



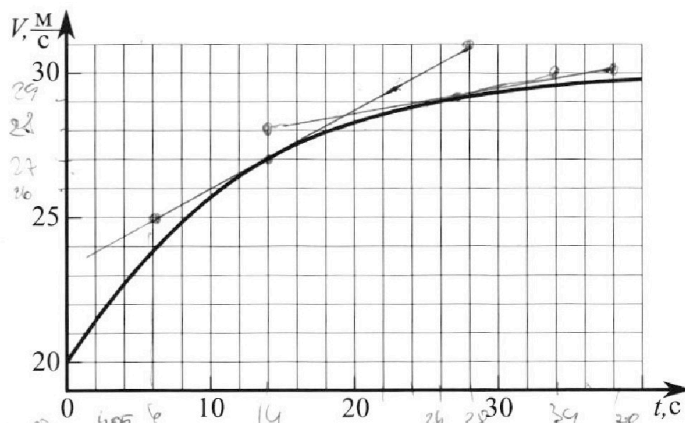
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02

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



1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 300$ 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 $F_k = 405$ Н.



- Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости $V_1 = 27$ м/с.

- 2) Найти силу сопротивления движению F_1 при скорости V_1 .

- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости V_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.



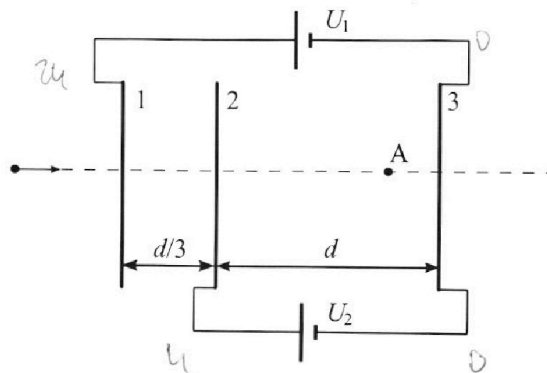
$$P_A \cdot \frac{V}{2} = \sqrt{RT}; \quad P_{\text{жид}} \cdot \frac{V}{4} = \sqrt{RT}; \quad 2P_{\text{жид}} = \sqrt{RT}; \quad \frac{P_A}{2} = \sqrt{RT}$$

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 азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/6$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. 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.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
2) Определите конечное давление в сосуде P . 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 $U_1 = 2U$ и $U_2 = U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



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

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02

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

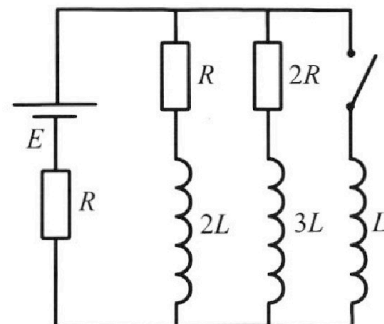
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.

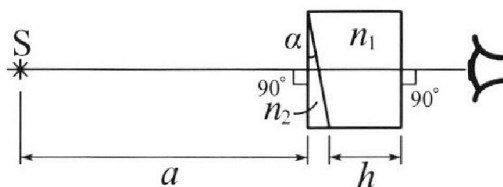
2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.

3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с 4-х значными коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



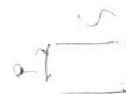
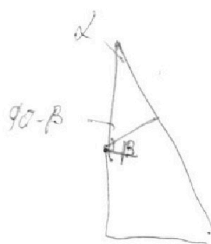
5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_v = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 200$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.



1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.

3) Считая $n_1 = 1,8$, $n_2 = 1,6$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



$$\frac{E^2}{2} \cdot V \cdot \epsilon_0$$

$$\frac{d \cdot \epsilon_0}{2 \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{\epsilon_0} = F$$

$$\frac{d \cdot \epsilon_0}{2 \epsilon_0}$$

$$\frac{Q^2}{2 \epsilon_0} = \frac{105 \cdot 10^{-12}}{2 \epsilon_0} \cdot \frac{65^2}{2 \cdot 10^{-12}} \cdot \frac{1}{\epsilon_0}$$

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!

$$③ \quad P = P_{\text{наг}} + P_{\text{сопр}};$$

$$P_{\text{сопр}} = F_{\text{сопр}} \cdot V;$$

$$P_{\text{наг}} = F_{\text{наг}} \cdot V;$$

$$\rightarrow \frac{P_{\text{сопр}}}{P} = \frac{F_{\text{сопр}}}{F_{\text{наг}}};$$

Она тоже 1:

$$\frac{P_{\text{сопр}}}{P} = \frac{F_{\text{сопр}}}{F_{\text{наг}}}; \quad F_{\text{наг}} = \frac{F_{\text{наг, ном}} \cdot V_{\text{ном}}}{V} \quad \text{или } P = \text{const.}$$

$$\rightarrow \frac{P_{\text{сопр}}}{P} = \frac{F_{\text{сопр}} \cdot V_1}{F_{\text{наг, ном}} \cdot V_{\text{ном}}}; \quad \frac{P_{\text{сопр}}}{P} = \frac{369 \text{ Н} \cdot 27 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{405 \text{ Н} \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{369}{450}$$

$$\frac{P_{\text{сопр}}}{P} = \frac{369}{450} = \frac{41}{50} \approx 0,82;$$

$$\boxed{\text{ответ: } 0,82}$$

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!

