



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02

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



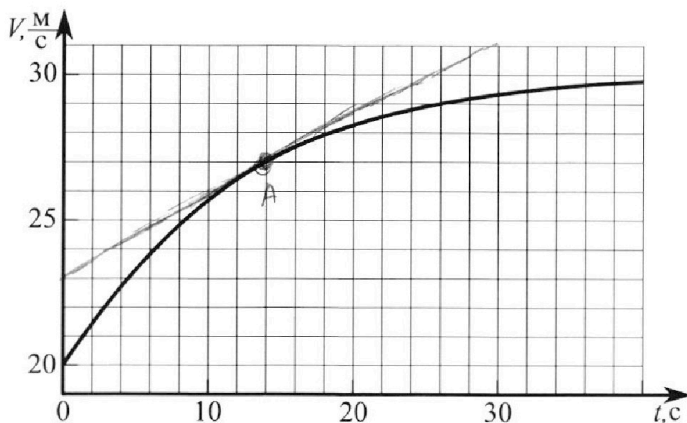
1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 300$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на 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%.



2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится 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.

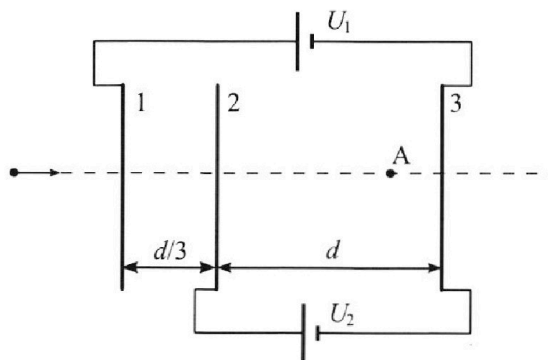
2) Определите конечное давление в сосуде P . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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 А на расстоянии $2d/3$ от сетки 2.



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

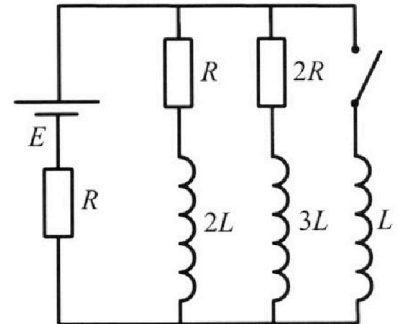
Вариант 11-02

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 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 $n_v = 1,0$. 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.

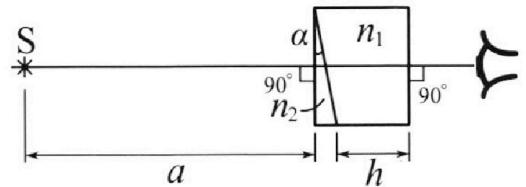


рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.

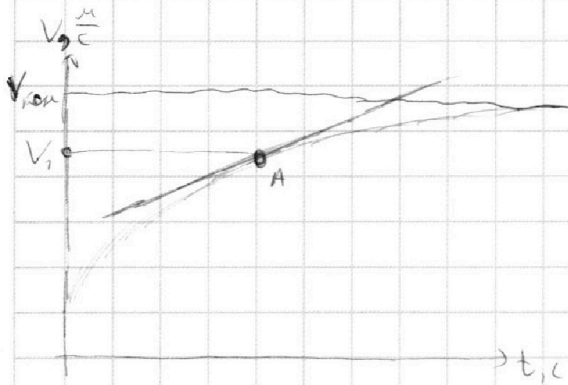
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



N^1

$$V_1 = 27 \frac{m}{c} \quad F_k = 405 H$$

$$m = 300 \text{ кг}$$

F_{gb} — сила, ^{под действием} которой колесо движется

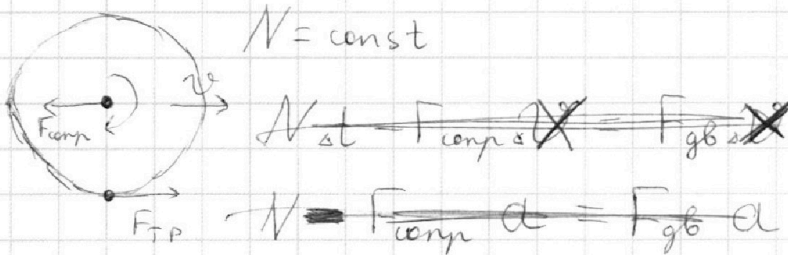
$$V_{кон} \approx 29,8 \frac{m}{c} \text{ из графика}$$

