

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 11-04



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

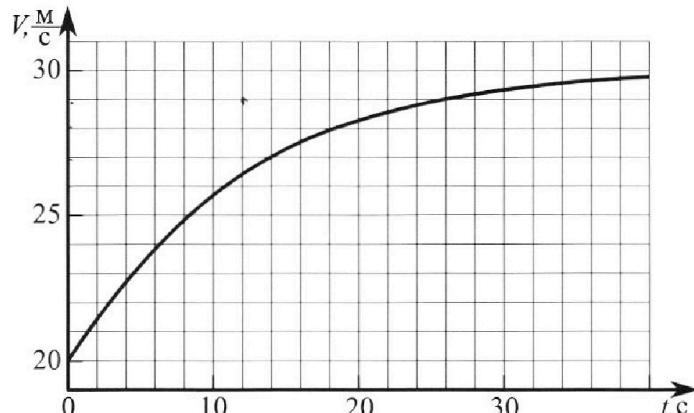
1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)

$m = 240$ 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 точно сть численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.



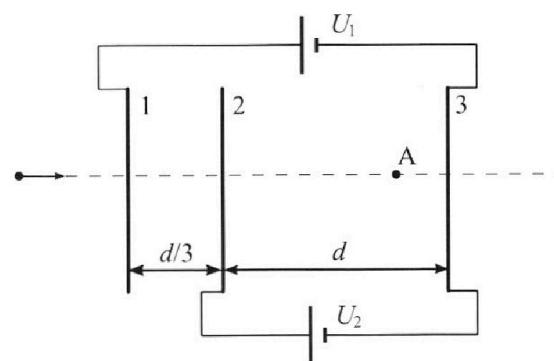
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагревали до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kp w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0.6 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
2) Определите начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{АТМ}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ и $U_2 = U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.

- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04

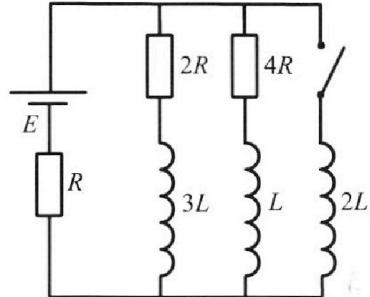
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



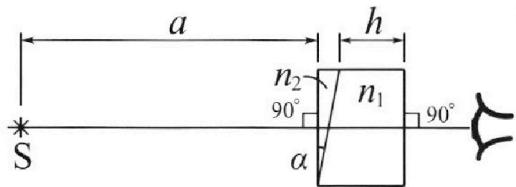
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- ✓ 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 100$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.



- 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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

Решение:

1

Запишем $\Sigma \text{ЗН}$ для машины с
машиналистом (далее я буду называть их "челом")

$$\text{Из гориз. оси: } ma = F_{\text{тр}} - F_{\text{конп}} = \mu N - F_{\text{конп}}$$

$$\text{на вертил. оси: } N = mg$$

$$m \frac{dv}{dt} = \mu mg - F_{\text{конп}}$$

$$\frac{dv}{dt} = \mu g - \frac{F_{\text{конп}}}{m}$$

ускорение в начале

периоду б) тоже $(0; v(0))$

$$a_0 = \frac{d^2 v}{dt^2} = \frac{g}{12} \frac{m}{s^2} = 0,75 \frac{m}{s^2}$$

$$2) \frac{dv}{dt} = \frac{\mu mg}{m} - \frac{F_{\text{конп}}}{m}$$

мощность можно
образовать как:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{P_{\text{мотора}}}{mv} - \frac{F_{\text{конп}}}{m} \quad (1)$$

В конце резонса $\frac{dv}{dt} \rightarrow 0$.

$$v \rightarrow v_K = 30 \frac{m}{s} \text{ (из графика)}$$

и (1) примет вид:

$$\Rightarrow P = F_K \cdot v_K = 200 \text{ Н} \cdot 30 \frac{m}{s} = 6000 \text{ Вт}$$

В начале резонса (1) имеет другой вид: (из графика)

$$a_0 = \frac{P}{mv_0} - \frac{F_0}{m} \Rightarrow F_0 = \frac{P}{v_0} - ma_0 = \frac{6000}{20} - 240 \cdot 0,75 =$$

