



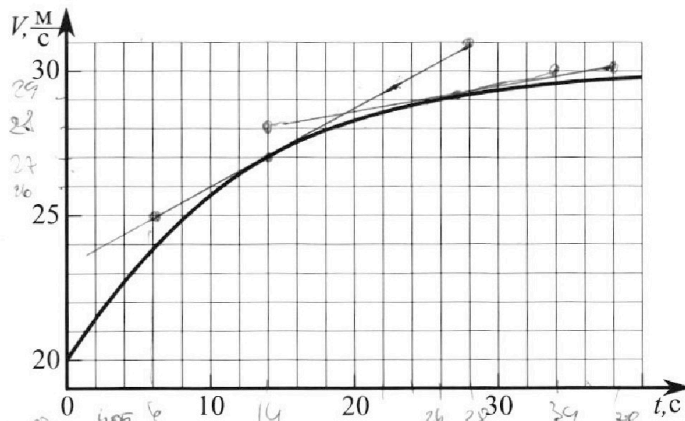
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



1) 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%.



$$P_A \cdot \frac{V}{2} = \sqrt{RT}; \quad P_{\text{жид}} \cdot \frac{V}{4} = \sqrt{RT}; \quad 2P_{\text{жид}} = \sqrt{RT} \cdot \frac{1}{2} = 2$$

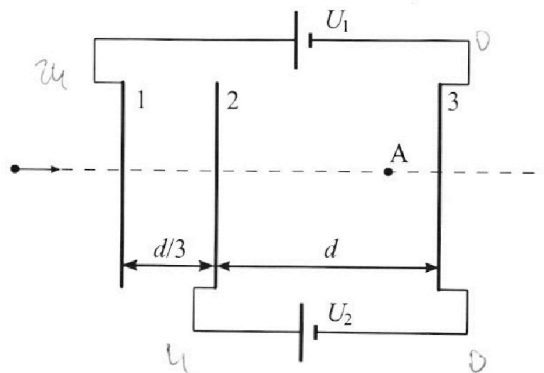
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/(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 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 А на расстоянии  $2d/3$  от сетки 2.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02

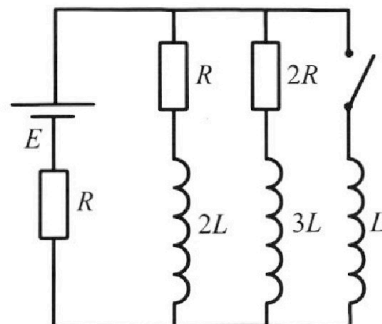
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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 ч.исловыми 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.

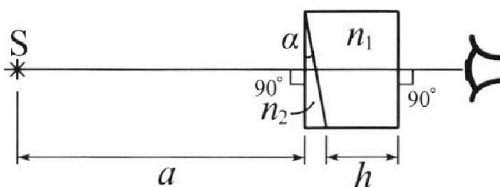
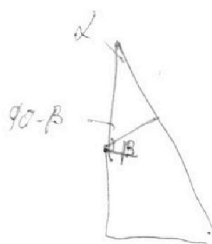


рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 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.



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

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

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

$$\frac{d^2}{2 \epsilon_0} = \frac{105 \cdot 10^{-2} \cdot 65 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}}$$

$$\frac{d^2}{2 \epsilon_0} = \frac{6825 \cdot 10^{-4}}{1,77 \cdot 10^{-11}}$$

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 checked="" 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!

$$\textcircled{3} P = P_{\text{мш}} + P_{\text{сomp}}$$

$$P_{\text{сomp}} = F_{\text{сomp}} \cdot \nu$$

$$P_{\text{мш}} = F_{\text{мш}} \cdot \nu$$

$$\left. \begin{array}{l} P_{\text{сomp}} = F_{\text{сomp}} \cdot \nu \\ P_{\text{мш}} = F_{\text{мш}} \cdot \nu \end{array} \right\} \rightarrow \frac{P_{\text{сomp}}}{P} = \frac{F_{\text{сomp}}}{F_{\text{мш}}}$$

Она тоже 1:

$$\frac{P_{\text{сomp}}}{P} = \frac{F_{\text{сomp}1}}{F_{\text{мш}1}}; \quad F_{\text{мш}1} = \frac{F_{\text{мш} \text{ номал}} \cdot \nu_{\text{номал}}}{\nu_1} \quad \text{или } P = \text{const.}$$

$$\rightarrow \frac{P_{\text{сomp}}}{P} = \frac{F_{\text{сomp}} \cdot \nu_1}{F_{\text{мш} \text{ номал}} \cdot \nu_{\text{номал}}}; \quad \frac{P_{\text{сomp}}}{P} = \frac{369 \text{ Н} \cdot 27 \frac{\text{с}}{\text{с}}}{405 \text{ Н} \cdot 30 \frac{\text{с}}{\text{с}}} = \frac{369}{450}$$