1) Проведем в м. А касательную для определения ускорения

$$\Delta t = 30 \text{ c} \quad \Delta V = 8 \frac{m}{c}$$

$$a_A = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{4}{15} \frac{m}{c^2}$$

$$2) m a_A = F_{gb} - F_{сопр}$$



ΔX — изменение за Δt

$$N \Delta t - F_{сопр} \Delta X = F_{gb} \Delta X$$

$$N - F_{сопр} V = F_{gb} V$$

В $t = 35 \text{ c}$ график — почти прямая, $F_{gb} = 0$

$$N = F_{сопр} V_{кон} = F_k V_{кон}$$

$$F_k V_{кон} - F_{сопр} V_1 = F_{gb} V_1$$

$$\begin{cases} m a_A = F_{gb} - F_{сопр} \end{cases}$$

Из этих ур-ний находим $F_{сопр}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



✓ 1 (продолжение)

$$\left\{ \begin{aligned} F_k \frac{V_{kon}}{V_1} - F_{conp} &= F_{gb} \quad (1) \\ m a_A &= F_{gb} - F_{conp} \quad (2) \end{aligned} \right.$$

~~(2) = (1)~~ (1) - (2)

$$F_k \frac{V_{kon}}{V_1} - m a_A = 2 F_{conp}$$

$$F_{conp} = \frac{F_k \frac{V_{kon}}{V_1} - m a_A}{2} = \frac{29,8 \cdot 405}{27} - 300 \cdot \frac{4}{15}$$

$$\approx \frac{15 \cdot 29,8 - 80}{2} \text{ Н} \approx 183,5 \text{ Н}$$

$$3) N_{F_{conp}} = \frac{\Delta F_{conp}}{\Delta t} = V_1 F_{conp}$$

$$\frac{N_{F_{conp}}}{N} = \frac{V_1 F_{conp}}{F_k V_{kon}} \approx \frac{27 \cdot 183,5}{29,8 \cdot 405} \approx$$

$$\approx 0,41$$

Ответ: 1) $a_A \approx \frac{4}{15} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 0,267 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) $F_{conp} \approx 183,5 \text{ Н}$; 3) $\frac{N_{F_{conp}}}{N} \approx 0,41$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

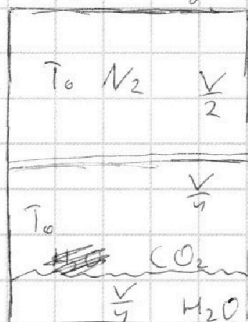
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

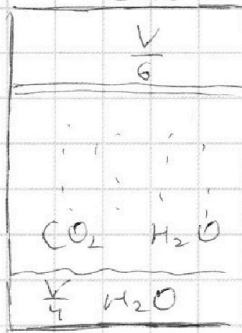
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1-я ситуация



2-я ситуация



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

$$K = 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

1)

$$(1) \quad p_{N_2} \frac{V}{2} = \nu_{N_2} R T_0$$

$$T = \frac{4T_0}{3} = 373 \text{ K} \Rightarrow T_0 = \frac{3 \cdot 373}{4} \text{ K}$$

Давлением пара в 1-ую ситуацию можно пренебречь (температура комнатная)

Давление CO_2 в верхней части ниже поршня равно p_{N_2} (не растворённого)

$$(2) \quad p_{N_2} \frac{V}{4} = \nu_{\text{CO}_2, \text{газ}} R T_0$$

Поедем (1) на (2)

$$2 = \frac{\nu_{N_2}}{\nu_{\text{CO}_2, \text{газ}}}$$

$$\nu_{\text{CO}_2} = \nu_{\text{CO}_2, \text{газ}} + \nu_{\text{CO}_2, \text{раств}} \\ \nu_{\text{CO}_2, \text{газ}} = K \frac{p_{\text{CO}_2}}{4}$$

2) Давление насыщенного пара при $T = 373 \text{ K}$ $p_{\text{раств}}$ весь растворённый CO_2 выделится из воды в газ, объём воды почти не поменялся.

$p_{N_2, \text{нен}}$ - давление N_2 в новом состоянии

$$p_{N_2, \text{нен}} \frac{V}{6} = \nu_{N_2} R T$$

$$p_{\text{CO}_2} \left(V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{\text{CO}_2} R T$$

$$p_{\text{раств}} + p_{\text{CO}_2} = P = p_{N_2, \text{нен}}$$

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!