(N1)

① $a = \frac{dV}{dt} = (0.1t)^3$, производная — ускорение

касание машины в точке $N = 27 \frac{m}{c^2}$, $t = 14c$

$a \approx \frac{31 \frac{m}{c^2} - 25 \frac{m}{c^2}}{28c - 6c}$ проверка касательной, она примерно проходит

через точки: $(6; 25)$ и $(28; 31)$,

я буду как можно ближе к касательной, чтобы

увеличить напряжение

$$a \approx \frac{6 \frac{m}{c^2}}{22 \frac{m}{c^2}} = \frac{3}{11} \frac{m}{c^2}$$

$$\begin{array}{r} 30 \overline{) 71} \\ \underline{22} \\ 80 \\ \underline{22} \\ 30 \end{array}$$

$$a \approx 0,27 \frac{m}{c^2} \text{ — вариант}$$

$$\boxed{\text{вариант } 0,27 \frac{m}{c^2}}$$



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!

② $\text{из } P = \text{const}, \quad P = F_{\text{тяги}} \cdot v$

В начале каждого $F_{\text{тяги}} = F_k = F_{\text{тяги макс}}$, и
ускорение равно 0, то сумма всех сил равна 0.

$$\left\{ \begin{aligned} F_{\text{тяги макс}} \cdot v_{\text{кон}} &= F_{\text{тяги}} \cdot v_1 \\ m a_1 &= F_{\text{тяги}} - F_{\text{тяги}} \rightarrow F_{\text{тяги}} = F_{\text{тяги}} - m a_1 \end{aligned} \right.$$

из анализа графика, переходя к началу, то $v_{\text{кон}} = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ (ассимптота по формулам).

$$F_{\text{тяги}} = \frac{F_{\text{тяги макс}} \cdot v_{\text{кон}}}{v_1} - m a_1 = \frac{F_k \cdot v_{\text{кон}}}{v_1} - m a_1$$

$$F_{\text{тяги}} = \frac{405 \text{ Н} \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{22 \frac{\text{м}}{\text{с}}} - 300 \text{ кг} \cdot 0,27 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 450 \text{ Н} - 81 \text{ Н} = 369 \text{ Н}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } 369 \text{ Н}}$$



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!

по определению $P_{\text{эст}1} = P_{\text{гн}1}$

по определению $P_{\text{эст}2} = P_{\text{гн}2} + P_{\text{нае.всп.}}$

Пусть по модели в режиме холостого хода $I_{\text{гн}1}$ нашей ЭД $\rightarrow$

$\Rightarrow$ по определению $I_{\text{гн}2} = I_{\text{гн}1} + \Delta I$, где

ΔI — количество холостых, расходуемых в ЭД по модели.

По закону Джоуля $\Delta V = k \cdot P \cdot W$, $W = \frac{V}{\eta}$, $k = 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{мкс}}{\text{Вт} \cdot \text{ч}}$

$P = P_{\text{гн}1} = P_{\text{эст}1}$

$$\left\{ \begin{aligned} P_{\text{гн}1} \cdot 1 \cdot \frac{V}{\eta} &= I_{\text{гн}1} \cdot R \cdot T_0 \\ P_{\text{гн}2} \cdot \left(V - \frac{V}{\eta} - \frac{\Delta V}{\eta} \right) &= (I_{\text{гн}1} + \Delta I) \cdot T = (I_{\text{гн}1} + \Delta I) \cdot \frac{4T_0}{3} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} P_{\text{гн}1} \cdot 1 \cdot \frac{V}{\eta} &= I_{\text{гн}1} \cdot R \cdot T_0 \\ P_{\text{гн}2} \cdot \left(V - \frac{V}{\eta} - \frac{\Delta V}{\eta} \right) &= (I_{\text{гн}1} + \Delta I) \cdot T = (I_{\text{гн}1} + \Delta I) \cdot \frac{4T_0}{3} \end{aligned} \right.$$

$$\frac{P_{\text{эст}2}}{P_{\text{эст}1}} = \frac{P_{\text{гн}2}}{P_{\text{гн}1}} + \frac{P_{\text{нае.всп.}}}{P_{\text{гн}1}} = \frac{4I_{\text{гн}1}}{\frac{16}{3}(I_{\text{гн}1} + \Delta I)} + \frac{P_{\text{нае.всп.}} \cdot V}{I_{\text{гн}1} \cdot R \cdot T_0}$$

$$2 = \frac{7}{4} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{\Delta I}{I_{\text{гн}1}}\right)} + \frac{P_{\text{нае.всп.}}}{I_{\text{гн}1} \cdot R \cdot T_0} \quad R T_0 \approx 3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Вс}}{\text{А}}$$

$$2 I_{\text{гн}1} \cdot (I_{\text{гн}1} + \Delta I) = \frac{7}{4} I_{\text{гн}1}^2 + \frac{P_{\text{нае.всп.}} \cdot V}{4 R T_0} \cdot (I_{\text{гн}1} + \Delta I)$$

$$2 I_{\text{гн}1}^2 + 2 I_{\text{гн}1} \cdot \Delta I = \frac{7}{4} I_{\text{гн}1}^2 + \frac{P_{\text{нае.всп.}} \cdot V}{4 R T_0} I_{\text{гн}1} + \frac{P_{\text{нае.всп.}} \cdot V}{4 R T_0} \cdot \Delta I$$