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

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



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

(N1)

①  $a = \frac{dV}{dt} = (v(t))'$ , производная — ускорение

касание машин в точке  $N = 27 \cdot \frac{m}{c}$ ,  $t = 11c$

$a \approx \frac{31 \frac{m}{c} - 25 \frac{m}{c}}{22c - 6c}$  проверка касания, все примерно проходит

через точки:  $(6, 25)$  и  $(22, 31)$ ,

я бы хотел как можно более упрощенные точки, чтобы

упрощалось вычисление

$a \approx \frac{6 \frac{m}{c}}{22 \frac{c}{c}} - \frac{3 \frac{m}{c}}{11 \frac{c}{c}}$

$$\begin{array}{r|l} 30 & 11 \\ \hline 22 & 0,272727... \\ \hline 80 & \\ \hline 22 & \\ \hline 30 & \end{array}$$

$a \approx 0,27 \frac{m}{c}$  ~~вариант~~ ~~уточнение~~ ~~вариант~~

вариант  $0,27 \frac{m}{c}$



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  $P = \text{const}$ ,  $P = F_{\text{тяги}} \cdot v$ .

В начале движения  $F_{\text{сопр}} = F_k = F_{\text{тяги макс}}$ , т.е.  
ускорение равно 0, т.е. сумма всех сил равна 0.

$$F_{\text{тяги макс}} = v_{\text{конеч}} \cdot F_{\text{тяги}} = v_1$$

$$m a_1 = F_{\text{тяги}} - F_{\text{сопр}} \rightarrow F_{\text{сопр}} = F_{\text{тяги}} - m a_1$$

Из анализа графика, аналогия к скорости, но  $v_{\text{конеч}} = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  (аналогия по формулам).

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

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

Ответ: 369 Н

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

**МФТИ**

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!



по мощности:  $P_{\text{эст}1} = P_{\text{эл}1}$

или мощность:  $P_{\text{эст}2} = P_{\text{эл}2} + P_{\text{нагр.кап.}}$

Пусть по мощности в нагрузке все  $I_{\text{эл}1}$  нашей  $\text{ЭЭП} \rightarrow$

$\Rightarrow$  или мощность  $I_{\text{эл}2} = I_{\text{эл}1} + \Delta V$ , где

$\Delta V$  - количество вольт, перевернутое в сеть по  
мощности.

По закону Джоуля  $\Delta V = k \cdot P \cdot W$ ,  $W = \frac{V}{U}$ ,  $k = 0,6 \cdot W \rightarrow \frac{\text{млн}}{\text{кВ} \cdot \text{ч}}$

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

$$\left. \begin{aligned} P_{\text{эл}1} \cdot \frac{V}{4} &= I_{\text{эл}1} \cdot R \cdot T_0 \\ &\frac{V}{12} \end{aligned} \right\}$$

$$P_{\text{эл}2} \cdot \left( V - \frac{V}{4} - \frac{\Delta V}{6} \right) = (I_{\text{эл}1} + \Delta V) \cdot T = (I_{\text{эл}1} + \Delta V) \cdot \frac{4T_0}{3}$$

$$\frac{P_{\text{эст}2}}{P_{\text{эст}1}} = \frac{P_{\text{эл}2}}{P_{\text{эл}1}} + \frac{P_{\text{нагр.кап.}}}{P_{\text{эл}1}} = \frac{4I_{\text{эл}1}}{\frac{16}{3}(I_{\text{эл}1} + \Delta V)} + \frac{P_{\text{эл}1} \cdot V}{I_{\text{эл}1} \cdot R \cdot T_0}$$

$$2 = \frac{7}{4} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{\Delta V}{I_{\text{эл}1}}\right)} + \frac{P_{\text{эл}1}}{I_{\text{эл}1} \cdot R \cdot T_0} \quad R T_0 \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Ом} \cdot \text{ч}}{\text{млн}}$$

$$2 I_{\text{эл}1} \cdot (I_{\text{эл}1} + \Delta V) = \frac{7}{4} I_{\text{эл}1}^2 + \frac{P_{\text{эл}1} V}{4 R T_0} \cdot (I_{\text{эл}1} + \Delta V)$$

$$2 I_{\text{эл}1}^2 + 2 I_{\text{эл}1} \cdot \Delta V = \frac{7}{4} I_{\text{эл}1}^2 + \frac{P_{\text{эл}1} \cdot V}{4 R T_0} I_{\text{эл}1} + \frac{P_{\text{эл}1} \cdot V}{4 R T_0} \cdot \Delta V$$

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 checked="" 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!

