



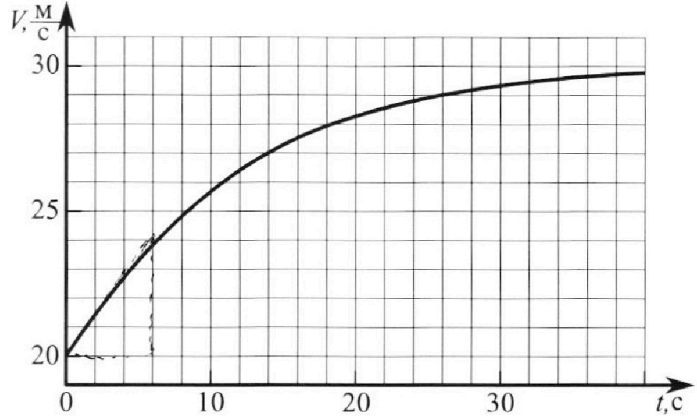
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%.

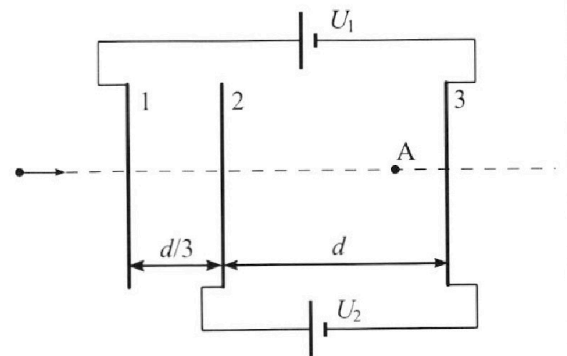
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный 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  $\Delta v$  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/(м<sup>3</sup>·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

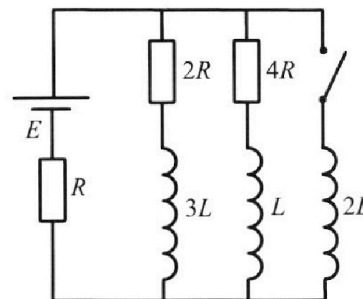
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



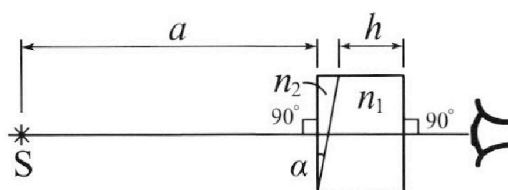
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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.



- 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)  $n = \frac{P_{\text{сопротивл}}}{P} = ?$

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

~~$a_0 \Rightarrow$  Произошло на  $v$  по  $dt$~~

Уточн найдем  $\dot{v}$ , надо найти наклон  
линии касательной в данной точке.

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

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

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

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

$F_0 = F_{\text{тяг}} - ma_0 = F_k - ma_0 = 200 - 240 \cdot 0,75 = 20 \text{ Н}$

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

3)  $P_{\text{сопротивл}} \sim F_0$ ,  $P \sim F_{\text{тяг}}$  ( $P_{\text{сопротивл}}$  - сопротивление или сопротивление в покое)

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

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

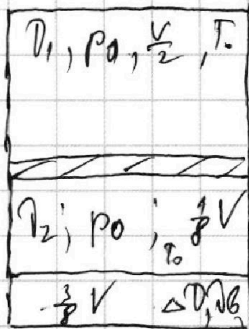
1  2  3  4  5  6  7

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



N2.

В начале



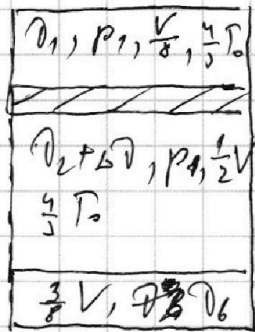
исключить  
переводимости  
параметры

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

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

$\Delta D = k \rho_0 \cdot \frac{3}{8} V = 3k \rho_0 \nu_2 R T_0$   
 $= \frac{3}{8} k \cdot 8 \nu_2 R T_0 = 3k \nu_2 R T_0$

2) В конце



Приняв за единицу измерения  
параметры, не можем.