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!

$$2 I_{\text{гн}}^2 + 2 I_{\text{гн}} \cdot \Delta V - \frac{7}{4} I_{\text{гн}}^2 - \frac{P_{\text{атм}} \cdot V}{4 R T_0} I_{\text{гн}} - \frac{P_{\text{атм}} \cdot V}{4 R T_0} \Delta V = 0$$

$$\frac{I_{\text{гн}}^2}{4} + I_{\text{гн}} \cdot \Delta V - \frac{P_{\text{атм}} \cdot V}{4 R T_0} I_{\text{гн}} - \frac{P_{\text{атм}} \cdot V}{4 R T_0} \Delta V = 0.$$

Значит, что мы имеем квадратное уравнение,

в нем известны $I_{\text{гн}}$ и V , но в форме коэффициентов

переменных V и ΔV нам мало поминать $\rightarrow$ $P_{\text{атм}}$ $I_{\text{гн}}$ можно

$$\frac{P_{\text{атм}}}{4 R T_0} = \frac{10^5 \text{ Па} \cdot V}{4 \cdot 8.314 \cdot 300} = \frac{100 \text{ В}}{10 \text{ Тл}} \text{ ~~переменная~~ } \text{ мкс, } V, \text{ то } \text{ ~~переменная~~ } \text{ в секунды } \mu\text{с}.$$

$$I_{\text{гн}} = \frac{25}{4000} \frac{V}{10} - 2 \Delta V \pm \sqrt{\left(\frac{25}{4000} \frac{V}{10} - 2 \Delta V \right)^2 + 25 \frac{V}{10} \cdot \Delta V}$$

$$\Delta V = \frac{k \cdot P \cdot V}{4}$$

тоже можем найти абсолютное значение, берем

$I_{\text{гн}}$ через V .

$$P \cdot \frac{V}{4} = I_{\text{гн}} \cdot R \cdot T_0$$



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!

(102)

аргон
гидрог.
водород

$V/2$

(1)

$$P_{\text{аргон}} \cdot \frac{V}{2} = \nu_{\text{аргон}} \cdot R \cdot T_0$$

$V/4$

$$P_{\text{гидр.}} \cdot \frac{V}{4} = \nu_{\text{гидр.}} \cdot R \cdot T_0$$

$V/4$

гидр. вод.

$P_{\text{гидр.}} = P_{\text{аргон}}$ — те же самые молекулы

$$\rightarrow \frac{\nu_{\text{аргон}}}{\nu_{\text{гидр.}}} = 2 = \frac{\nu_{\text{аргон}}}{\nu_{\text{гидр.}}}$$

По молекулам газ является водородом, газ — водородом.

$$\frac{\nu_{\text{аргон}}}{\nu_{\text{гидр.}}} = 2$$

2) Исчисляем молекулы газа:

аргон
гидрог. водород, газ
водород

$$P_{\text{гидр.}} \cdot V_{\text{гидр.}} \text{ при } T = 100^\circ\text{C} = 323\text{K} = P_{\text{аргон}}$$

Рассчитаем количество газа

$$P_{\text{аргон}} \cdot \frac{V}{2} = \nu_{\text{аргон}} \cdot R \cdot T_0$$

$$P_{\text{аргон}} \cdot \frac{V}{6} = \nu_{\text{аргон}} \cdot R \cdot T = \nu_{\text{аргон}} \cdot R \cdot \frac{4T_0}{3}$$

$$\frac{P_{\text{аргон}} \cdot \frac{V}{6}}{P_{\text{аргон}} \cdot \frac{V}{2}} = \frac{\nu_{\text{аргон}} \cdot R \cdot \frac{4T_0}{3}}{\nu_{\text{аргон}} \cdot R \cdot T_0}$$

$P_{\text{аргон}} \cdot \frac{V}{6}$ — газ аргон

$P_{\text{аргон}} \cdot \frac{V}{2}$ — газ водород

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!

$$|a_{23}| = \frac{q}{m} \cdot \sqrt{\frac{(q_3 - q_2)^2}{d^2}} \cdot \frac{q}{m} \cdot \frac{q_2}{d}$$

$$|a_{23}| = \frac{q}{m} \cdot \frac{q}{d} \cdot \frac{q}{m}$$

Ответ: $|a_{23}| = \frac{q}{m} \cdot \frac{q}{d} \cdot \frac{q}{m}$

② $k_3 - k_2 = \frac{m \cdot v_3^2}{2} - \frac{m \cdot v_2^2}{2}$, $m \cdot a_{23} = \cos \alpha \cdot m$

$$d = \frac{v_3^2 - v_2^2}{2a_{23}} \Rightarrow k_3 - k_2 = d \cdot 2a_{23}$$

Известно a_{23} мы знаем, теперь нужно найти
используем.