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

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

Заметим, что мы ищем квадратное уравнение,

в нем известны  $j_{\text{пр}}$  и  $V$ , но в форме квадратного

уравнения  $V$  и  $\Delta V$  мы явно не знаем  $\rightarrow$  проще  $j_{\text{пр}}$  искать

$$\frac{P_{\text{атм}}}{4 R T_0} = \frac{10^5 \text{ Па} \cdot V}{4 \cdot 8.314 \cdot 300} = \frac{100 V}{16 T_0} \text{ ~~мол}~~, V, то ~~выражение~~ больше  $\mu$ .$$

$$j_{\text{пр}} = \frac{25}{4000} \frac{V}{T_0} - 2 \Delta V \pm \sqrt{\left( \frac{25}{4} \frac{V}{T_0} - 2 \Delta V \right)^2 + 25 \frac{V}{T_0} \cdot \Delta V}$$

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

тоже можем найти абсолютное значение, берем

$j_{\text{пр}}$  через  $V$ .

$$P \frac{V}{4} = j_{\text{пр}} \cdot R \cdot T_0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



1  2  3  4  5  6  7



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

(02)

аргон	$V/2$	}	$P_{\text{аргон}} = \frac{V}{2} = V_{\text{аргон}} \cdot R \cdot T_0$ $P_{\text{гелий}} = \frac{V}{4} = V_{\text{гелий}} \cdot R \cdot T_0$ $P_{\text{гелий}} = P_{\text{аргон}}$ - те же самые молекулы
гелий	$V/4$		
гелий	$V/4$		

$\rightarrow \frac{V_{\text{аргон}}}{V_{\text{гелий}}} = 2 = \frac{V_{\text{гелий}}}{V_{\text{аргон}}}$

По таблице получаем  $V_{\text{аргон}} = 2 \cdot V_{\text{гелий}}$

Однако,  $\frac{V_{\text{гелий}}}{V_{\text{аргон}}} = 2$

2) Умножим все молекулы:

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

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

$\frac{P_{\text{гелий}}}{P_{\text{аргон}}} = \frac{4}{3}$  ;  $P_{\text{гелий}} = \frac{4}{3} P_{\text{аргон}}$  - газы аргон и гелий  
 $P_{\text{гелий}} = \frac{4}{3} P_{\text{аргон}}$  - газы гелий и аргон

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!



$$|a_{23}| = \frac{q \cdot \frac{u_2}{m}}{d} \cdot \sqrt{\frac{(q_3 - q_2)^2}{d^2}} \cdot \frac{q \cdot \frac{u_2}{m}}{d} \cdot \frac{u_2}{d}$$

$$|a_{23}| = \frac{m}{d} \cdot \frac{u_2}{d} \cdot \frac{q}{m}$$

Ответ:  $|a_{23}| = \frac{m}{d} \cdot \frac{u_2}{d} \cdot \frac{q}{m}$

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

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

Известно  $a_{23}$  и мы знаем, теперь нужно найти неизвестные.

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

$$1) W_1 = \frac{c_1 \cdot (q_2 - q_1)^2}{2} = \frac{(E_1 - E_2 + E_3)^2}{2} \cdot \frac{c_1 d \cdot \rho_0}{g}$$

$$2) W_2 = \frac{c_2 \cdot (q_3 - q_2)^2}{2} = \frac{(E_1 + E_2 - E_3)^2}{2} \cdot c_2 d \cdot \rho_0$$

~~$$k_3 = \frac{c_3 \cdot (q_3 - q_1)^2}{2}$$~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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



$$C_1 = \epsilon_0 \cdot 3S/d, \quad C_2 = \epsilon_0 \cdot S/d$$

переходим (1) и (2)

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

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

$$\left. \begin{aligned} & \epsilon_1 - \epsilon_2 + \epsilon_3 = A \end{aligned} \right\}$$

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

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

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

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

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



~~Укажите номер задачи, решение которой представлено на странице.~~

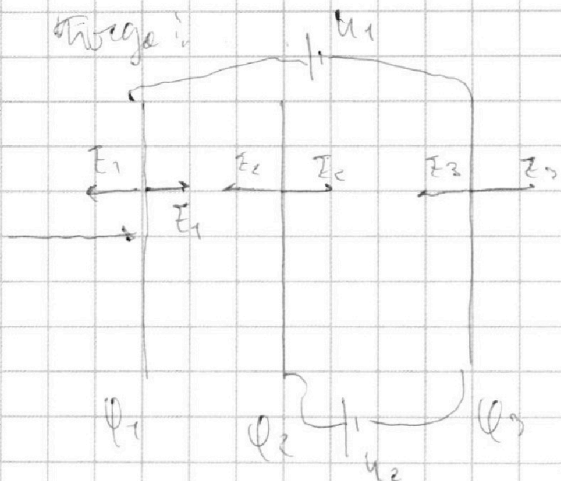
103

1) Рассчитать энергию как соединенные конденсаторы.