Потому  $p_1 = p_{\text{амм}} + p_2 + p_3$   
 где  $p_1 = p_{\text{амм}}$  (газ. воз. паров при  $T = 373K$ ),  $p_2$  - газ.  $CO_2$

$p_1 = p_{\text{амм}} + p_2$

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

~~$p_1 = p_0$~~   $p_1 \cdot \frac{V}{8} = \frac{4}{5} \nu_1 R T_0$

$(p_{\text{амм}} + \frac{4}{3} \nu_2 (\nu_2 + \Delta \nu) R T_0) = \frac{4}{5} p_1$

$(p_{\text{амм}} + \frac{4}{3} \nu_2 (\nu_2 + \Delta \nu) R T_0) = \frac{4}{5} \cdot \frac{p_0}{2} = 4 p_0$

$p_{\text{амм}} + \frac{4}{3} (3k R T_0 + 1) \cdot \frac{p_0}{8} = 4 p_0$  Учтем  $T_0 = \frac{4}{5} R T_0 + \frac{4}{5} T_{\text{амм}}$

$p_{\text{амм}} + \frac{4}{3} \frac{p_0}{8} (3k \cdot \frac{3}{4} T_0 + 1) \frac{p_0}{8} = 4 p_0$

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

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

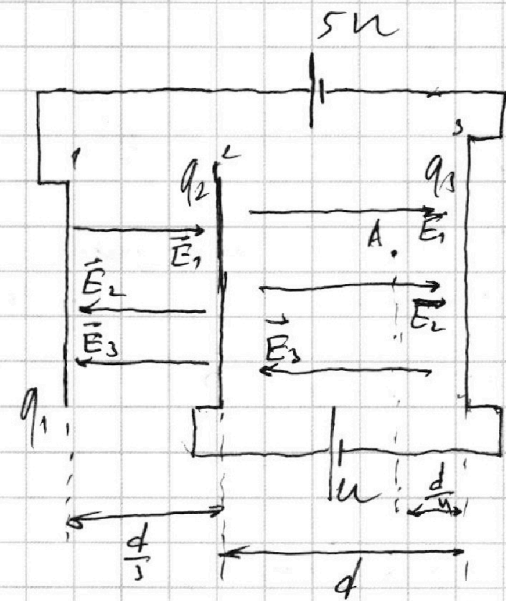
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

Разность потенциалов между 2 и 3  
 слоем равна  $U$ :

$$d \left( \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} (E_1 + E_2 - E_3) \right) = U$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 сегмента.

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

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

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

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

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

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

$$v_A = \sqrt{\frac{19 Uq}{2m}}$$

Ответ: 1)  $a_{12} = \frac{Uq}{md}$  2)  $E_{k3} - E_{k2} = Uq, 3) v_A = \sqrt{\frac{19 Uq}{2m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



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

$\epsilon_{\text{пот}} = \Delta W + Q$

$$W_2 = W_1 = \frac{L I_0^2}{2} + \frac{3L I_0^2}{2}$$

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

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

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

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

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

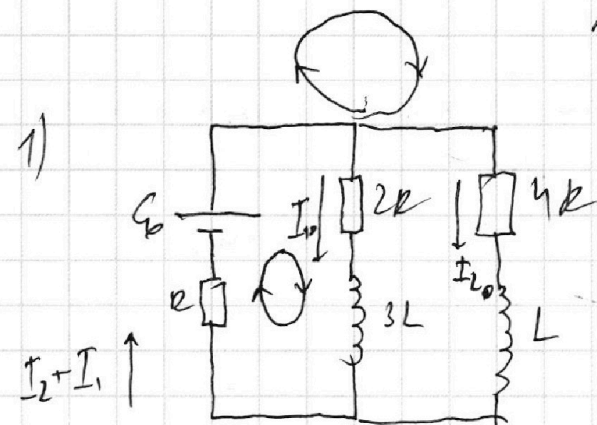
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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:

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

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

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

$$3E_0 = 15 I_{20} R + E_0 - I_{20} R \quad ; \quad I_{20} = \frac{E_0}{7R}; \quad I_{10} = \frac{2E_0}{7R}; \quad I_3 = \frac{3E_0}{7R}$$



Сразу после замыкания тока в контуре резко не меняется

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

$$E_0 = 2L \dot{I}_3 + I_3 R$$

$$\dot{I}_3 = \frac{E_0 - I_3 R}{2L} = \frac{E_0 - \frac{3E_0}{7}}{2L} = \frac{2E_0}{7L}$$