$$a_{23} = (E_1 + E_2 - E_3) \cdot q$$

$$W_1 = \frac{C_1 \cdot (q_2 - q_1)^2}{2} = \frac{(E_1 - E_2 + E_3)^2}{2} \cdot \frac{q d}{2} \cdot q_0$$

$$W_2 = \frac{C_2 \cdot (q_3 - q_2)^2}{2} = \frac{(E_1 + E_2 - E_3)^2}{2} \cdot \frac{q d}{2} \cdot q_0$$

$$W_3 = \frac{C_3 \cdot (q_3 - q_1)^2}{2}$$

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!



$$C_1 = \epsilon_0 \frac{S}{d}, \quad C_2 = \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d}$$

переходим (1) и (2)

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{(\varphi_2 - \varphi_1)^2}{2} \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d} &= \frac{(\epsilon_1 - \epsilon_2 + \epsilon_3)^2}{2} \cdot \frac{S d}{3} \epsilon_0 \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{(\varphi_3 - \varphi_2)^2}{2} \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d} &= \frac{(\epsilon_1 + (\epsilon_2 + \epsilon_3))^2}{2} \cdot \frac{S d}{3} \epsilon_0 \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} \epsilon_2 + \epsilon_3 &= A \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{(\varphi_2 - \varphi_1)^2}{2} &= \frac{(\epsilon_1 + A)^2}{2} \cdot \frac{d^2}{3} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{(\varphi_3 - \varphi_2)^2}{2} &= \frac{(\epsilon_1 - A)^2}{2} \cdot \frac{d^2}{3} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} \varphi_2 = U, \varphi_3 = 0 \rightarrow \varphi_1 = U_1 = 2U \end{aligned} \right.$$

$$\frac{3}{2} U^2 = \frac{(\epsilon_1 + A)^2}{2} \cdot \frac{d^2}{3} \rightarrow \frac{9}{2} U^2 = \frac{(\epsilon_1 + A)^2}{2} \cdot d^2$$

$$\frac{U^2}{2} = \frac{(\epsilon_1 - A)^2}{2} \cdot d^2$$

$$\left(\frac{(\epsilon_1 + A)^2}{(\epsilon_1 - A)^2} \right) = \frac{9}{1} \rightarrow \frac{|\epsilon_1 + A|}{|\epsilon_1 - A|} = 3$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



~~Иногда сама кривая может быть другой.~~

~~или~~

123

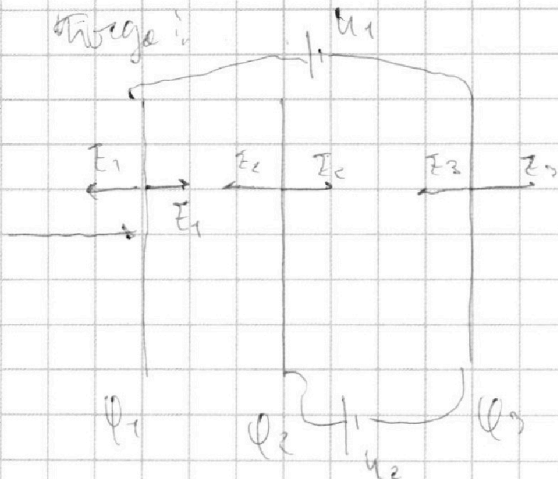
1) Рассмотрим систему как соединенные конденсаторы.

Так как одна плита и бесконечная, то ее можно

считать "бесконечным" конденсатором.

Полное напряжение между ними будет суммой напряжений.

Потому что:



Рассмотрим 1-й и 2-й слои

$$W_1 = \frac{\epsilon_0 (\varphi_1 - \varphi_2)^2}{2} = \frac{(E_1 - E_2 + E_3)^2}{2} \cdot \frac{S \cdot d}{3} \cdot \epsilon_0$$

$$W_2 = \frac{W_1}{2} \quad W_0 - \text{общая емкость системы}$$

$$W_2 = \frac{\epsilon_0 (\varphi_2 - \varphi_3)^2}{2} = \frac{(E_1 + E_2 - E_3)^2}{2} \cdot \frac{S \cdot d}{3} \cdot \epsilon_0$$

$$|E_1 + E_2 - E_3| \approx |E_{\text{внутр}}| \rightarrow |a_{23}| = \frac{|E_{\text{внутр}}| \cdot q}{m}$$

$$|a_{23}| \approx \frac{q \cdot q}{m \cdot S \cdot d \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{(E_2 - (E_3 - E_1))^2}{2} \cdot (E_3 - E_1)^2 = a_2^2$$

$$a_2 = \frac{q \cdot \epsilon_0 \cdot S}{2}$$

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!