1) Имея дану гра-
фик $v(t)$, а значит
некоторой v и времени
 t , будет $\frac{dv}{dt} = a$, исходя
из лин. уравнения производ.
Значит для нахождения
момент приведен
в к

$$\begin{aligned} P &= F \cdot v \\ &\text{здесь } F_{\text{тр}}, \\ &\text{именно пото-} \\ &\text{мужущая единица.} \\ &\text{также -} \\ &\text{сила трения.} \\ P_{\text{мотор}} &= F_{\text{тр}} \cdot v = \\ &= \mu mg \cdot v \end{aligned}$$

$$0 = \frac{P}{mv_K} - \frac{F_K}{m} \Rightarrow$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ



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

$$= 300 - \frac{2400}{4} \cdot 3 = 300 - 180 = 120 \text{ H.}$$

3)

$$P_{\text{суп}} = F_{\text{суп}} \cdot v \quad \cancel{\text{от: перенесено (1)}}$$

$$\cancel{P_{\text{передав}} = P_{\text{изогре}} = P} \quad \cancel{mv^2/a = P_{\text{изогре}}} \quad \cancel{P_{\text{суп}} =}$$

т.к. auto. много момен. силы:

$$\gamma = \frac{P_{\text{суп}}}{P_{\text{изогре}}} = \frac{P_0}{P} = \frac{F_0 \cdot v_0}{P} =$$

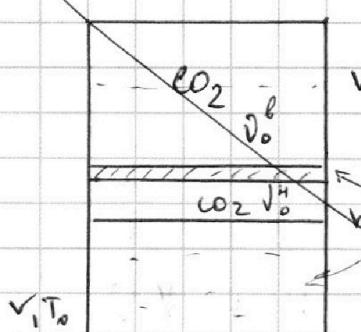
использование

$$= \frac{120 \text{ H} \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{6000 \text{ Bt}} = \frac{2400}{6000} = \frac{24}{60} = \frac{12}{30} = \frac{2}{5} = 0,4$$

Ответ:

$$\begin{cases} 1) 0,75 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ 2) 120 \text{ H} \\ 3) 0,4 \end{cases}$$

Решение:



$$T_0 \rightarrow \frac{4}{3} T_0$$

$$\frac{V_0}{V_1} = \frac{r}{2} \rightarrow V_1 = \frac{V_0}{8}$$

1) поршень легкий и отсутствует трение, значит давление снизу всегда равно давлению сверху от поршня. Поршень теплоизолирован и учитывает излучение полностью, значит

T в двух точках совпадают. Клапаны:

верхний в 2 раза: $\frac{P_0 \cdot V_0}{P_0 \cdot V_1} = P_0 \cdot \frac{V}{2} = \frac{1}{2} P_0 R T_0 \quad (\cancel{1})$

$$\text{нижний в 2 раза: } P_0 \cdot V_1 = P_0 \cdot \left(\frac{V}{2} - \frac{3}{8} V\right) = \frac{1}{2} P_0 R T_0 = P_0 \cdot \frac{V}{8} \quad (\cancel{2})$$

$$\Rightarrow \frac{V_0}{V_1} = 4$$

2) Упр-е след. Клапан.

$$\text{верхний в 2 раза: } P_1 \cdot V_1 = V_1 R T_2 = V_0 R \frac{4}{3} T_0 = P_1 \cdot \frac{V}{8} = \frac{4}{3} P_0 V_0 = \frac{2}{3} P_0 V$$

$$\text{нижний в 2 раза: } P_1 \cdot V_1 = P_1 \cdot \left(V - \frac{V}{8} - \frac{3}{8} V\right) = P_1 \cdot \frac{V}{2} = V_1 R \frac{4}{3} T_0 = P_1 R T_2$$



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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) . Запишем, что если в конус переб $\Delta \rightarrow 0$,
(но V_1^H)

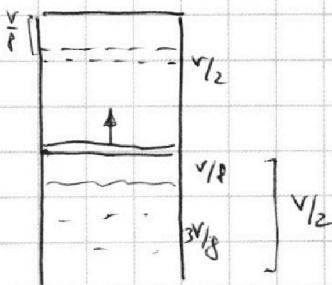
то $V_1^H = V_0^H + \Delta V$. Такие же линии первых диф. в
любой конусе должны быть, и темпер., то следут из теплопров. ~~законов~~
формул. Такие есть по условию рисунка при T_0 стрелки
как нужно, но при $T = T_0$ $T_0 = 373 K = 100^\circ C$ $p_{\text{газ}} = p_{\text{жид}} =$

= $p_{\text{жид}}$, в конус перебе струя настру. пар то
может попасть в воду в жидкое состояние
объем коногоры не меняется по условию.