~~3) Записать 3 ур-ние из Кирхгофа~~

3) 3 ур-ние из Кирхгофа для установившегося режима

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

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

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

Отсюда  $3I_1$

$$3I_1 = 2I_3 = I_2$$

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

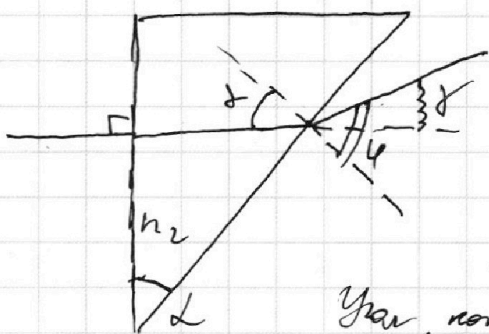
**МФТИ**

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.  $\alpha$  - м.м.



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

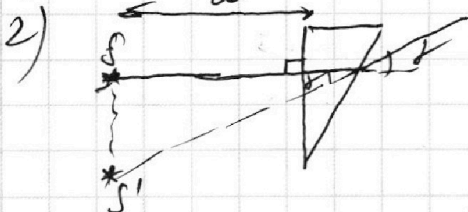
$$\alpha \approx \arcsin\left(\frac{n_2 \sin \alpha}{n_1}\right) \geq \arcsin(0,17)$$

Угол, который нам надо найти -  $\delta$ .

$$\delta \approx \alpha - \alpha' \approx \arcsin(0,17) - 0,1 = \delta \approx 0,07$$

2)

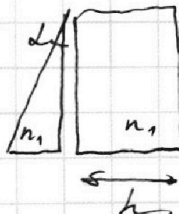
Можно найти угол  $\delta$  между ~~лучем~~ и ~~нормалью~~ ~~к~~ ~~интерфейсу~~ ~~лучей~~.



$S'$  - изображение.

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

- 3) Разделим ступку с показателем  $n_1$  на 2 (вершина воздушного пространства с максимумом).



Лучи с  $n_2 \geq 1,7$  ~~вернутся~~ ~~нам~~ ~~удобно~~ ~~выяснить~~ ~~на~~ ~~угол~~ ~~delta~~ ~~из~~ ~~формулы~~.

Лучи с  $n_2 \geq 1,7$  ~~со~~ ~~перпендику~~ ~~ларом~~ ~~к~~ ~~интерфейсу~~ ~~или~~ ~~SS\_1~~ ~~27~~ ~~см~~

В треугольнике  $SS_1S_2$  с показателем  $n_1$  ~~и~~ ~~перпендику~~ ~~ларом~~ ~~на~~ ~~угол~~ ~~delta~~ ~~от~~ ~~вершины~~ ~~вверх~~ ~~или~~ ~~или~~ ~~или~~  $h_2 = (n_1 - 1) \cdot d \approx 0,4 \cdot 0,2 = 0,08$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

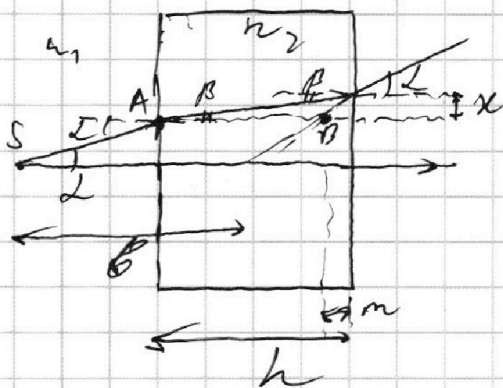


№5.

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

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

Зачем решать задачу маленького значения? Рассмотрим пока одну задачу.



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

Найдём отношение углов или углов (используем  $b$ ).

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

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

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

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

Для нашего случая  $b \geq 100 \left(1 - \frac{1}{1,4}\right) = 4 \text{ м}$ .