3) Какое z_0 и z_1 и т.д. $z_0 = 0$ и $z_1 = d$.

$$\frac{m \cdot v_1^2}{2} - \frac{m \cdot v_0^2}{2} = (0 - 4) \cdot q$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{2 \cdot 4q}{m}}, \quad v_1 - \text{скорость на высоте } z_1 \text{ от центра.}$$

$$a_{12} = \frac{E_{12} \cdot q}{m} = \frac{(E_1 + A) \cdot q}{m}$$

$$F \cdot a_{12} = \frac{3E_1 \cdot q}{m} \quad \forall A, a_{12} > 0 \Rightarrow \text{одно направление.}$$

$$|a_{12}| = \frac{q}{m} \sqrt{\frac{q^2 (z_2 - z_1)^2}{d^2}} = \frac{3q \cdot q}{dm}$$

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2a_{12}} = \frac{d}{3} \rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2a_{12}d}{3} + v_1^2} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4q}{m} + v_0^2 - \frac{2 \cdot 4q}{m}} = v_0$$

v_2 - скорость на высоте z_2 от центра.

$$a_{23} = \frac{4 \cdot q}{dm}$$

$$a_{23} = -\frac{4q}{dm}$$

$$\frac{v_k^2 - v_2^2}{2a_{23}} = \frac{2d}{3} \rightarrow v_k = \sqrt{v_2^2 + \frac{4d}{3} a_{23}} = \sqrt{v_0^2 + \frac{16q}{3m}}$$

$$v_k = \sqrt{v_0^2 - \frac{16q}{3m}}$$

$$\text{Итого: } v_k = \sqrt{v_0^2 + \frac{16q}{3m}}, \quad v_k = \sqrt{v_0^2 - \frac{16q}{3m}}$$

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!

$$\begin{cases} E_1 + A = 3E_1 - 3A \rightarrow 4A = 2E_1 \rightarrow A = \frac{E_1}{2} \\ E_1 + A = -3E_1 + 3A \rightarrow 2A = 4E_1 \rightarrow A = 2E_1 \end{cases}$$

$$E_{\text{лигр}23} = E_1 + E_2 - E_3 = E_1 - A$$

$$E_{\text{лигр}23} \downarrow = \frac{E_1}{2} \quad E_{\text{лигр}23} \uparrow = -E_1$$

таким образом, лиграла 2 решения, при которых
разное направление $E_{\text{лигр}23}$.

Поэтому решение на конкретный лиграл 2 значения.

Условие 1) $k_2 - k_1 = d \cdot \frac{24 \cdot d}{dm} = \frac{24d}{m}$

2) $k_2 - k_1 = d \cdot 2 \cdot \left(-\frac{q \cdot 4}{dm} \right) = -\frac{24q}{m}$

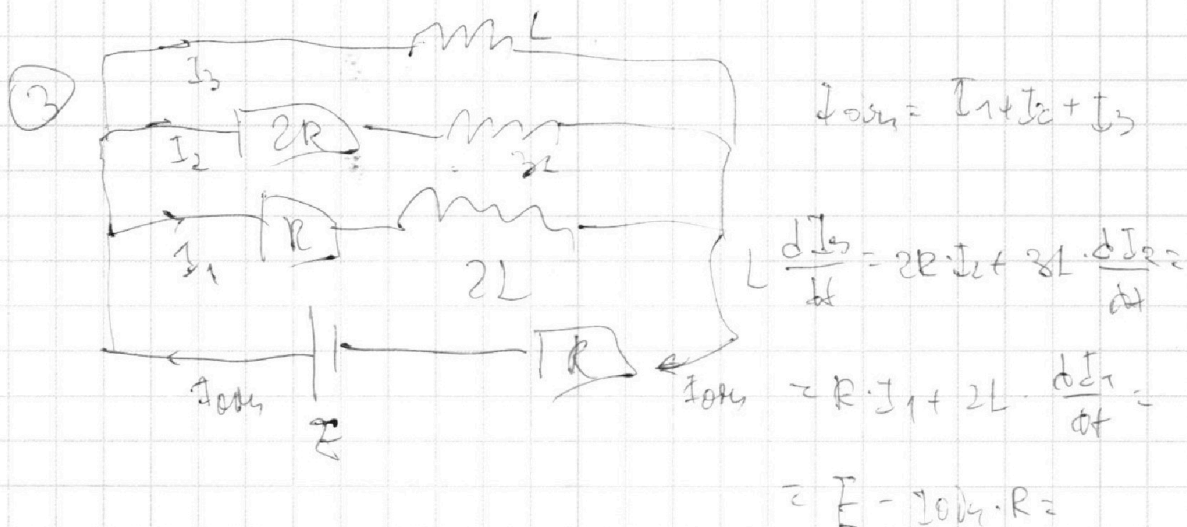
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$2R \cdot \underbrace{I_2}_{\dot{q}_2} + 3L \cdot \frac{dI_2}{dt} = E - \underbrace{(I_1 + I_2 + I_3)}_{\dot{q}_1 + \dot{q}_2 + \dot{q}_3} R$$

$$= L \cdot \frac{dI_0}{dt} = R \cdot I_1 + 2L \cdot \frac{dI_1}{dt}$$

$$2R \cdot q_2 + 3L \cdot I_2 = E - q_{00} \cdot R$$

Она принимает значение $I_2 = 100$;