1) Запишем упр-е лин. критерия : начало

верхний: $p_0 \frac{V}{2} = V_0^B R T_0$ $\frac{p_0}{2} = \frac{V_0^B R T_0}{V}$

нижний: $p_0 \left(\frac{V}{2} - \frac{3}{8} V \right) = V_0^H R T_0 = p_0 \frac{V}{8}$



$$\frac{V_0^B}{\Delta V} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{8}} = 4 \quad \Rightarrow \quad \Delta V = \frac{1}{4} V_0^B$$

2) упр-е лин. критерия : конус : $\Delta V = \Delta V_0$ т.к. V_0^B не откладывается в конусе

верхн. $p_1 \frac{V}{8} = V_1^H R \frac{4}{3} T_0 = \frac{4}{3} V_0^H R T_0$

нижний: $p_1 \left(V - \frac{V}{8} - \frac{3}{8} V \right) = p_1 \frac{V}{2} = V_1^H R T = \frac{4}{3} (V_0^H + \Delta V) R T_0$

~~$\frac{1}{2} = \frac{V_0^H}{V_0^H + \Delta V} \Rightarrow 2V_0^H + \Delta V \cdot 2 = p_1 V_0^H$~~ из зоне ~~сопротивления~~
~~давления пару. газов~~:

6 конус: $p_1 = p_1' + p_{\text{жид}} = p_1' + p_a = \frac{32}{3} \frac{V_0^B R T_0}{V} = \frac{8}{3} \frac{(V_0^H + \Delta V) R T_0}{V} + p_{\text{жид}}$

$\frac{32}{3} \frac{V_0^B R T_0}{V} = \frac{2}{3} \frac{V_0^B R T_0}{V} + \frac{8}{3} \frac{k p_0 \omega R T_0}{V} + p_{\text{жид}}$

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"/> |

МФТИ

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

$$\frac{16}{3} p_0 = \frac{1}{3} p_0 + \frac{f}{3} \frac{k p_0 R T_0}{V} + p_{\text{атм}}$$

$$\omega = \frac{3}{f} V = \text{const}$$

$$5p_0 = k p_0 R T_0 + p_{\text{атм}}$$

$$p_0 = \cancel{p_{\text{атм}}} = \frac{\cancel{5} k R T_0}{5 - \cancel{k R T_0}} = \frac{5}{5 - 0,6 \cdot 3} =$$

$$p_0 = p_{\text{атм}} \cdot \frac{1}{5 - k R T_0} =$$

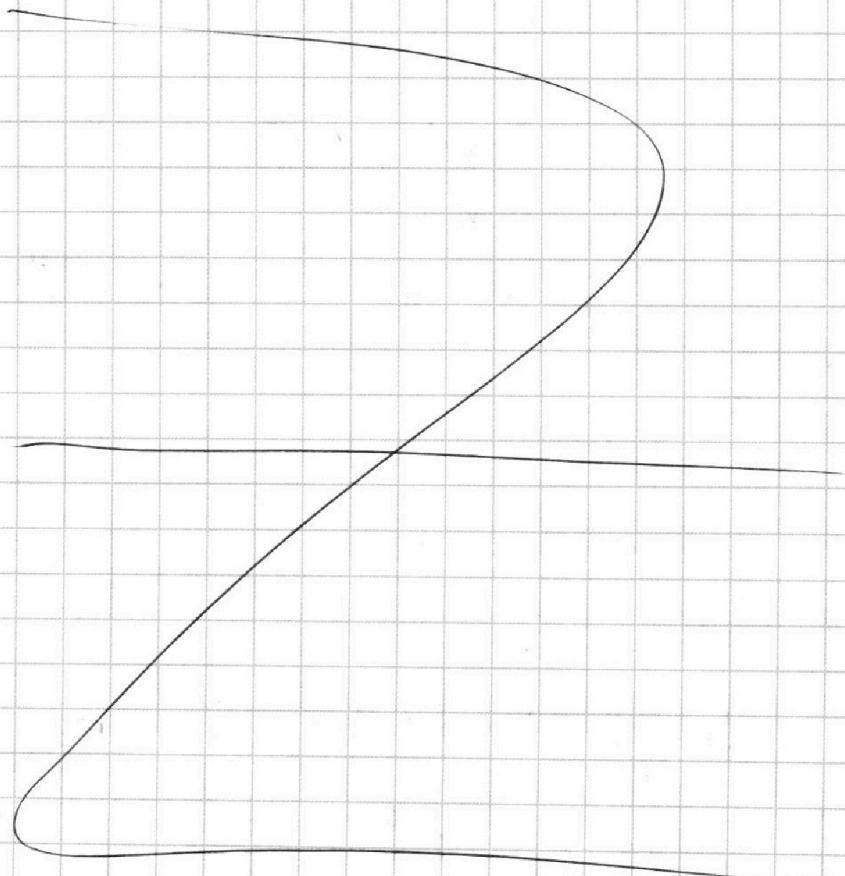
$$= \cancel{p_{\text{атм}}} \cdot \frac{5}{6,8} = \cancel{p_{\text{атм}}} \cdot \frac{5}{3,2} =$$