Уже есть линия и ёмкостная, но её можно

считать "несвязанной" конденсатором.

Тогда в узлы вводим свои свои потенциалы.



Рассчитаем  $W_1$  и  $W_2$  энергии

$$W_1 = \frac{C_1 \cdot (\varphi_2 - \varphi_1)^2}{2} = \frac{(E_1 - E_2 + E_3)^2}{2} \cdot \frac{S \cdot d}{3} \cdot \epsilon_0$$

$$W_2 = \frac{C_2 \cdot U^2}{2} \quad \begin{matrix} C_2 - \text{ёмкость} \\ U - \text{напряжение} \end{matrix}$$

$$W_2 = \frac{C_2 \cdot (\varphi_3 - \varphi_1)^2}{2} = \frac{(E_1 + E_2 - E_3)^2}{2} \cdot \frac{S \cdot d}{3} \cdot \epsilon_0$$

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

$$|a_{23}| = \frac{q \cdot d}{\epsilon_0 \cdot m} \cdot \sqrt{\frac{C_2 \cdot (\varphi_3 - \varphi_1)^2}{S \cdot d \cdot \epsilon_0}} \quad ; \quad (\varphi_3 - \varphi_1)^2 = U^2$$

$$C_2 = \frac{q \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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

3) Коса за иллюной кривой см!

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

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

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

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

$$|a_{12}| = \frac{q}{m} \sqrt{\frac{q^2 (v_2 - v_1)^2}{d^2}} = \frac{2 \cdot 4 \cdot q}{d \cdot m}$$

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

$v_2$  - скорость на высоте  $h_0$  от центра от центра.

$$a_{23} = \frac{4 \cdot q}{d \cdot m}$$

$$a_{25} = -\frac{4 \cdot q}{d \cdot m}$$

$$\frac{v_k^2 - v_0^2}{2a_{25}} = \frac{2d}{3}$$

$$\rightarrow v_k = \sqrt{v_0^2 + \frac{4d}{3} a_{23}}$$

$$\sqrt{v_0^2 + \frac{16q}{3m}}$$

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



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

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

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

таким образом, мы получили решение, при котором

разные направления  $E_{\text{лигр}23}$ .

Также решение на концах дуги  $\alpha$  и  $\beta$ .

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

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



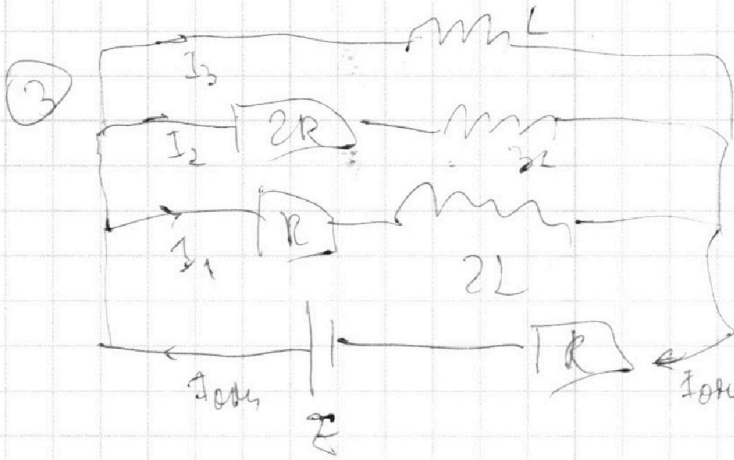
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



$$I_{00} = I_1 + I_2 + I_3$$

$$L \frac{dI_0}{dt} = 2R \cdot I_2 + 2L \cdot \frac{dI_2}{dt}$$

$$I_{00} = R \cdot I_1 + 2L \cdot \frac{dI_1}{dt}$$

$$= E - I_{00} \cdot R =$$

$$E - (I_1 + I_2 + I_3) \cdot R.$$

$$2R \cdot I_2 + 3L \cdot \frac{dI_2}{dt} = E - (I_1 + I_2 + I_3) \cdot R.$$

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

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

One fundamental flux  $I_2 = I_{00}$ ;