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

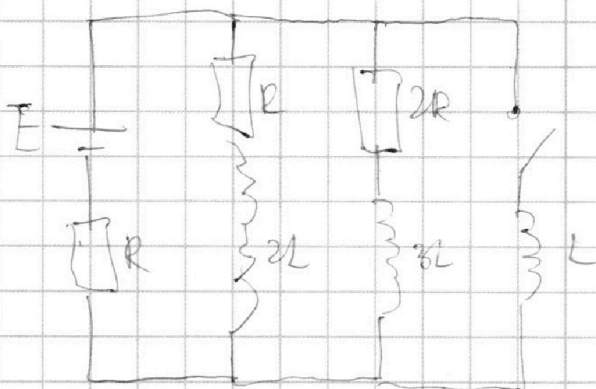
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



(29)



① При размыкании ключа

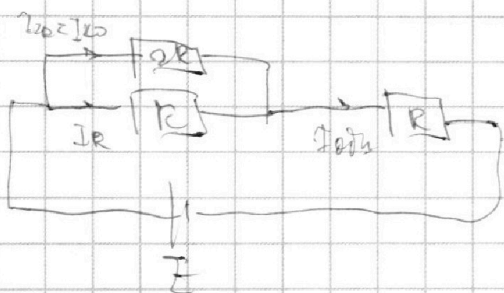
используем закон Кирхгофа

В цепи перед тем как замыкаем

кнопку, тогда можно

использовать не закон Кирхгофа

разные потенциалы до и после замыкания кнопки.



$$R_{\text{общ}} = \frac{R \cdot 2R}{R + 2R} + R = \frac{5R}{3}$$

$$I_{\text{общ}} = I_{2R} + I_{3R} = \frac{E}{R_{\text{общ}}} = \frac{3E}{5R}$$

$$I_{2R} \cdot 2R = I_{3R} \cdot R \Rightarrow I_{2R} = \frac{I_{3R}}{2} \Rightarrow I_{\text{общ}} = 3I_{2R} \Rightarrow I_{2R} = I_{\text{общ}} = \frac{I_{\text{общ}}}{3}$$

$$I_{2R} = \frac{E}{5R}$$

Итого: $I_{2R} = \frac{E}{5R}$



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 Сразу после замыкания ключа, ток через катушку
сначала не имеет значения, так как во времени
индукция тока не может измениться мгновенно, так
в катушке L ток равен 0.

Тогда напряжение на катушке L , которое возникает
от тока, протекающего в катушке - $U_L = |E_{\text{инд}}| = L \cdot \frac{dI}{dt}$
отсюда можно вывести $\frac{dI}{dt}$;

$$U_L = U_{2R} = U_R = I_{20} \cdot 2R = \frac{E}{5R} \cdot 2R = \frac{2E}{5};$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{2E}{5} \cdot \frac{1}{L} = \frac{2E}{5L};$$

$$\text{Итак, } \frac{dI}{dt} = \frac{2E}{5L}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

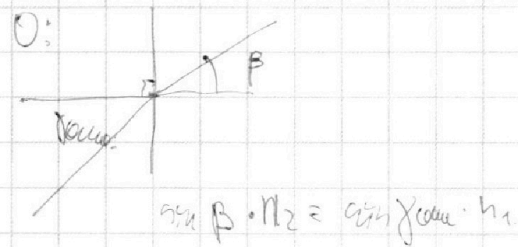
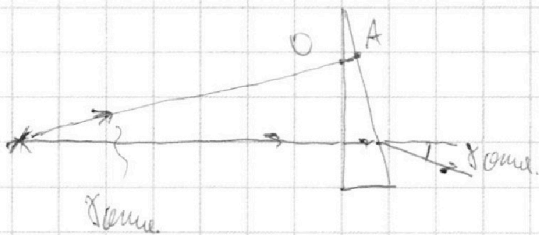
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



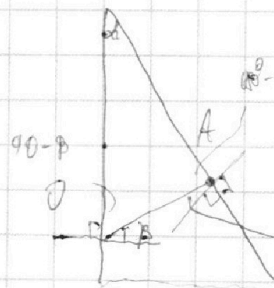
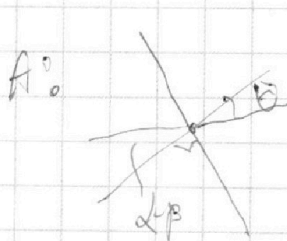
② Из пункта 1 мы видим, что источник, находясь внутри и пересекая ось симметрии, имеет изображение источника. Изобразив сразу, то изображение будет на одной оси с источником, тогда все ось симметрии будет точкой зрения. Но на второй стороне я это покажу.



Пусть $x_{сим} = 0,03 \text{ м}$.

β , $x_{сим}$ — для одной стороны моста, $x_{сим} < 2$, 2-й мост —

$\rightarrow \sin x_{сим} \approx x_{сим}$, $\sin \beta \approx \beta \rightarrow \beta = \frac{n_1}{n_2} \cdot x_{сим}$; $\beta = \frac{1}{1,6} \cdot 0,03 \text{ рад} \approx \frac{2}{160} \text{ рад}$.



$$90^\circ - (2 + 90 - \beta) = 90^\circ - 2 + \beta$$

$$90^\circ - (90^\circ - 2 + \beta) = 2 - \beta$$

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!