$$= p_{\text{атм}} \cdot \frac{1}{5 - 0,6 \cdot 3} = p_{\text{атм}} \cdot \frac{1}{3,2} =$$

$$= \cancel{p_{\text{атм}}} \cdot \frac{5}{16}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{p_0}{p_{\text{атм}}} = 4$$

$$2) \frac{5}{16} p_{\text{атм}} = p_0$$

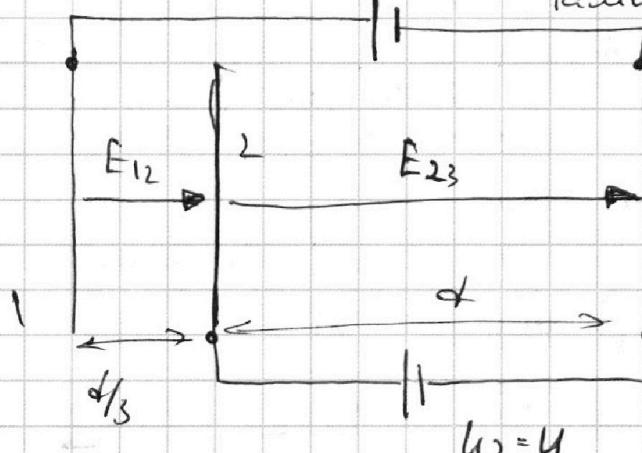


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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

(3) Решение: т.к. $d \ll$ размеров сечки, $5U = U_1$ предполагаем пренебрежимо малыми.



$$\begin{aligned} 1) \quad \varphi_1 - \varphi_3 &= \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_2 - \varphi_3 \\ \varphi_1 - \varphi_2 &= \varphi_1 - \varphi_3 - (\varphi_2 - \varphi_3) = \\ &= U_1 - U_2 = 4U \end{aligned}$$

Исходя из симметрии через боковых зажимов, можно написать, что $\varphi_2 - \varphi_3 = E_{12} \frac{d}{3}$

$$E_{12} = \frac{3}{d} \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{12U}{d}$$

$$a_{12} = \frac{E_{12} q}{m} = \frac{12qU}{md}$$

II ЗАДАЧА ЗДЕСЬ ЗАПИСЬ!

$$\begin{aligned} F_{\text{н}} &= ma = Fg \\ a &= \frac{Fg}{m} \end{aligned}$$

$$2) \quad E_{23} \cdot d = \varphi_2 - \varphi_3 = U$$

$$E_{23} = \frac{U}{d} \quad (\text{ноч. } \frac{d\varphi}{dx} = E)$$

$$K_1 = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$K_2 = K_1 = E_{12} \cdot$$

Задача:

$$A_{\text{внеш}} = \frac{\Delta E}{\Delta t} = m \cdot K$$

$$K_3 - K_2 = E_{23} \cdot d \cdot q$$

$$A_{\text{внеш}} = A_{\text{н}} = E \cdot q \cdot d$$

$$K_3 - K_2 = Uq$$

$$3) \quad \Delta K = A_{\text{внеш}}$$

$$K_A - K_1 = \sum A_{\text{внеш}} = \sum A_{\text{н}} = E_{12} \cdot q \cdot \frac{d}{3} + E_{23} \cdot q \cdot \frac{3}{4} d =$$

$$= qd \cdot \left(\frac{12U}{3d} + \frac{3}{4} \cdot \frac{U}{d} \right) = q \cdot \cancel{\left(\frac{12}{3} + \frac{9}{4} \right)} \cdot U = qU \left(4 + \frac{9}{4} \right) = \frac{25}{4} qU$$

$$= \frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{18qU}{2m}} \quad \text{Отсюда: 1) } a_{12} = \frac{12qU}{md}$$

$$2) V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{18qU}{2m}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