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

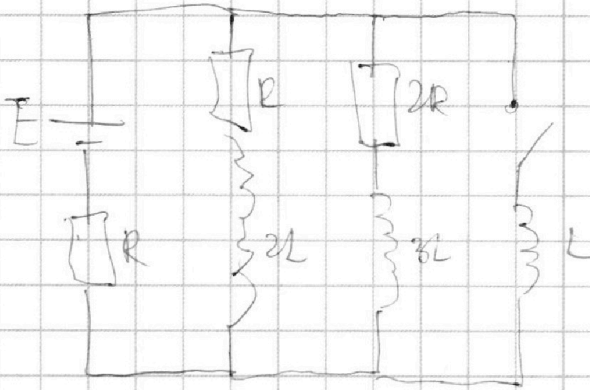
1  2  3  4  5  6  7



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

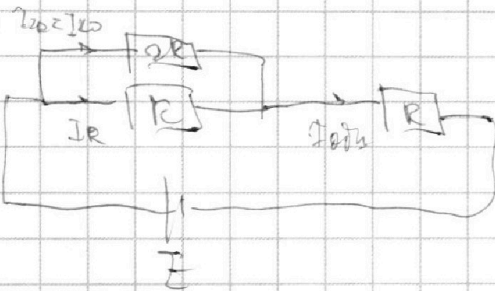


(29)



① При размыкании цепи  
клеммы выключены  
В цепи есть две полярные  
двк., тогда можно  
интегрировать по закону Ома

разные направления токов в цепи можно определить.



$$R_{0\text{дн}} = \frac{R \cdot 2R}{2+2R} + R = \frac{5R}{3}$$

$$I_{0\text{дн}} = I_{2R} + I_R = \frac{E}{R_{0\text{дн}}} = \frac{3E}{5R}$$

$$I_{2R} \cdot 2R = I_R \cdot R \Rightarrow I_{2R} = \frac{I_R}{2} \rightarrow I_{0\text{дн}} = 3I_{2R} \rightarrow I_{2R} = I_{0\text{дн}} = \frac{I_{0\text{дн}}}{3}$$

$$I_{20} = \frac{E}{5R}$$

Итого:  $I_{20} = \frac{E}{5R}$

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  
составляет не нуль, так как ток в катушке  
вызван тем же током, каким ток в катушке  
в катушке  $L$  ток равен 0.

Тогда напряжение на катушке  $L$ , которое в катушке  
от тока действия тока катушки -  $U_L = |E_m| = \frac{L \cdot \delta I}{\delta t}$   
от ток катушки величину  $\frac{\delta I}{\delta t}$ ;

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

$$\frac{\delta I}{\delta t} = \frac{2E}{5} \cdot \frac{1}{L} = \frac{2E}{5L};$$

$$\text{Итак, } \frac{\delta I}{\delta t} = \frac{2E}{5L}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

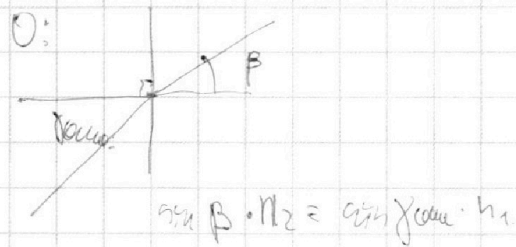
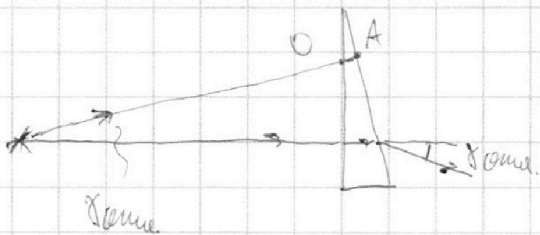
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



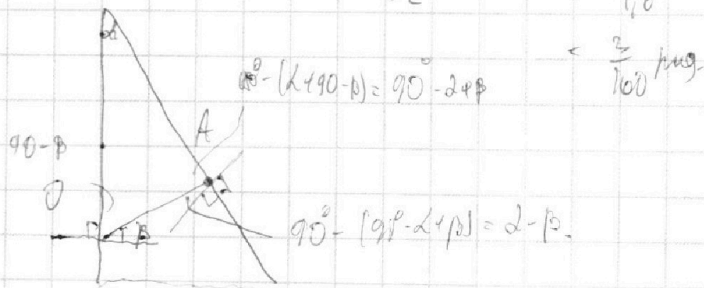
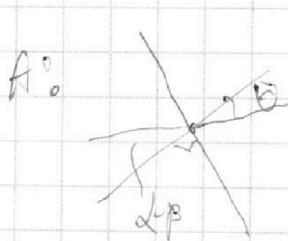
② Из пункта 1 мы видим, что световые лучи входят в среду и пересекаются на границе под углом  $\beta$  к нормали. Из закона отражения следует, что угол отражения равен углу падения. Тогда угол между лучом и границей равен  $90^\circ - \beta$ . По теореме синусов и косинусов.