в2 (продолжение)

$$p_{CO_2} = -p_{atm} + p_{N_2 new}$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\Delta n \cdot}{моль}$$

$$\Delta n_{CO_2} \propto \Delta p_{CO_2}$$

$$RT_0 \approx \frac{3}{4} RT = \frac{9}{10} \cdot 10^3 \frac{\Delta n \cdot}{моль}$$

из закона Генри

$$\Delta n_{CO_2} = K p_{N_2} \frac{V}{4}$$

$$\Delta n_{CO_2, газ} + \Delta n_{CO_2} = \Delta n_{CO_2}$$

$$(2) \rightarrow p_{N_2} \frac{V}{4} = \Delta n_{CO_2, газ} RT_0$$

$$K \Delta n_{CO_2, газ} RT_0 = \Delta n_{CO_2}$$

$$\left\{ p_{N_2 new} \frac{V}{6} = \Delta n_{N_2} RT \right.$$

$$\left\{ (p_{N_2 new} - p_{atm}) \left(V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} \right) = (\Delta n_{CO_2} + \Delta n_{CO_2}) RT \right.$$

$$(p_{N_2 new} - p_{atm}) \left(\frac{14V}{24} \right) = \Delta n_{CO_2, газ} (1 + KRT_0) RT$$

$$\left\{ (p_{N_2 new} - p_{atm}) \frac{14V}{24} = \Delta n_{CO_2, газ} (1 + KRT_0) RT \right.$$

$$\left\{ p_{N_2 new} \frac{V}{6} = 2 \Delta n_{CO_2, газ} RT \right.$$

поделим из первого пункта $2 = \frac{\Delta n_{N_2}}{\Delta n_{CO_2, газ}}$

$$\left(1 - \frac{p_{atm}}{p_{N_2 new}} \right) \cdot 3,5 = \frac{1}{2} \frac{(1 + KRT_0) RT}{RT}$$

$$\frac{p_{atm}}{p_{N_2 new}} = 1 - \frac{1}{7} (KRT_0 + 1)$$

$$p_{N_2 new} = P = \frac{p_{atm}}{1 - \frac{1}{7} (KRT_0 + 1)} = \frac{p_{atm}}{1 - \frac{1}{7} \cdot (0,6 \cdot \frac{9}{10} + 1)} = \frac{p_{atm}}{0,78}$$

Ответ: 1) $\frac{\Delta n_{N_2}}{\Delta n_{CO_2, газ}} = 2$; 2) $P = \frac{p_{atm}}{0,78}$

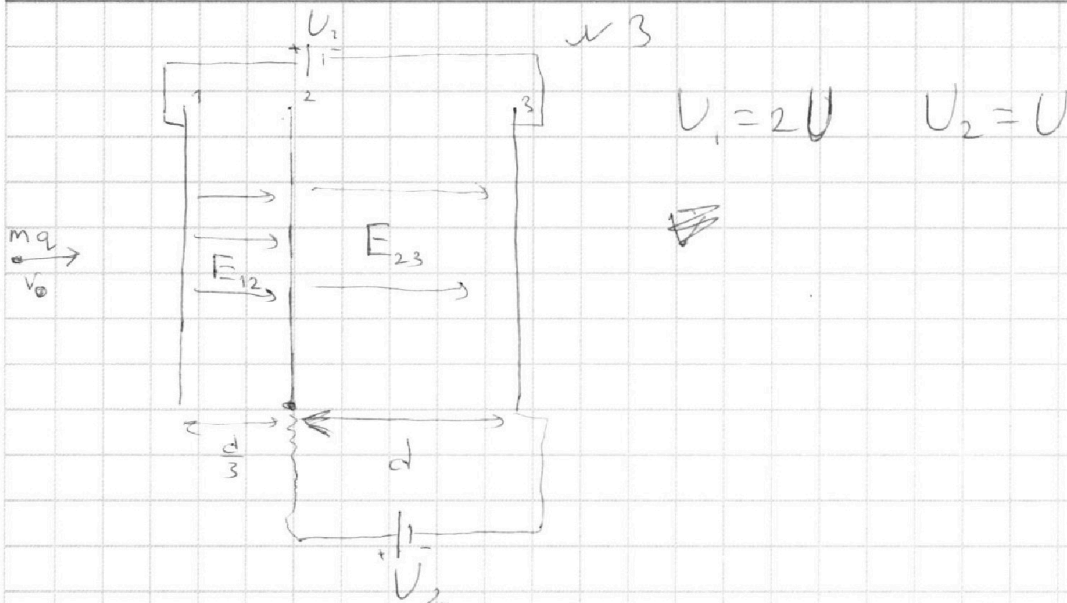
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$1) E_{23} d = U_2$$