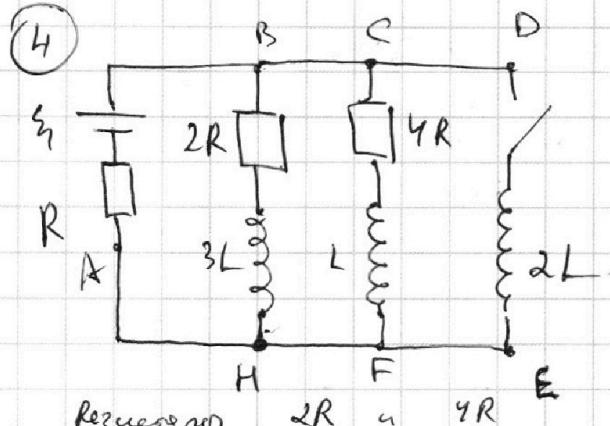
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



Решение при $I = 0$

1) Так как решетка устанавливается, $I = 0 \Rightarrow$
 \Rightarrow ток. через балки одинаков

$$\begin{aligned} &\text{т.к. } R_{\text{бал}} = \\ &= R + \frac{2R \cdot 4R}{2R + 4R} = (1 + \frac{4}{3})R \\ &= \frac{7}{3}R \end{aligned}$$

$$I_{2R} \cdot 2R = I_{4R} \cdot 4R \Rightarrow I_{2R} = I_{4R} \cdot 2 \quad \mathcal{E}_1 = I \cdot R_{\text{бал}} \quad I = \frac{3\mathcal{E}_1}{7R}$$

Зенон кирхгоффа,

$$I_{2R} + I_{4R} = I = 3I_{4R} = \frac{3\mathcal{E}_1}{7R} \Rightarrow I_{4R} = \frac{\mathcal{E}_1}{7R} = I_{20}$$

$$I_{2R} = I - I_{4R} = \frac{6\mathcal{E}_1}{7R}$$

2) Следует решить уравнение вида, ток 6 получит

(из-за симметрии шасси)

Л и 3L - не изменяются, а значит напряжение зенон кирхгоффа для самого большого контура получим, что

$$2L I_{2L} + IR = \mathcal{E}_1 \Rightarrow I_{2L} = \frac{\mathcal{E}_1 - IR}{2L} = \frac{\frac{4}{7}\mathcal{E}_1}{2L} = \frac{2\mathcal{E}_1}{7L}$$

3) Зенон кирхгоффа для

контура АБИ:

$$\mathcal{E}_1 = IR + I_{12R} + I_1 \cdot 3L \rightarrow \mathcal{E}_1 = QR + 2Q_1R + (I_1 - I_{2R}) \cdot 3L$$

$$\int_{0}^T \mathcal{E}_1 dt = \int_{0}^T IR dt + \int_{0}^T I_1 dt \cdot 2R + \int_{0}^T I_1 dt \cdot 3L$$

$$\mathcal{E}_1 T = QR + 2Q_1R + (I_1 - I_{2R}) \cdot 3L$$

Значит, что ток 6 уравнение имеет значение

т.к. $I_{2L} = 0$, а значит $U_{AB} = 0 \Rightarrow 2L I_{2L} = 0$, также

беседование уравнения решения $I_L = 0 \quad I_{3L} = 0 \Rightarrow I_1 = 0$ зенон

$$U_{AB} = U_{CF} = U_{AH} = 0 \quad I_2 = 0, \quad \text{так как будет идти ток через } R \text{ и } L_4$$

также ток $I_1 = \mathcal{E}_1 / R$

$$\mathcal{E}_1 = QR + 2Q_1R - 3I_{2R} \cdot 3L$$

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!