Нам не расс.  $K$  от  $\Gamma$  до  $K$  конечного

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

Ответ: 1)  $\beta \approx 0,04$  2)  $SL_1 = 4 \text{ м}$ ; 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)  $a = \frac{dV}{dt} = \gamma d$        $\frac{a}{b} = \gamma d = \frac{2}{3} \approx 0,666$   
 $\Delta t = 6 \text{ c}$        $\Delta V = \Delta \gamma$        $\frac{3}{4} \approx 0,75 = \frac{2}{2}$

$P = \text{const}$        $Pt = A = \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2}$

24  
7,5  
120  
168  
180

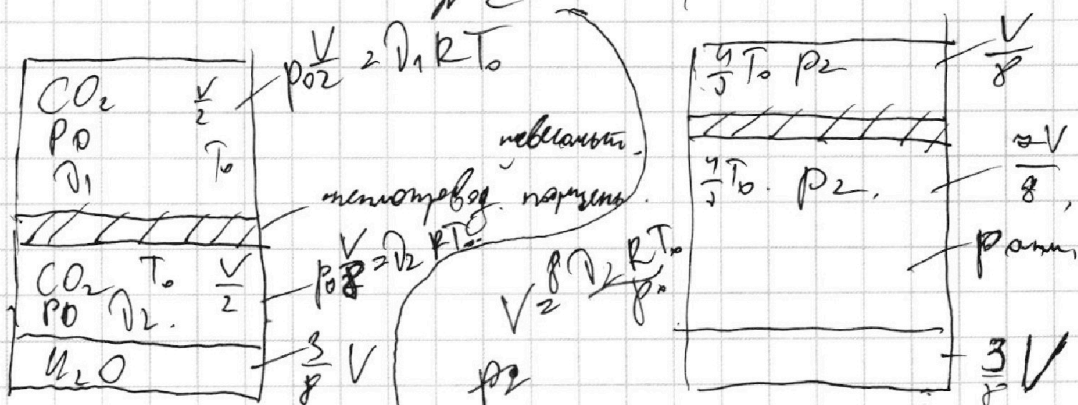
$F_R = F_T$        $F_T - F_c = ma$

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

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

$200 - 24 \cdot 7,5$

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



$\Delta V = k p_0 W$

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

$\frac{4}{3} V_1 R T_0 = 4 V_2 R T_0$

$V_1 = 4 V_2$

$\frac{V_1}{V_2} = 4$

$p_2 \frac{V}{8} = \frac{4}{3} V_1 R T_0$

$p_2 \frac{V}{2} = \frac{4}{3} (V_2 + \Delta V) R T_0$

$\frac{4 \cdot 16}{3} V_1 R T_0 = \frac{4}{3} (V_2 + \Delta V) R T_0$

$4 V_1 = V_2 + \Delta V$

$15 V_2 = k p_0 \cdot \frac{3}{8} V$

$95 V_2 = k \cdot p_0 \cdot \frac{3}{8}$

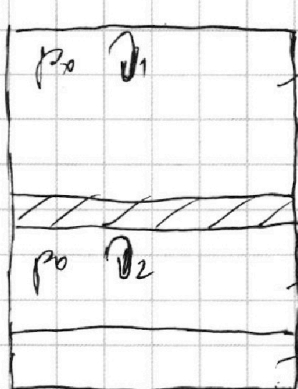
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