$$E_{12} \frac{d}{3} + E_{23} d = U_1$$

$$\cancel{E_{23} d = U_1 - E_{12} \frac{d}{3}}$$

$$E_{12} \frac{d}{3} + U = 2U$$

$$E_{12} = \frac{3U}{d}$$

Между 2 и 3:

$$ma_{23} = E_{23} q \Rightarrow a_{23} = \frac{Uq}{md}$$

2) Определим скорость при проходе через 2-ую сетку (V_2)

$$\text{Аналогично } ma_{12} = E_{12} q \Rightarrow a_{12} = \frac{3Uq}{md}$$

$$\frac{d}{3} = \frac{V_2^2 - V_0^2}{2a_{12}} \Rightarrow V_2 = \sqrt{\frac{2da_{12}}{3} + V_0^2} = \sqrt{\frac{2Uq}{m} + V_0^2}$$

Через 3-ю сетку (V_3)

$$d = \frac{V_3^2 - V_2^2}{2a_{23}} \Rightarrow V_3 = \sqrt{2da_{23} + V_2^2} = \sqrt{2 \frac{Uq}{m} + V_2^2} =$$



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!

$$= \sqrt{4 \frac{Uq}{m} + V_0^2} \quad v_3 \text{ (продолжение)}$$

$$K_3 - K_2 = \frac{mV_3^2}{2} - \frac{mV_2^2}{2} = \frac{m}{2} \frac{2Uq}{m} = Uq$$

3) V_A — скорость в м.А

$$\frac{2d}{3} = \frac{V_A^2 - V_2^2}{2a_{23}} \Rightarrow V_A^2 = \frac{4da_{23}}{3} + V_2^2 =$$

$$= \frac{4}{3} \frac{Uq}{m} + \frac{2Uq}{m} + V_0^2$$

$$V_A = \sqrt{\frac{10}{3} \frac{Uq}{m} + V_0^2}$$

$$\text{Ответ: } a_{23} = \frac{Uq}{md} ; K_3 - K_2 = Uq ; V_A = \sqrt{\frac{10}{3} \frac{Uq}{m} + V_0^2}$$

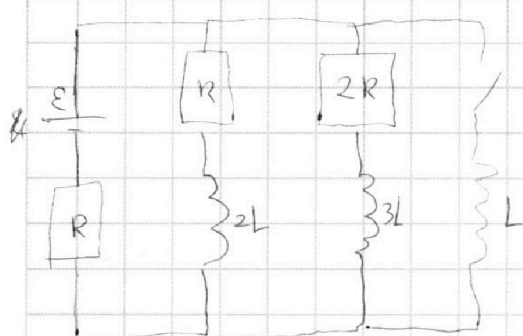
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

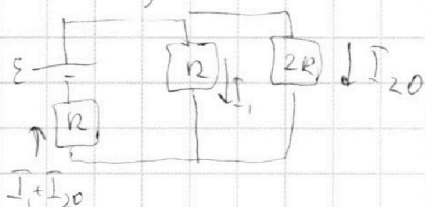
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



нч

I_L - ток через L

1) Ток установился, напряжения на катушках нет, ищем схему



$$\begin{aligned} \text{a) } \quad \varepsilon &= I_1 R + (I_1 + I_2) R \\ \varepsilon &= I_2 2R + (I_1 + I_2) R \end{aligned} \quad \left| \cdot 2 \right.$$

$$\text{б) } 2\varepsilon = 6I_2 R + 2I_1 R$$

Вычтем из (2) (1)

$$\varepsilon = 5I_2 R \Rightarrow I_2 = \frac{\varepsilon}{5R}$$

2) Сразу после ток не меняется

$$\varepsilon - L I_L' = (I_2 + I_1) R$$

$$I_L' = \frac{\varepsilon - (I_2 + I_1) R}{L}$$

$$\text{из (1) } \varepsilon - \frac{\varepsilon}{5} = 2I_1 R \Rightarrow I_1 = \frac{2\varepsilon}{5R}$$

$$I_L' = \frac{\varepsilon - \frac{\varepsilon}{5} - \frac{2\varepsilon}{5}}{L} = \frac{2\varepsilon}{5L}$$