Две катушки: ACF: $\xi_1 = IR + I_2 \cdot \frac{1}{R} L + \frac{dI_2}{dt} \cdot L$

$$\int_0^T \xi_1 dt = \int_0^T I dt \cdot R + \int_0^T I_2 dt \cdot \frac{1}{R} L + \int_{I_{4R}}^{I_2} dI_2 \cdot L$$

$$\xi_T = QR + Q_2 R - I_{4R} L$$

Две катушки: ADF:

$$\xi_1 = IR + \frac{dI_3}{dt} L \quad \int_0^T \xi_1 dt = \int_0^T I dt \cdot R + \int_0^T dI_3 L$$

$$\xi_T = QR + I_{KL}$$

$$\xi_T = QR + Q_2 R - I_{4R} L$$

$$0 = 0 + I_{KL} - Q_2 R + I_{4R} L \quad 0 = 0 + I_{KL} - 2Q_1 R + 3I_{2R} L$$

$$Q_2 = \frac{L}{4R} (I_{KL} + I_{4R}) = \frac{L}{4R} \left(\frac{\xi_1}{R} + \frac{\xi_1}{4R} \right) = \frac{2L\xi_1}{7R^2}$$

пред. $\int_0^T I dt = \int_0^T dq$, поэтому $\int_0^T I_1 dt = \int_0^T dq_1 = Q$

Отв.: 1) $\frac{\xi_1}{7R}$

2) $\frac{2\xi_1}{7L}$

3) $\frac{2L\xi_1}{7R^2}$



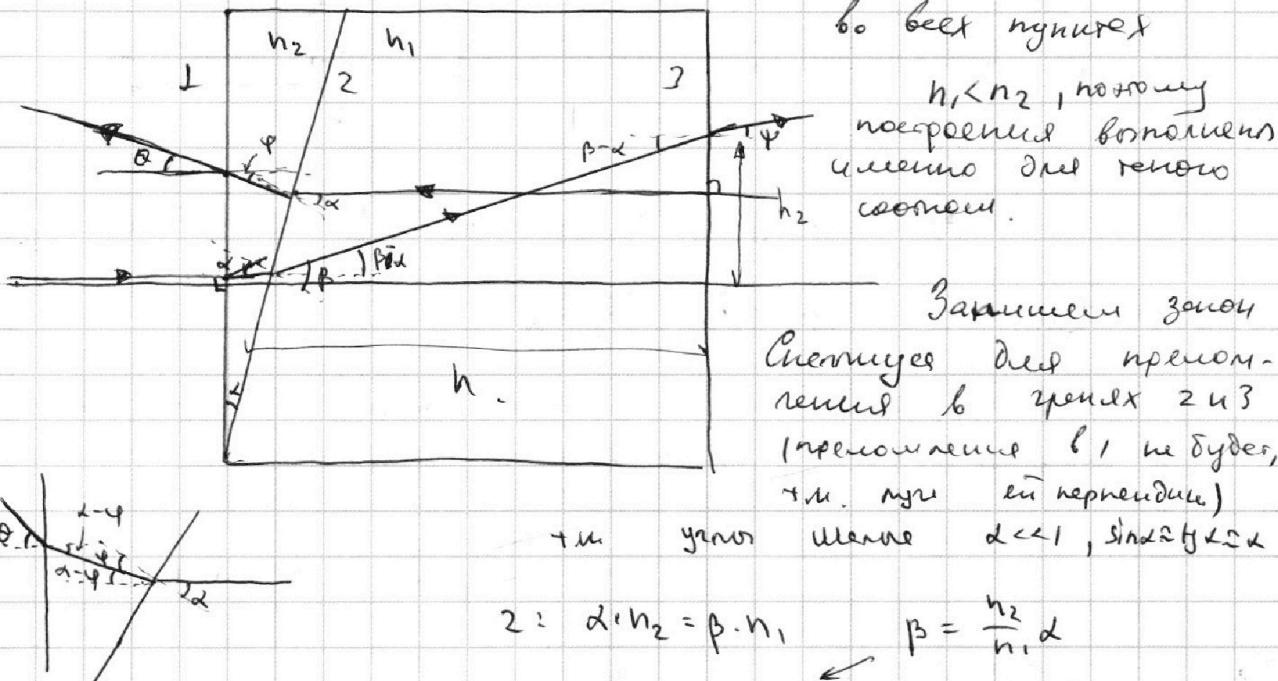
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ.

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

Решение:

(5) 1) Нарисуйте ход луча, описанного в условиях.



2+3) Внуждии какой угол, то при $= 0,07 \text{ рад}$.

находя выход из условия призмы, он
перев. ГОО и рассчитывая по преломлении
закон Снеллиуса:

$$\begin{aligned} 2: \quad \alpha \cdot n_1 = \psi \cdot n_2 \quad \psi = \alpha \cdot \frac{n_1}{n_2} \\ (\alpha - \delta) \cdot n_2 = \theta \cdot n_1 \rightarrow \theta = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \cdot \delta \end{aligned}$$

прел. т.к. же
вывод можно
было получить из
свойств обратимости
лучей.

