17$

$\sqrt{1 - 0,17^2}$

$n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \gamma$

$\sin \gamma =$

$\gamma = \alpha \quad \sin \gamma = \frac{n_2 \sin \alpha}{n_1} = \frac{n_2 d}{n_1 a}$

$\alpha = \gamma \Rightarrow \arcsin(0,17) = 0,17$

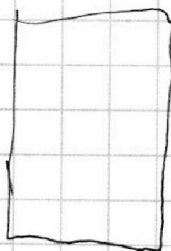
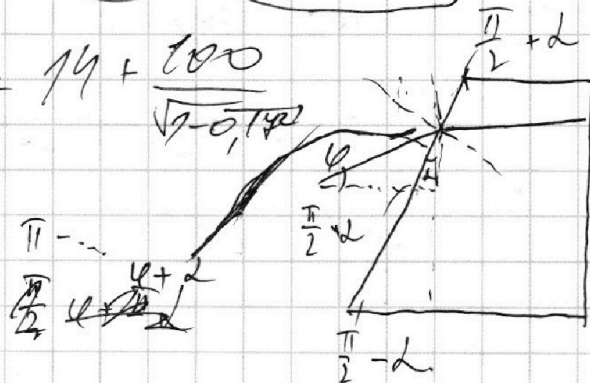
$\cos \alpha = \frac{a}{n}$

$n = \frac{a}{\cos \alpha}$

Eq $\frac{d}{s} = \frac{nv^2}{v} - \frac{nv^2}{2} \cos \varphi = 19 + \frac{100}{\sqrt{1-0,17^2}}$

Eq $qd = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv^2}{2}$

$\frac{mv^2}{2} = \left(\frac{6u}{d} + \frac{11u}{2d} \right)$



$\varphi \Rightarrow IR$

$2L\ddot{q}_3 = L\ddot{q}_2 + I_2\ddot{\varphi}$

$\varphi = 2L\ddot{q}_3 + (I_1 + I_2 + I_3)\ddot{\varphi}$

Eq $q_{\text{center}} = \Delta W + IR \quad \varphi \Rightarrow L_4$

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!

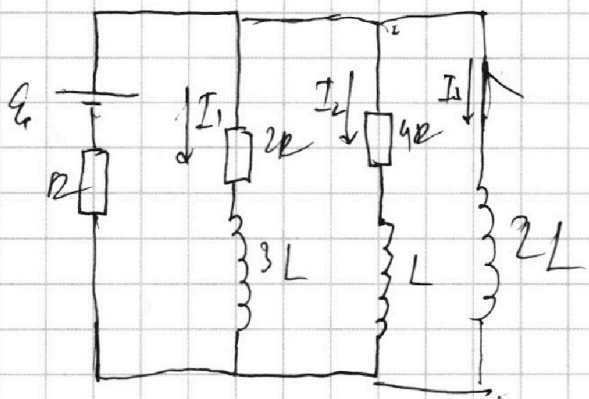


$(E_1 - E_2 - E_3) q = \max$

$2a \frac{dI}{dt} = U - U_0$

$I_{01} = \frac{U - \frac{E}{7}}{3R} = \frac{8E}{7R}$

н/ч.



$E = I_1 \cdot 2R + I R$

$E = I_2 \cdot 4R + I R$

$I_2 = I_1 + I_3$

$2E = I_1 \cdot 2R + I_2 \cdot 4R + I R$

$2E = 2I_1 R + 2(I_1 + I_3) R + I R$

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

$E = I_2 \cdot 4R + I_1 R$

$E = 2E - 3E - 15I_2 R + I_2 R$

$I_1 = \frac{E}{R} - 5I_2$

$2E = 19I_2 R$; $I_2 = \frac{1}{7} \frac{E}{R}$; $I_1 = \frac{E}{R} - \frac{5E}{7R} = \frac{2E}{7R}$

$I_{2L} = ?$

$E = I_2 R + 2L \frac{dI_2}{dt} + I_2 R$

$E = I_1 \cdot 2R + E - I_2 R = \frac{E - 2E}{2L} = \frac{E - 2E}{2L}$

$= \frac{5E}{49L}$

$E = 2L \frac{dI_2}{dt} + I_2 R$

$E = 2L \frac{dI_2}{dt} + I_2 R$

$E = 3L \frac{dI_3}{dt} + I_3 R$

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

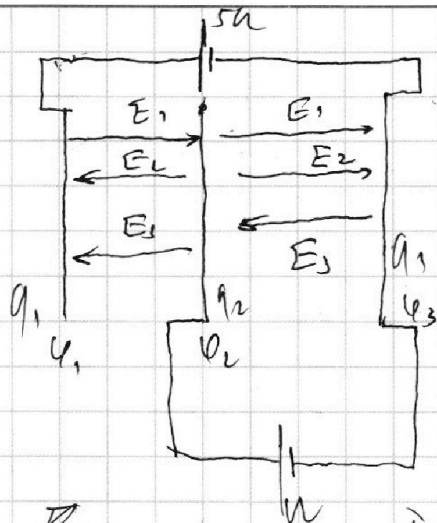
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$U = \varphi_2 - \varphi_3 = \int E \cdot d\Sigma =$$

$$d \left(\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) ?$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 + \varphi_2 - \varphi_3 =$$

$$= \frac{d}{3} \left(\frac{q_1}{\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{\epsilon_0 S} \right) \neq U = 5U$$

E.