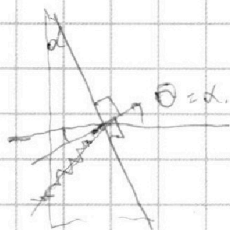


В срезах перпендикулярно $\vec{d}$ и параллельно $\vec{p}$ $\Rightarrow \sin \theta \approx \theta$.

$$n_1 \cdot \theta = n_2 \cdot (d - p)$$

$$\theta = \frac{n_2}{n_1} (d - p); \quad \theta = \frac{1.6}{1} \cdot \left(0.05 \mu\text{m} - \frac{3}{60} \mu\text{m} \right) = 0.03 \mu\text{m} - 0.05 \mu\text{m} = -0.02 \mu\text{m} \approx -2 \text{ !!!}$$

т.е. угол отклонения луча θ в мА.



$$\theta \neq 90^\circ + 90^\circ - 2 = 180^\circ!$$

Вместо угла отклонения луча

пограничного луча, будем считать (исходя из

принятия в начале 0).

Заметим, что $2h$ — "пограничный" угол отклонения,

т.е. разность $A_y - D_y$ — минимальное отклонение, или

или разность $L \cdot \sin(d - p)$ из рисунка, L — минимальная ширина

или минимальная ширина $\ll h \ll a$, а минимальная $> L$, а $\sin(d - p)$

$\sin(d - p) \approx d - p$ — малая величина. Тогда можно сделать

вывод, что $A_y \approx D_y$.

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!



δ - угол отклонения,

$\delta \in \mathbb{R}$ - 2 градуса.

$$\delta = 0,085 \text{ рад} - 0,08 \text{ рад} =$$

$$= -0,03 \text{ рад}.$$

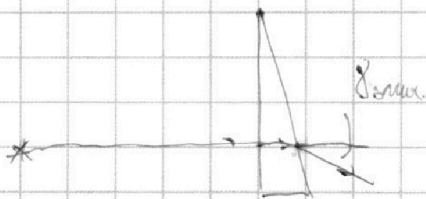
Если "интер" больше нуля, то в радиане, что

лучи после преобразования будут ближе к Ox ($2 \text{ градуса} < 2$).

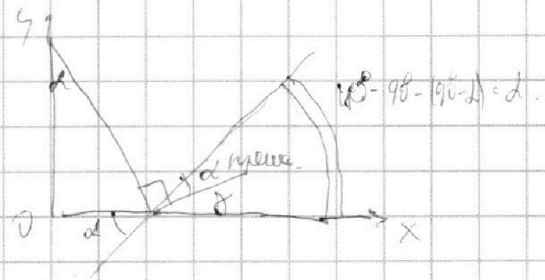
Можно получить, что лучи будут ближе к Ox , что

$$\text{Угол } \delta_{\text{полн}} = |\delta| = 0,03 \text{ рад}.$$

Решение, или это будет считаться.



Ответ: 0,03 рад.





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!

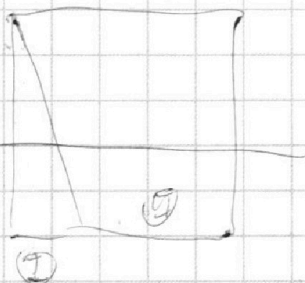
Чертеж

исходные
данные

сечение

сечение

исходные
данные



$$2 \cdot 10^4 - 10^4 \cdot 8,36 \cdot 10^{-3} = 0,36 \cdot 10^4$$

Ответ 0,36 см.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

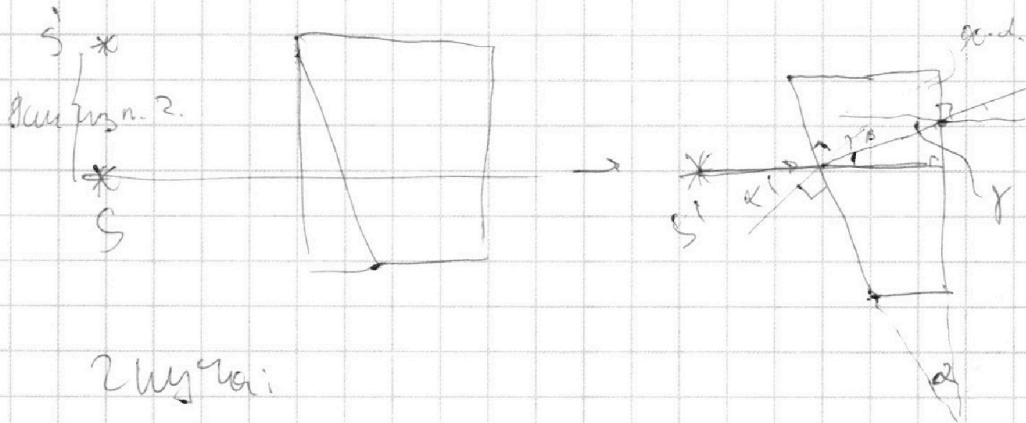
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



Изменился угол β или радиус, изображен от центра



2 случая:

$$\alpha = \beta = 90^\circ \rightarrow \text{тогда } \beta = 2 \cdot \frac{n \cdot b}{h_1} = \frac{0,06 \text{ рад}}{1,8}$$

$$\gamma = 180^\circ - (90^\circ + \beta) - 90^\circ = \alpha - \beta = 0,05 \cdot \frac{0,8}{1,8} \text{ рад.}$$

$$h_1 = \frac{0,14}{1,8} \text{ рад} = h_0 \cdot \delta_{\text{изм.}}$$

$$\delta_{\text{изм.}} = \frac{1,8 \cdot 0,14}{1,8 \cdot 1} = 0,14 \text{ рад.}$$

$$\text{по формуле 2: } h'' = (50 + h) \cdot \delta_{\text{изм.}} = 209 \text{ см} \cdot 0,14 = 29,3 \text{ см,}$$

Изменился угол β или радиус, изображен от центра
с S' и S .