Последний не сильно усложняет задачу,
видимое положение изогнута так-ся и
продолжение преломленных лучей найдем эту точку.

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

Отметьте крестиком номер задачи,

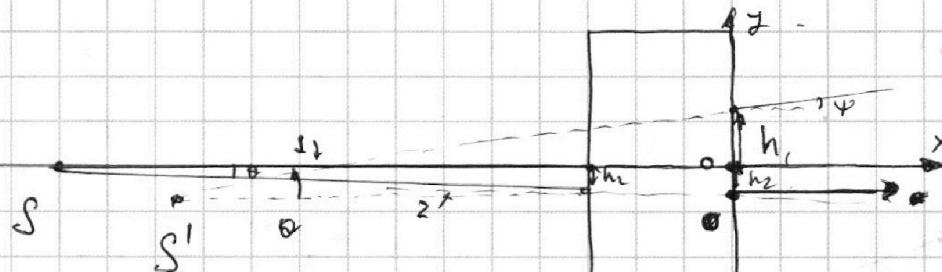
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$h_1 - \text{же тонкость призмы с } h_2 \quad h_2 \approx \tan \alpha \cdot a \approx \alpha \cdot a \approx \frac{h_2 - h_1}{n_b} \cdot a$$

$$h_1 \approx \tan(\beta - \alpha) \cdot h \approx (\beta - \alpha) h \approx \frac{h_2 - h_1}{n_b} \cdot a \cdot h$$

с переносом

Введем коорд. оси ~ 6 тоже перес. Гео и Задачи
и неправильности боят гео и задачи 3 они не исчезают

Упр-е прямой линии 1 :

$$y = h_1 + \psi \cdot x \approx h_1 + \tan \alpha \cdot x$$

Упр-е 2 :

$$y = -h_2$$

в пересечении коорд y - единица \Rightarrow

$$-(h_1 + h_2) = \psi \cdot x$$

$$\frac{h_1 + h_2}{\psi} \Rightarrow x = -\left(\frac{n_b}{n_1} h + a\right)$$

Координаты вершины \rightarrow исходника:

$$x_0 = -(h + a)$$

$$y = -\frac{h_2 - h_1}{n_b} \cdot a$$

$$y_0 = 0$$

$$S = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2} = \sqrt{\left(h \cdot \frac{n_1 - n_b}{n_1}\right)^2 + \left(\frac{h_2 - h_1}{n_b} \cdot a\right)^2} =$$

$$\approx 14 \text{ см} \quad 2) \quad S = 0,7 \cdot 0,1 \cdot 100 \text{ см} = 7 \text{ см}.$$

$$\text{Задача 3}) \quad S = \sqrt{\left(14 \cdot \frac{0,4}{1,4}\right)^2 + \left(\frac{0,3}{1} \cdot 0,1 \cdot 100\right)^2} = \sqrt{16 + 9} = 5 \text{ (см)}$$

Ответ:
1) 0,07 рад
2) 7 см
3) 5 см

$$0,03 \cdot 14 = 0,42$$



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

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

прич.: 1) по условию излишнее давление воды можно
пренебречь и это делалось

2) также 6 ус. сказано пренебречь излишнее давление воды.
Нет признаков, чтоб это было то, но не
сказано пренебречь $p_{\text{вод.нр.}}$ в конденсате,
 $T = 373 \text{ K} = 100^\circ\text{C}$, где ~~постоянно~~ Равн.Рати, при этом
из-за наличия воды в конденсате излишнее

$p_{\text{вод.нр.}} = p_{\text{атм}} = p_{\text{атм}}$ и по закону

закона сложения давлений парциальных
газов $p_1^H = p_1^H + p_{\text{атм}} = p_1^H + p_{\text{вод.нр.}}$ (3)

3) по закону Гей-Люса $\Delta V = k_w p_0$
причем при температуре конденсации T , $\Delta V \rightarrow 0$.