3) После замыкания ток ~~не~~ через L растёт, пока

$I_{\text{кон}} R \leftarrow \varepsilon$ не достигнет $I_{\text{кон}}$, на $2L$ и $3L$ по итмму тока нет
в конце

$$I_{\text{кон}} = \frac{\varepsilon}{R}$$

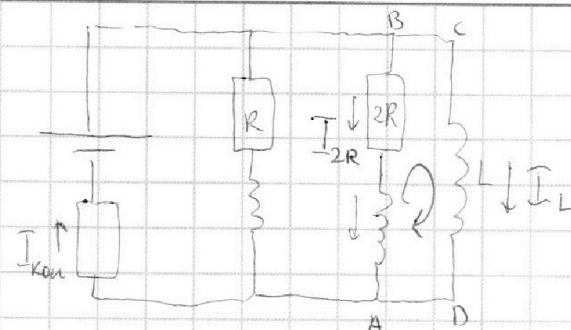
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



4. (продолжение)

Контур ABCD

$$-I_{2R} 2R - L \frac{dI_{2R}}{dt} + L \frac{dI_{KOH}}{dt} + L \frac{dI_L}{dt} = 0$$

$$\frac{2R dq_{2R}}{dt} + \frac{L dI_{2R}}{dt} = \frac{L dI_L}{dt}$$

$$2R \int_0^{q_{2R}} dq_{2R} + L \int_{I_{20}}^{I_{2R}} dI_{2R} = L \int_0^{I_{KOH}} dI_L$$

$$2R q_{2R} + L (-I_{20}) = L I_{KOH}$$

$C = 0$
из начальных
условий

$$q_{2R} = \frac{L(I_{KOH} + I_{20})}{2R} = \frac{L}{2R} \left(\frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{\mathcal{E}}{5R} \right) =$$

$$= \frac{6L\mathcal{E}}{10R^2} = \frac{3}{5} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}$$

Ответ: $I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$; $I_L' = \frac{2\mathcal{E}}{5L}$; $q_{2R} = \frac{3}{5} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

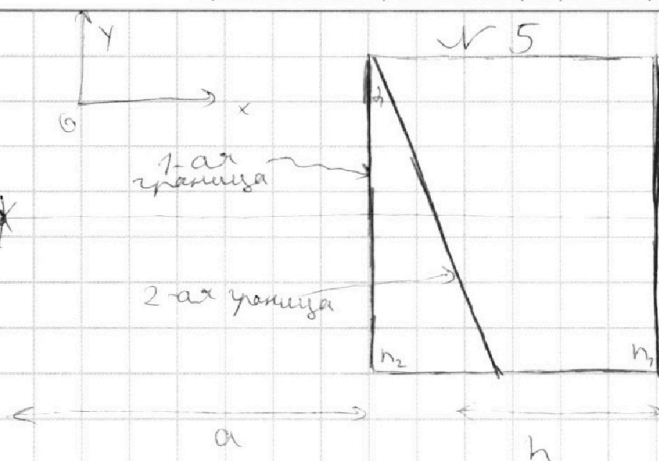
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$a = 200 \text{ см}$$

$$h = 9 \text{ см}$$

$$n_2 = 1,6$$

исходное
 $\Delta\varphi$ - отклонение в первом пункте

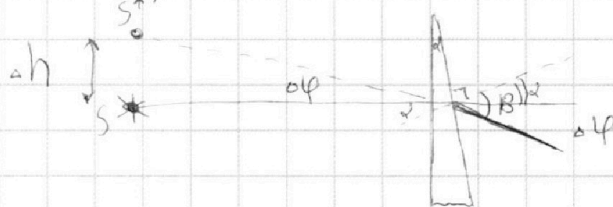
3-я граница

1) $n_1 = 1 \Rightarrow$ в нем луч не преломляется

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

лучи малые

$$n_2 \alpha = \beta$$



$$\Delta\varphi = \beta - \alpha = (n_2 - 1) \alpha = 0,6 \cdot 0,05 \text{ рад} = 0,03 \text{ рад}$$

2) ~~В~~ Как известно, все лучи преломляются на угол $\Delta\varphi$ при прохождении через призму.