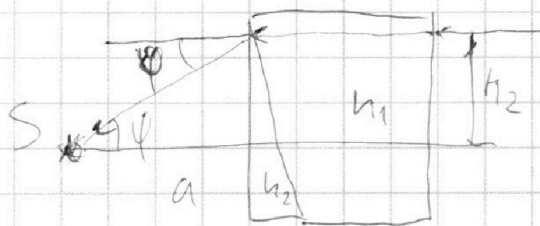
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

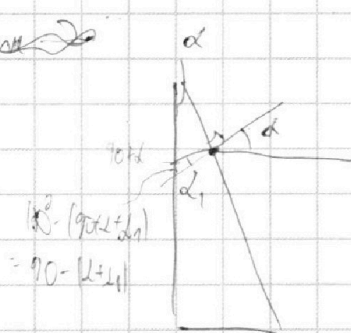
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



~~Решение задачи~~



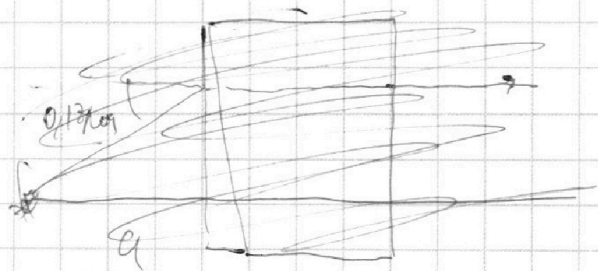
$$h_1 \cdot \sin \alpha = h_2 \cdot \sin \alpha_1$$

$$\alpha_1 = \frac{h_1 \cdot \alpha}{h_2} = \frac{1.8}{1.6} \cdot 0.05 = 0.05625 \text{ рад}$$

$$h_2 \cdot \sin(\alpha + \alpha_1) = h_1 \cdot \sin \alpha$$

$$\alpha = \frac{h_2}{h_1} \cdot (\alpha + \alpha_1) = \frac{1.8}{1} \cdot (0.05 + 0.05625) = 0.17125 \text{ рад}$$

$$= 0.08 \text{ рад} + 0.09125 \text{ рад} = 0.17125 \text{ рад}$$



$$h_2 = 0.05 \cdot a \cdot \sin \alpha = a \cdot \sin \alpha = 200 \text{ см} \cdot 0.17 = 34 \text{ см}$$

$$x = h_2 - h_1 = 34 \text{ см} - 0.05 \text{ см} = 33.95 \text{ см}$$

$$\frac{\Delta h}{x} = \sin \alpha = 0.17 \rightarrow x = 33.95 \text{ см}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

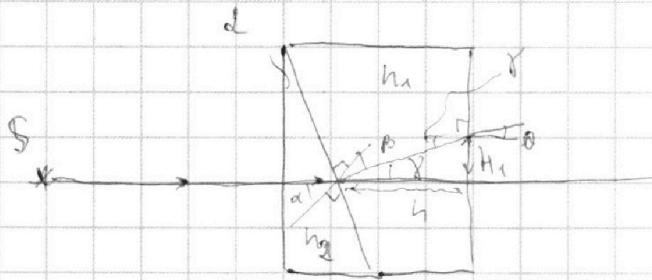
МФТИ

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



125

3) Найти γ и θ и проверить их корректность.



Значит применим свойство подобия

$$d \cdot h_2 = \beta \cdot h_1 \rightarrow \beta = \frac{h_2}{h_1} \cdot d; \beta = \frac{1.6}{1.8} \cdot 0.05 \text{ м} = \frac{8}{9} \cdot 0.05 \text{ м}$$

$\beta < d$, d и β — меньшие углы $\rightarrow \gamma$ и $\theta < d$; считаем.

$$\gamma = d - \beta = \frac{0.05 \text{ м}}{9}$$

$$\gamma \cdot h_1 = \theta \cdot h_2 \rightarrow \theta = \frac{\gamma \cdot h_1}{h_2} = \frac{0.05 \text{ м}}{9} \cdot \frac{1.8}{1} = \frac{0.1}{9} \text{ м}$$

$$h_2 = h \cdot \sin \alpha = h \cdot \gamma = h \cdot \frac{0.05 \text{ м}}{9} = \frac{9 \cdot 0.05}{9} \text{ м} = 0.05 \text{ м}$$

Минимум достигается в центре, между θ и γ на
дело, так, чтобы излучение не было паразитным γ
приходи к γ .



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!