Значит:

$$V_0^H + \Delta V_0 = V_1^H \quad (4), \text{ где } \Delta V_0 = k_w p_0 \quad (5)$$

$$(4) + (5) : \quad p_1^H \cdot \frac{V}{2} = (k_w p_0 + V_0^H) R \frac{4}{3} T_0$$

$$(5) - (4) : \quad p_1^H \cdot \frac{V}{2} = \frac{4}{3} k_w p_0 R T_0 + \frac{4}{3} \cdot p_0 \cdot \frac{V}{2} \quad (6)$$

(6), (1) \rightarrow (3) :

$$\frac{16}{3} p_0 = p_{\text{атм}} + \frac{8}{3} \frac{k_w p_0 R T_0}{V} + \frac{p_0}{3} \quad \Rightarrow \quad 5p_0 = p_{\text{атм}} + p_0 \cdot \frac{8k_w R T_0}{3V}$$



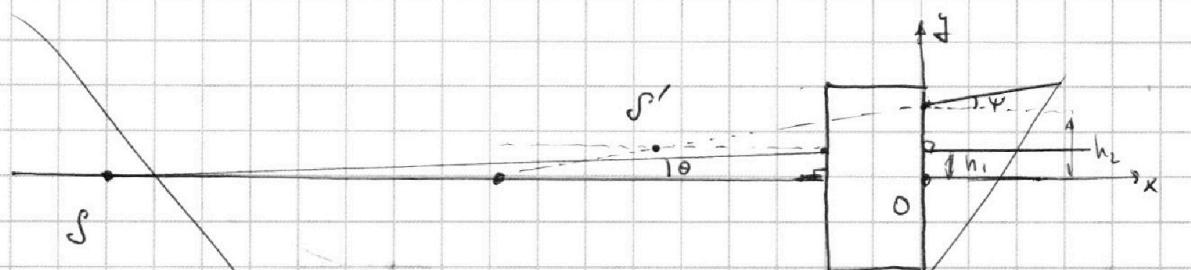
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



Здесь метод изображ. исходной на основе 2
лучей 1 изображают предмет горизонтально перед ГОД, другой
погоризонтальный станет прямой. ГОД после преобразования?
изображение видимое положение объекта будет иметь
на продолжении предмета. лучей, найдем не
это положение.

При неизменном пересечении найти реальное

$$h_2 = (\rho - \alpha) h = \operatorname{tg}(\rho - \alpha) h$$

(убр. h_1 , б. преобразование
в прямое с h_2 , преобразование $\operatorname{tg}\beta$ - β
меняет ее знак)

$$h_2 = \alpha h \cdot \frac{h_2 - h_1}{h_1}$$

будет изображением

$$\frac{10}{16} = \frac{5}{?}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



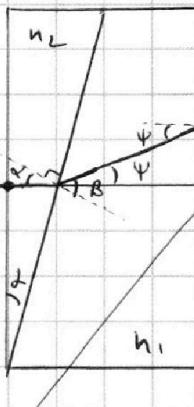
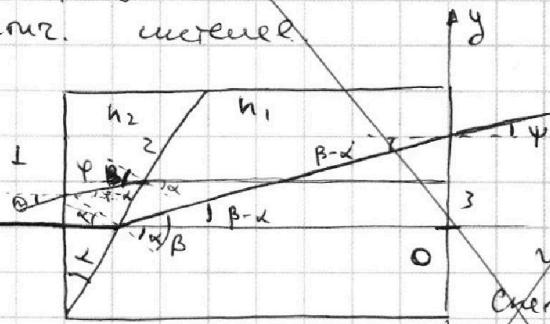
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ.

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

(5)

1) Нарисуйте ход луча в
оптическом системе



• возникли углы перекл.

ГОС., через зеркало 1.

применение нет, но
перевернута, заменим зеркал.
Сделаем малых углов:

$$\text{зрено: } d \cdot n_2 = \beta \cdot n_1 \quad \beta = \alpha \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

2) Теперь, пуским второй зеркало: $(\beta - \alpha) n_1 = n_2 \cdot \psi$

3) ну, это же в порядке

он будет первым ГОС $\alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) n_1 = n_2 \cdot \psi$

такие замены

сделай для 1, 2 и 3

зрено оставшись

зрено 3 применение нет,

а вот через 1 и 2 - есть

$$\psi = \alpha \cdot \frac{n_2 - n_1}{n_2} = 0,1 \cdot \frac{1,7 - 1}{1} = 0,07 \text{ рад}$$

Нарисуйте рисунок!

$$1: \theta \cdot n_2 = (\psi - \alpha) \cdot n_1$$

$$2: \alpha \cdot n_1 = \psi \cdot n_2 \quad \psi = \frac{n_1}{n_2} \cdot \alpha$$

$$\theta = \frac{n_1 - n_2}{n_2} \cdot \alpha$$