Перемещение ~~изображения~~ по оси Ox можно пренебречь, поскольку α мал, так как призма тонкая, тогда изображение сместится вверх на расстояние $\Delta h = \tan \varphi \cdot a \approx \varphi a = 6 \text{ см}$

3) $n_1 = 1,8$

~~Да~~ при прохождении через 1-ую и 2-ую границу изображение смещается вверх аналогично 2-ому пункту, но меняется $\Delta\varphi$, найдем $\Delta\varphi_2$

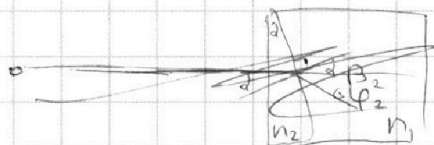
$$n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta_2$$

$$\Delta\varphi_2 = \beta_2 - \alpha$$

$$n_2 \alpha = n_1 \beta_2$$

$$\Delta\varphi_2 = \beta_2 - \alpha = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \alpha$$

~~$\Delta\varphi_2$~~



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

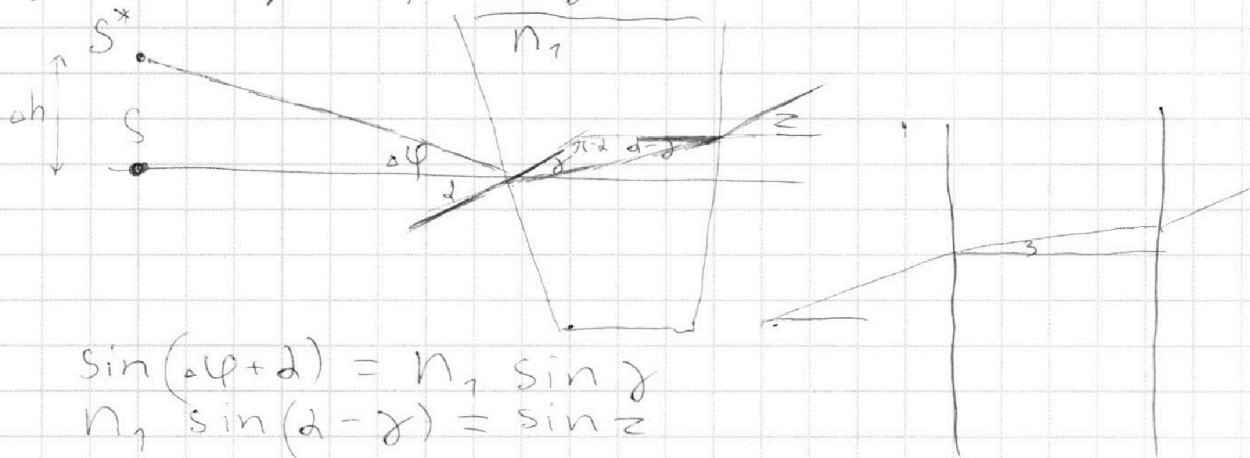
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



к5 продолжение

3) $n_1 = 1,8$

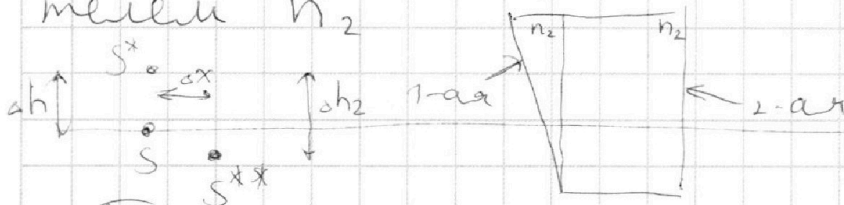
При прохождении через призму с n_2 луч также меняет направление на $\Delta\varphi$, необходимо рассмотреть изображение S^* после прохождения через призму с n_1



$$\sin(\Delta\varphi + \alpha) = n_1 \sin \gamma$$

$$n_1 \sin(\alpha - \gamma) = \sin \alpha$$

Можно рассматривать ~~и~~ призму n_2 , как комбинацию 2-х призм с ~~показателями~~ с разными показателями n_2