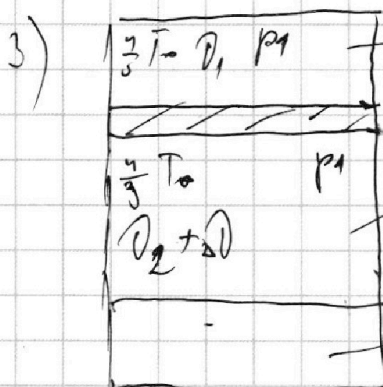
МФТИ

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



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

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

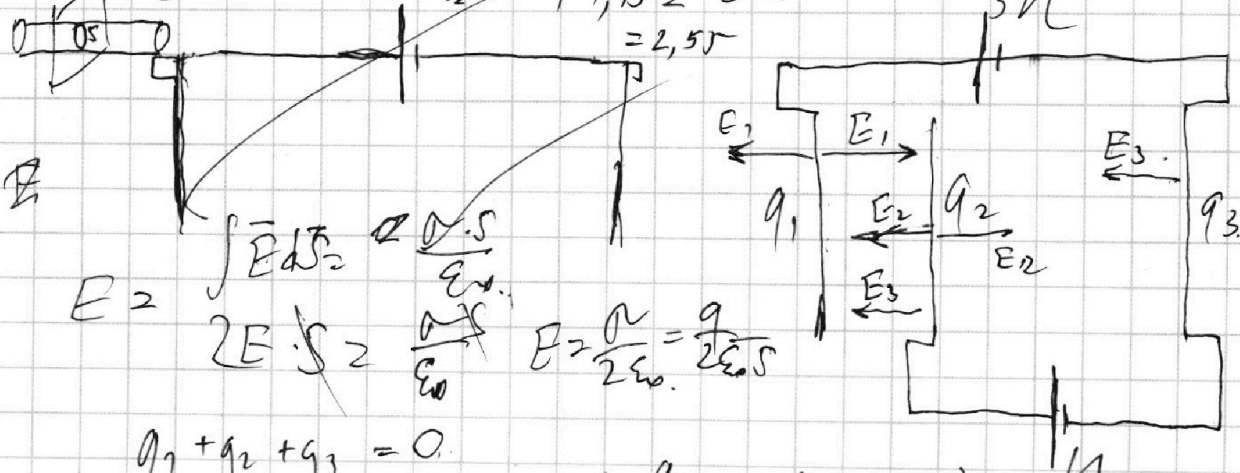


$\frac{V}{8} \Rightarrow \rho_1 \frac{V}{8} = \rho_1 k T_0$   
 $\rho_1 = \frac{24}{5} \rho_0$   
 $\rho_1 = \rho_{\text{пар}} + \rho_2$   
 $\frac{1}{2} V \rho_1 k T_0 = \rho_2 \frac{V}{2} \rho_2 k T_0$   
 $\rho_1 k = \frac{24}{5} \rho_0 k$   
 $\rho_{\text{пар}} + \frac{24}{5} \rho_0 k = \rho_2 k$

$(\rho_{\text{пар}} + \frac{24}{5} \rho_0 k) \frac{V}{8} = \frac{1}{3} \rho_2 k T_0 = \frac{1}{3} \rho_0 k T_0$

$\rho_{\text{пар}} + \frac{24}{5} \rho_0 k \frac{V}{8} = \rho_{\text{пар}} + \frac{2}{3} \rho_0 k T_0$

$\frac{24}{5} \rho_0 k \frac{V}{8} = \frac{2}{3} \rho_0 k T_0$   
 $\frac{24}{5} \cdot \frac{V}{8} = \frac{2}{3} T_0$   
 $\frac{3}{5} V = \frac{2}{3} T_0$   
 $T_0 = \frac{9}{4} V$



$E = \int \vec{E} dS = \frac{q_1}{\epsilon_0 S}$   
 $2E \cdot S = \frac{q_1}{\epsilon_0}$   
 $E = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}$

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

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!



$$U = \frac{dI_3}{dt} \cdot 2L + I_3 R$$

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

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

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

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

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

$$= L \ddot{q}_2 - 3L \ddot{q}_1 + 2L \ddot{q}_3$$

$$U = 2L \frac{dI_3}{dt}$$

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

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

$$I_2 \cdot 4R = L \ddot{q}_2 +$$

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

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

$$+ \frac{L \ddot{q}_2}{4}$$

$$U = 2L \ddot{q}_3 + \frac{2L \ddot{q}_3 - 3L \ddot{q}_1}{2} + \frac{2L \ddot{q}_3 - L \ddot{q}_2}{4} +$$

$$+ I_1 \ddot{q}_3 R \cdot I_1 \cdot 2R + 3L \frac{dI_1}{dt} = I_2 \cdot 4R$$

$$I_2 \cdot 2R + I_3 \cdot 4R = 3L \frac{dI_1}{dt}$$

$$\frac{dI_1}{dt} \cdot 3R - 2L \ddot{I}_3 = 0$$

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

$$3 dI_3 = 2 dI_1$$

$$3I_1 = 2I_3$$

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

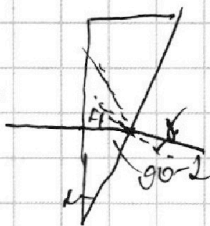
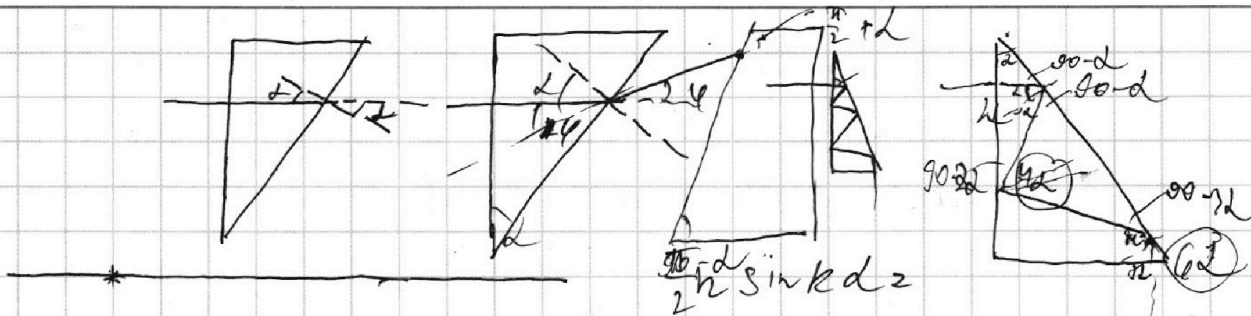
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$h + 5,5 + 0,5$