Пускают свет под углом  $\beta$  к нормали  $\beta = 0,03 \text{ рад}$ .

$\beta$ ,  $\alpha$  - угол отклонения луча,  $\alpha < \beta$ ,  $\alpha$  - угол отклонения

$\rightarrow$   $\sin \alpha \cdot n_2 = \sin \beta \cdot n_1 \rightarrow \beta = \frac{n_2}{n_1} \cdot \alpha \approx \frac{1}{1,0} \cdot \alpha = \alpha$



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"/>



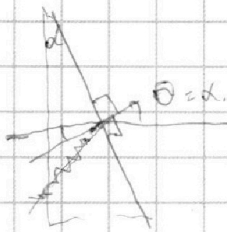
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

В срезах проводов  $d$  и  $r$  перед  $\beta \Rightarrow \sin \theta \approx \theta$ .

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

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

т.е. ход луча после прохождения в  $\text{мА}^{-1}$ .



$$\theta \approx 90^\circ + 90^\circ - \alpha = 180^\circ!$$

Значит луч после прохождения пойдет

погранично между средами, т.е. (направлено

параллельно границе).

Заметим, что  $d$  и  $r$  — "поверхностные" толщины срезов,  
т.е. разность  $A_y - D_y$  — толщина среза по срезу, т.е.  
она равна  $L \cdot \sin(d - \beta)$  из рисунка,  $L$  — толщина среза по срезу,  
т.е. толщина среза  $\ll L \ll a$ , а толщина среза  $\gg L$ , а  $\sin(d - \beta) \approx$   
 $d - \beta$  — малая величина. Тогда это можно  
считать, 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!



$\delta$  - угол отклонения,

$\delta \in \mathcal{L}$  - 2 прямых.

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

$$= -0,03 \text{ рад}.$$

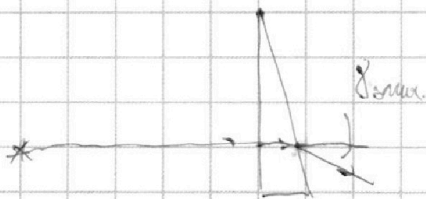
Этот "лишнее" kommt nur dazu, was die Richtung ist, also

die neue Gerade immer durch den Punkt  $Ox$  ( $\mathcal{L}$  Gerade  $\in \mathcal{L}$ ).

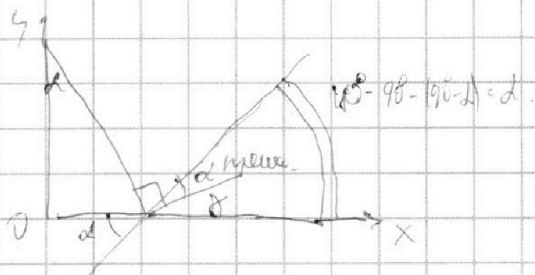
Man kann auch sagen, dass die neue Gerade durch den Punkt  $Ox$  geht, was

$$\text{Winkel } \delta_{\text{neu}} = |\delta| = 0,03 \text{ рад}.$$

Also, man hat die neue Gerade bestimmt.



Antwort: 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

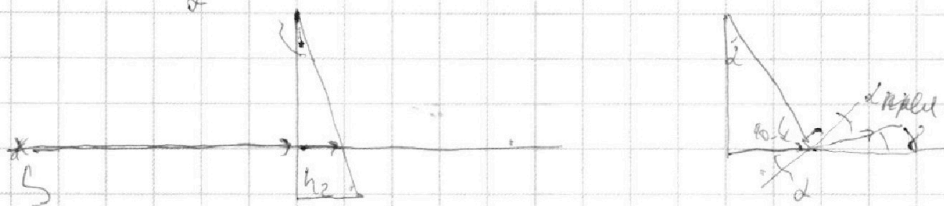


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

55

① Три кривые преобразуются на кривые на две дуги симметричные относительно оси  $x$  при вхождении из кривизны  $k_2$  в воздух. Точнее образом, система дуг симметрична относительно оси  $x$  и проходит через точку с координатами  $(1, 1)$  и  $(-1, 1)$ . Тогда преобразование  $k_2$ .

Для ① нужна система координат:



Тогда преобразование будет происходить кривизны  $k_2$  и  $k_1$  преобразуются, их высота по нормальным.