Тогда 1-ая переместит S^* вниз аналогично прямой пучку, а 2-ая — вправо

$$\Delta h_2 = \tan \alpha \Delta \varphi_2 \cdot a$$

$$\Delta \varphi_2 = (n_2 - 1) \alpha$$

Аналогично прямой пучку

$$\Delta \varphi_2 = (n_1 - 1) \alpha$$

$$\Delta h_2 = (n_1 - 1) \alpha \cdot a$$

$$\Delta h_{\text{итог}} = \Delta h_2 - \Delta h$$

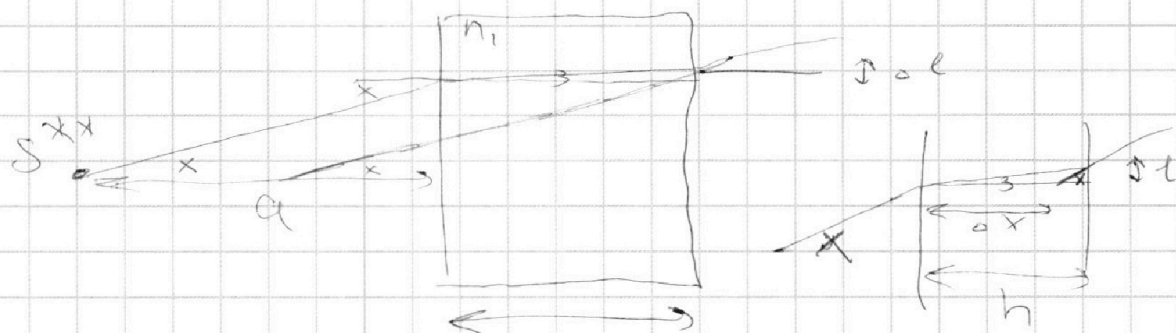
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



При прохождении через квадратную призму
 $\Delta x = \Delta x =$

$$\sin x = n_1, \sin z$$

$$x = n_1, z$$

$\Delta S = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta h_{\text{um}}^2}$ ← суммарное изменение расстояния

$$\tan z = \frac{l}{h}$$

$$\tan x = \frac{l}{h - \Delta x}$$

$$\frac{z}{x} = \frac{h - \Delta x}{h} = 1 - \frac{\Delta x}{h}$$

$$\Delta x = \left(1 - \frac{z}{x}\right) h = \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) h$$

$$S = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta h_{\text{um}}^2} = \sqrt{\left(1 - \frac{1}{n_1}\right)^2 h^2 + (\Delta h_2 - \Delta h)^2} =$$

$$= \sqrt{\left(1 - \frac{1}{n_1}\right)^2 h^2 + ((n_1 - 1) \Delta a - 6 \text{ см})^2}$$

Ответ: 1) $\Delta \varphi = 0,03 \text{ рад}$ 2) $\Delta h = 6 \text{ см}$

$$3) S = \sqrt{\left(1 - \frac{1}{n_1}\right)^2 h^2 + ((n_1 - 1) \Delta a - 6 \text{ см})^2} =$$

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!



Изображение в линзу, м.к. К5 (продолжение)

$$n_1 > n_2$$

$$n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta_2$$

$$\Delta \varphi_2 = \alpha - \beta_2$$

$$\Delta h_2 \approx n_1 \beta_2 \quad \text{учитывая малость}$$

$$\Delta \varphi_2 = \alpha \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right) = \frac{\alpha}{9}$$

$$\Delta h_2 = \tan \varphi_2 a \approx \varphi_2 a = \frac{a}{9}$$

При прохождении через 3-ю границу изображение смещается вправо ($n_1 > 1$)

$$n_1 \sin \gamma = \sin z$$

$$n_1 \gamma = z \quad \text{учитывая малость } S$$

$$\tan \gamma \approx \gamma = \frac{l}{a}$$

$$\tan z \approx z = \frac{l}{b}$$

$$\frac{\gamma}{z} = \frac{b}{a}$$

S^{**} — именованное изображение

$$\text{Смещение вправо } \Delta x = a - b = a \left(1 - \frac{\gamma}{z}\right) = a \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) = a \frac{5}{9}$$

Уточненное смещение (расстояние) от S до S^{**} составим $\sqrt{\Delta x^2 + \Delta h_2^2} = \sqrt{a^2 \left(\frac{1}{9^2} + \frac{5^2}{9^2}\right)}$

$$\Delta S = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta h_2^2} \approx \sqrt{a^2 \frac{5^2}{9^2}} \approx \frac{5}{9} a \approx 111,1 \text{ см}$$

Ответ: 1) $\Delta \varphi = 0,03 \text{ рад}$ 2) $\Delta h = 6 \text{ см}$ 3) $\Delta S = 111,1 \text{ см}$

$$\left(1 - \frac{5}{9}\right)^2 \cdot 9^2 + \left(\frac{4}{5} \cdot 6 \text{ см} - 6 \text{ см}\right)^2$$