$\sin \gamma = 0,17$

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

$h_2 \sin \alpha = n_6 \sin \gamma$

$\sin \gamma =$

$\gamma = \alpha \quad \sin \gamma = \frac{h_2 \sin \alpha}{n_6} = \frac{nd}{n_6}$

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

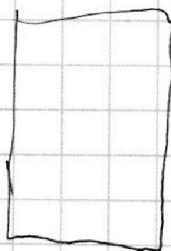
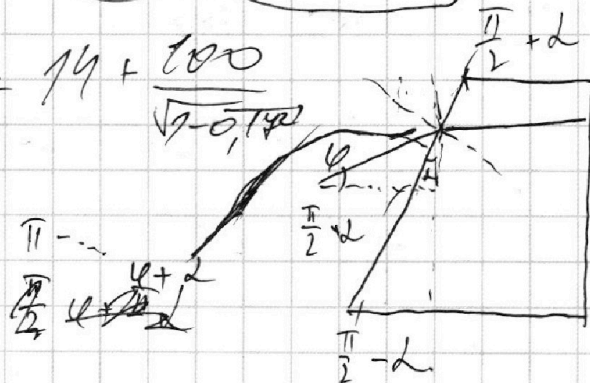
$\cos \alpha = \frac{a}{x}$

$x = a \frac{1}{\cos \alpha}$

Eq  $\frac{d}{3} = \frac{nd^2}{2} - \frac{nd^2}{2} \cos \varphi = 19 + \frac{100}{\sqrt{1-0,17^2}}$

Eq  $nd^2 = \frac{nd^2}{2} - \frac{nd^2}{2}$

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



$\varphi = IR$

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

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

Eq  $q_{\text{rot}} = \Delta W + IR$

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!

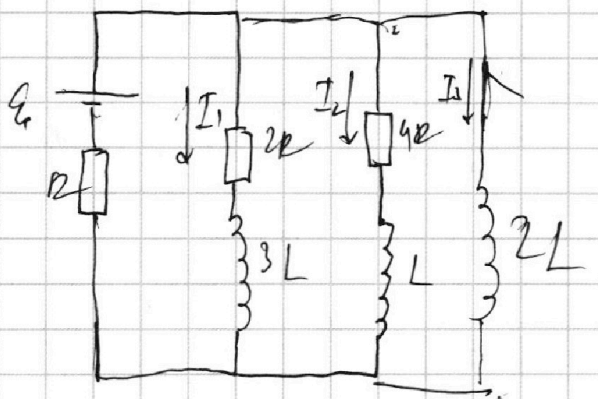


$$(E_1 - E_2 - E_3) q = \max, \text{ find}$$

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

$$I_1 \rightarrow \frac{U - \frac{E}{7}}{3R} = \frac{8E}{7}$$

н/ч.



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

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

$$I_2 = I_1 + I_3$$

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

$$2E = 2I_1 R + 2I_2 R + I R$$

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

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

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

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

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

$I_{2L} = ?$

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

$$E = I_1 \cdot 2R + E - I_2 R = \frac{I_2}{2L} = \frac{E - 2E}{7R} = \frac{-E}{7R}$$

$$= \frac{5E}{7R}$$

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

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

$$E = 3L \frac{dI_2}{dt} + I_2 R$$

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

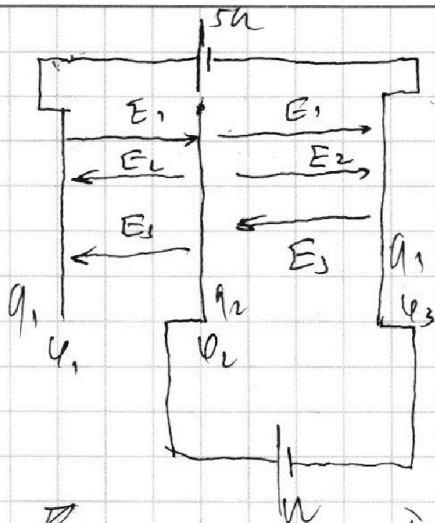
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

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

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

$$= \frac{d}{\epsilon_0} \left( \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) \neq U = 5U$$

$E$ .