нормальное направление

$$d \left(\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) = \frac{d}{\epsilon_0 S} (q_1 - q_2 - q_3)$$

$$12 q_1 + 12 q_2 - 12 q_3 = q_1 - q_2 - q_3 \quad | \cdot \frac{1}{11}$$

$$\begin{cases} 11 q_1 + 13 q_2 - 11 q_3 = 0 \\ 11 q_1 + 11 q_2 + 11 q_3 = 0 \end{cases}$$

$$\frac{U}{d} \cdot 2\epsilon_0 S = 2 q_1 + q_2 - q_3$$

$$\frac{4U}{d} = \frac{12U}{d} \Rightarrow \frac{2U}{d} = q_1 - q_2 - q_3$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0 \quad \Rightarrow \quad q_1 = \frac{12U\epsilon_0 S}{d}$$

$$\frac{2U}{d} = \frac{26U\epsilon_0 S}{d} = 2 q_1 - 2 q_3$$

$$\frac{2U}{d} = \frac{U\epsilon_0 S}{d} = 2 q_3 \quad q_2 = \dots$$

$$|E| = mE = (E_1 + E_2 - E_3) q$$

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 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!



$$+ \frac{2}{5} I_3 \cdot 2R + 2 I_3 \cdot 4R = Q$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = 3 I_3 + \frac{2}{5} I_3 = I_3 \cdot \frac{11}{5}$$

$$\frac{13}{5} + \frac{24}{3} = \frac{34}{3}$$

$$E_0 = I_3 \cdot R$$

$$\frac{11}{5} + \frac{4}{3} \neq \frac{24}{3} = \frac{34}{3} = 13$$

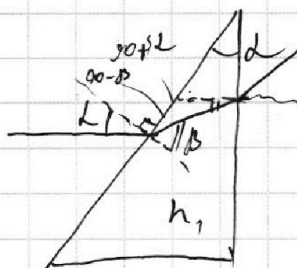
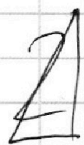
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

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

$$n_1 h = a \cdot \tan \beta =$$

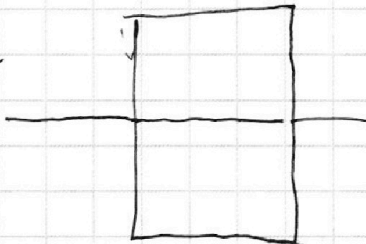
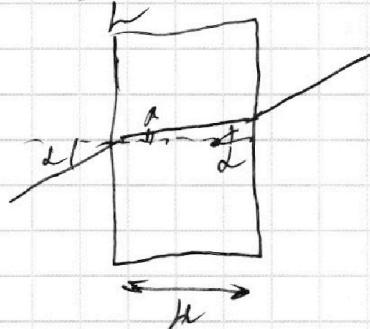
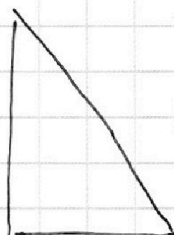
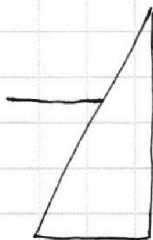
$$(n_2 - 1) d =$$

$$0,11 \cdot 0,11$$

$$0,0121$$

$$d = 0,11$$

$$2a \tan \beta$$



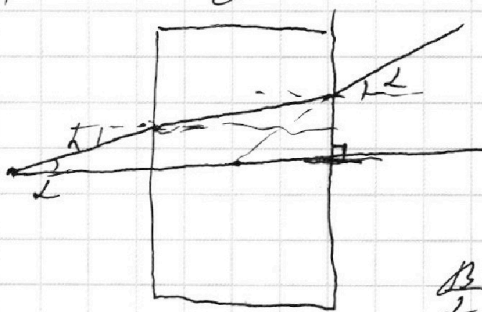
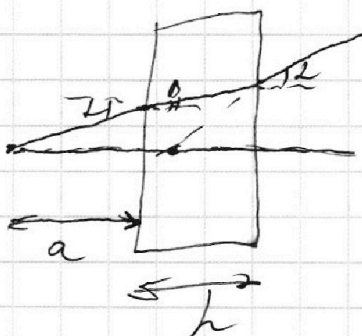
$$\sin \beta = \frac{a}{h}$$

$$\sin \alpha = \frac{a}{h}$$

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

$$n_1 d = h \sin \beta$$

$$\beta = \frac{a}{h}$$



$$\beta = \frac{h_1}{h_2}$$

$$d = n_1 \sin \beta$$

$$\beta = \frac{d}{h}$$

$$\beta = \frac{a}{h}$$

$$d = \frac{a}{n_1}$$

$$h - n_2 d = h - \frac{\beta h}{d} = h - \frac{h_1}{n_2} h$$

$$2h$$