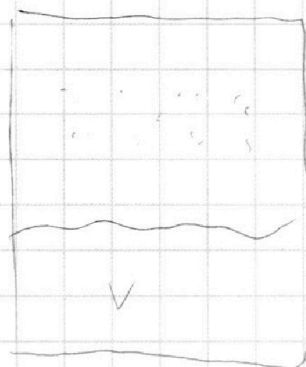
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$24 - 4 - 6 = 14$$
$$4050 \div 36 = 112,5$$
$$370 \div 2 = 185$$

$$1 - \frac{1}{6}$$

$$405 \div 27 = 15$$
$$27 \div 15 = 1,8$$

$$450 - 80 = 370$$

$$\frac{9}{10} \cdot \frac{183,5}{405}$$

$$\frac{18,35}{45}$$

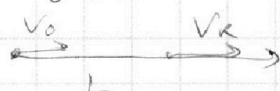
$$183,5 \div 180 = 1,019$$
$$350$$

$$\frac{14}{34} \cdot 6 = \frac{14}{4}$$

$$1 - \frac{1}{7} \left(0,6 \cdot \frac{9}{10} + 1 \right)$$

$$1,514 \div 14 = 0,108$$

$$100 \div 78 = 1,28$$
$$78 \div 1,2 = 65$$
$$220 - 156 = 64$$



$$L = \frac{V_k^2 - V_0^2}{2a}$$

$$L2a = V_k^2 - V_0^2$$

$$0 = V_0 t$$

$$L = \frac{V_0 t + at^2}{2} = \frac{V_k}{2} + \frac{V_0 t}{2}$$

$$V_0 + at = V_k \quad t = \frac{V_k - V_0}{a}$$

$$\frac{V_k + V_0}{2} \cdot \frac{(V_k - V_0)}{a}$$

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!



Черновик

$$-I_{2R} 2R - L \frac{dI_{2R}}{dt} + L \frac{dI_{квн}}{dt} = 0$$

$$dq_{2R} 2R + L dI_{2R} = L dI_{квн}$$

$$\alpha = n\beta$$

$$n(x - \beta) = \gamma$$

$\gamma - x$ - искания

$$nx - \alpha = \gamma$$

$$\sqrt{1 - \frac{n^2}{n^2}} = \sqrt{1 - \frac{8}{9}} = \frac{\alpha}{9}$$

$$\frac{5}{9} 200 = \frac{1000}{9}$$

$$P_{N_2} = P_{arm} + P_{CO_2}$$

$$\begin{array}{r} 40'5 \\ 27 \\ \hline 135 \end{array} \quad \times \begin{array}{r} 15 \\ 19,8 \end{array}$$

$$27 \cdot 183,5$$

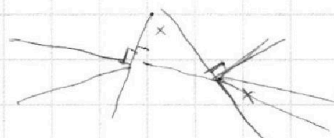
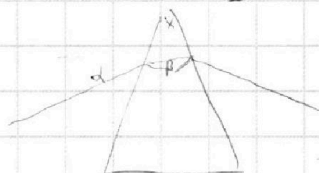
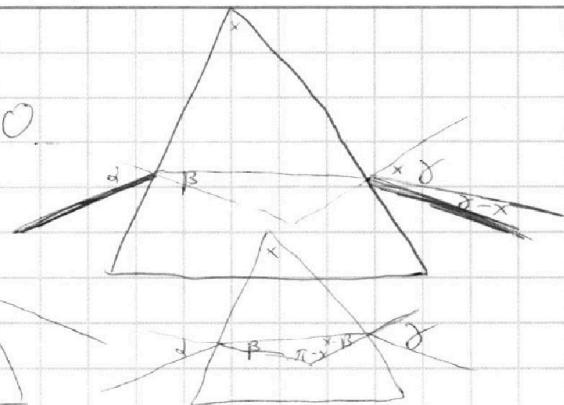
$$405 \cdot 29,8$$

$$\begin{array}{r} 183,5 \\ 1620 \\ \hline 4,534 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2150 \\ 2010 \\ \hline 1400 \\ -1215 \\ \hline 1850 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 40 \\ 30 \\ \hline 10,2666 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ 90 \\ \hline 100 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 1000 \\ 9 \\ \hline 111,111 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 700 \\ 75 \\ \hline 1,333 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 250 \\ 225 \\ \hline 29,8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1490 \\ 298 \\ \hline 447 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 447 \\ 80 \\ \hline 367 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 367 \\ 2 \\ \hline 183,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ 3,5 \\ \hline 1,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4,5341 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 40806 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,06 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,54 + 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,541 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 - 6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2700 \\ 9 \\ \hline 298 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,0000 \\ 0,2567 \\ \hline 1,7433 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,541 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,541 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,541 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,541 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,541 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,541 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,541 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,541 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,541 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,541 \end{array}$$