нормальная составляющая

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

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

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

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

$$\frac{4U}{d} = \frac{12U}{d} \cdot \frac{2\epsilon_0 S}{d} = q_1 - q_2 - q_3$$

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

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

$$\frac{26U\epsilon_0 S}{d} = \frac{24U\epsilon_0 S}{d} + 2q_3 \quad \Rightarrow \quad q_3 = \frac{U\epsilon_0 S}{d}$$

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



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!



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

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

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

$$E_0 = I_3 \cdot R$$

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

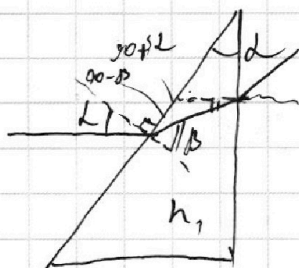
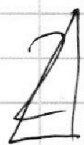
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

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

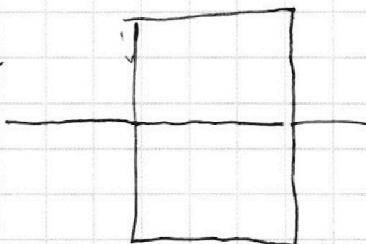
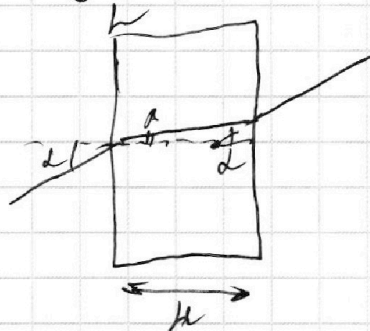
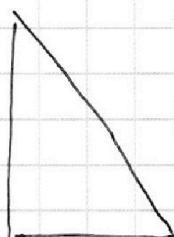
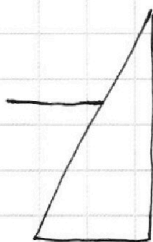
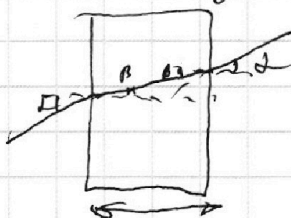
$$n_1 h = a \cdot \tan \beta =$$

$$(n_1 - 1) d = 0,11 \cdot 0,11$$

$$0,04$$

$$d = 0,04$$

$$2a \tan \alpha$$



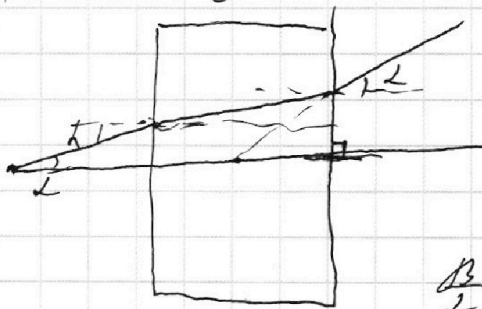
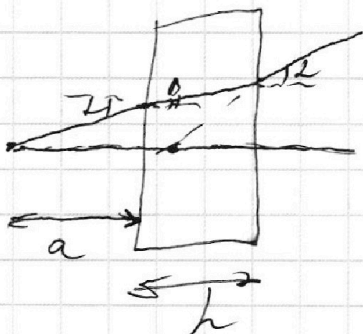
$$\sin \beta = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\sin \alpha = \frac{n_1}{n_2}$$

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

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

$$\beta = \frac{n_1}{n_2}$$



$$\beta = \frac{n_1}{n_2}$$

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

$$\beta = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\beta = \frac{n_1}{n_2} \quad d = \frac{n_1}{n_2} h$$

$$h - n_2 = h - \frac{n_1 h}{d} = h - \frac{n_1 h}{n_2}$$

$$2h$$