На другой стороне дуги преобразуются и изобразить

зона преобразована:  $k_2 \cdot \sin d \cdot \cos d$ ;  $k_1 \cdot \sin d \cdot \cos d$

$d \cdot \cos d = \dots d \Rightarrow \sin d \cdot \cos d = 0,05$

$\sin d \cdot \cos d = \frac{k_2}{k_1} \cdot \sin d \cdot \cos d$ ;  $\sin d \cdot \cos d = \frac{1,6}{1} \cdot 0,05 = 0,08$

$\sin d \cdot \cos d = 0,08$ ,  $d$  преобразована по формуле, но  $d$  и  $d$  симметричны,

тогда, что  $d$  преобразована. Имеем  $d$  и  $d$  симметричны, следовательно  $d$  преобразована.



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

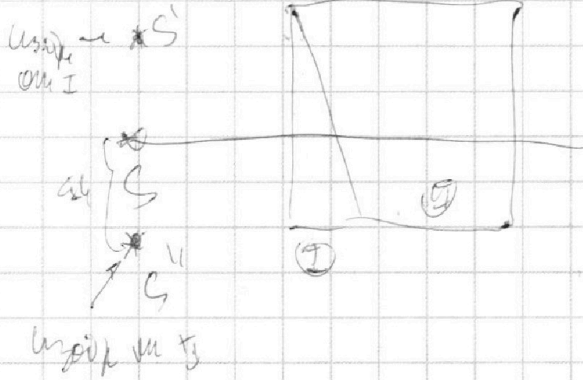
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



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



Через  $x_1$



$$2x_1^2 - 4x_1 + 8, \text{ в } x_1 = 0, \text{ в } x_1 = 0, \text{ в } x_1 = 0$$

Ответ 0, 3 в.м.

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

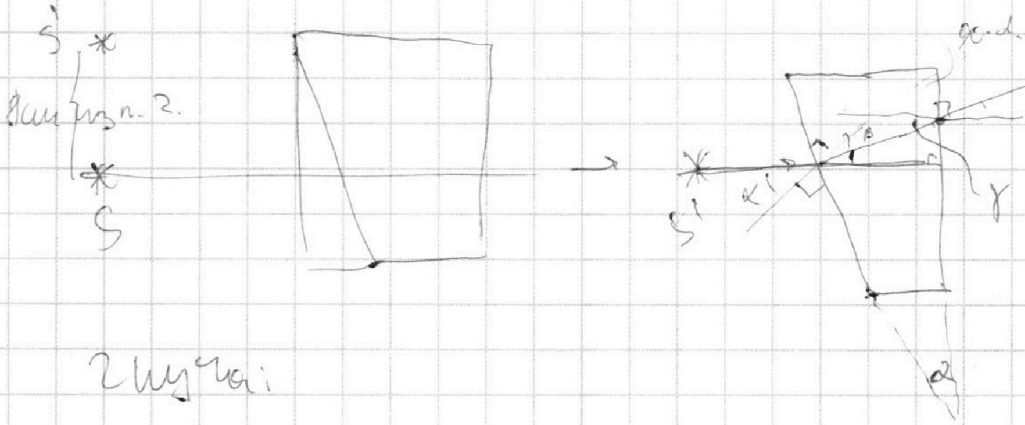
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



Используем для  $\beta$  или  $\alpha$  или  $\gamma$  выражение от  $\beta$



значит:

$$\alpha = \beta = \beta = \alpha \rightarrow \text{также } \beta = \alpha = \frac{n \cdot b}{h_1} = \frac{0,06 \text{ м}}{1,8}$$

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

$$h_1 = \frac{0,4}{1,8} \text{ рад} = h_0 \cdot \delta_{\text{рад.}}$$

$$\delta_{\text{рад.}} = \frac{1,8 \cdot 0,4}{1,8 \cdot 1} = 0,4 \text{ рад.}$$

$$\text{по формуле 2: } h'' = (50 + h) \cdot \delta_{\text{рад.}} = 209 \text{ см} \cdot 0,4 = 83,6 \text{ см}$$

Итак, можно увидеть, что формула для  $\delta$  имеет вид  $c \cdot \delta$  и  $c$ .

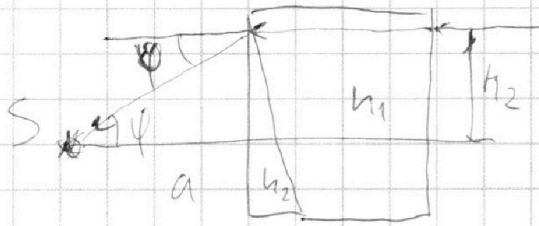
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

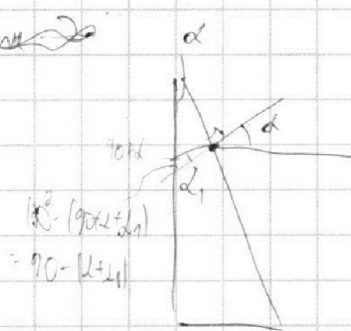
- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



~~Векторная~~



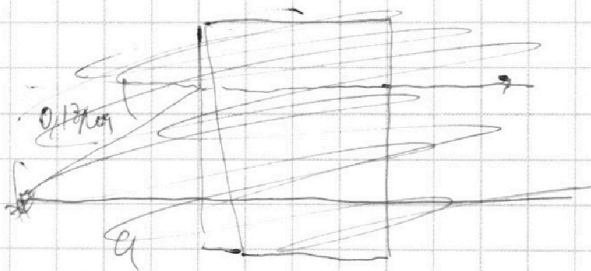
$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \alpha_1$$

$$\alpha_1 = \frac{n_1 \cdot \alpha}{n_2} = \frac{1,8}{1,6} \cdot 0,05 = \frac{9}{8} \cdot 0,05 \text{ рад}$$

$$n_2 \cdot \sin(\alpha + \alpha_1) = n_1 \cdot \sin \alpha$$

$$\alpha = \frac{n_2}{n_1} \cdot (\alpha + \alpha_1) = \frac{1,6}{1} \cdot \left( \frac{9}{8} \cdot 0,05 + 0,05 \right) =$$

$$= 0,08 \text{ рад} + 0,08 \text{ рад} = 0,17 \text{ рад}$$



$$h_2 = \frac{a}{\tan \alpha} = a \cdot \alpha = 200 \text{ см} \cdot 0,17 = 34 \text{ см}$$

$$\Delta h = h_2 - h_1 = 34 \text{ см} - 0,05 \text{ см} = 33,95 \text{ см}$$

$$\frac{\Delta h}{x} = \tan \alpha = \alpha = 0,17 \rightarrow x = 3395 \text{ см}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

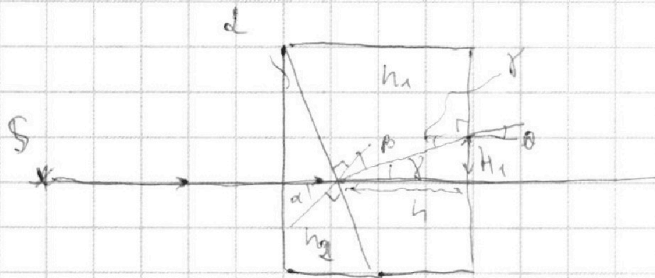
**МФТИ**

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



125

3) Построить 2 круга и пересечь их горизонтальной.



Зачем применяю это соотношение

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

$\beta < d$ ;  $d$  и  $r_1$  - меньшие  $\rightarrow$   $\beta$  и  $r_2 \geq d$ ;  $\text{от } r_2 \geq \beta$ .

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

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

$$h_2 = h \cdot \frac{d}{r_1} = h \cdot \gamma = h \cdot \frac{0.05 \text{ м}}{9} = \frac{9 \cdot 0.05}{9} = 0.05 \text{ м}$$

Минимумы достигаются когда, между кругами строим касательную, тогда, радиусы выстроены и все получилось. И радиусы  $r_2$ .



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

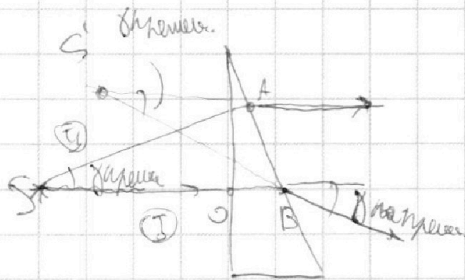
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1    2    3    4    5    6    7

**МФТИ**

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

Можно ли лучи можно представить так?

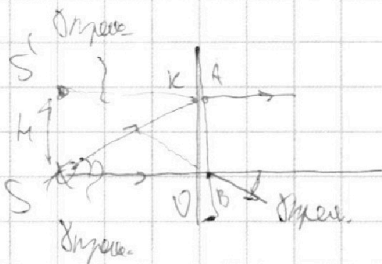


Точки  $S'$  и  $S$  не лежат на одной

лучей, потому что лучи  $AS'$  и  $BS$  не

лежат в одной плоскости, поэтому они не лежат на одной прямой.

Если  $OB \rightarrow 0$ , то:



$$AS'OB = AS'AB, \text{ или } OB \rightarrow 0.$$

$$\rightarrow \mu = SO \cdot \sin \angle ASO, \text{ где } \angle ASO = \angle ASB.$$

$$\mu = 2OB \cdot \sin \angle ASO = 6 \text{ см},$$

Изображение  $S'$  - мнимое изображение, которое имеет

модуль

6 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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



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

