



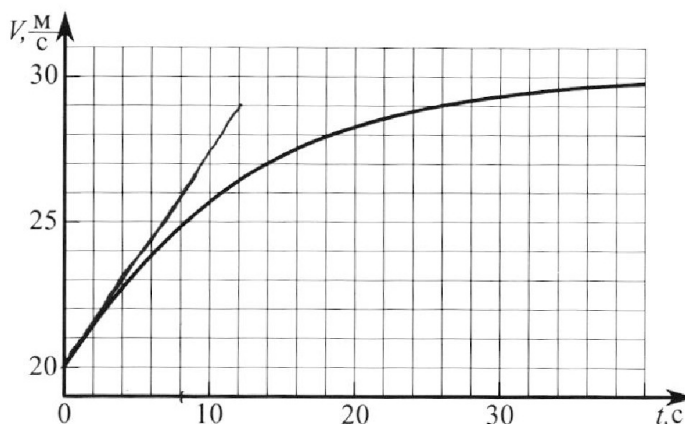
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04

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



1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 200$ Н.



1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.

2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

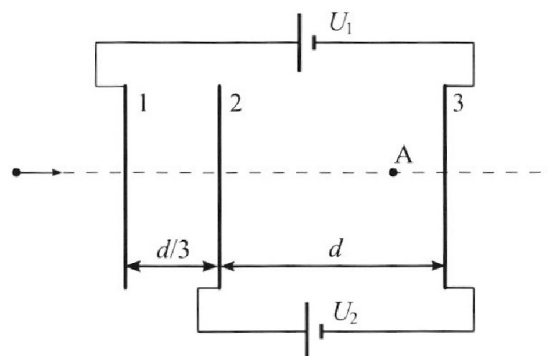
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный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

По закону Генри, при заданной температуре количество 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 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

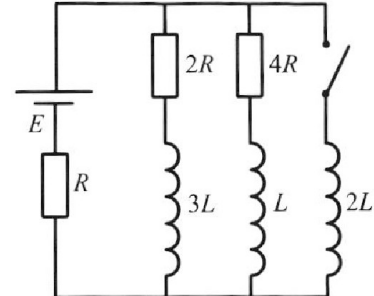
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



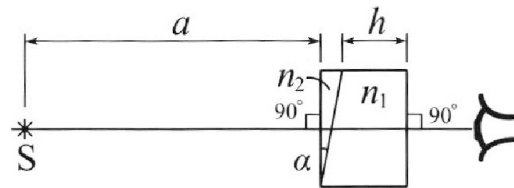
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 ч ислowymi 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 $a = 100$ 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 $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

2-й закон Ньютона в начале ускорения:

$$ma = F_k - F_0, \text{ где } F_k - \text{ сила тяги равна } \frac{P}{v} \Rightarrow$$

$$F_0 = \frac{P}{v} - ma = \frac{6 \text{ кВт}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}}} - 240 \text{ кг} \cdot 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 120 \text{ Н}$$

Ответ: 120 Н

3) Мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления по модулю равна мощности сил сопр-я:

$$P_{\text{сопр}} = \frac{\Delta A_{\text{сопр}}}{\Delta t} = F_{\text{сопр}} \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} = F_{\text{сопр}} \cdot v \Rightarrow \text{ в начальный момент}$$

~~$$P_{\text{сопр}} = F_{\text{сопр}} \cdot v = 120 \text{ Н} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 2400 \text{ Вт}$$~~
$$\frac{P_{\text{сопр}}}{P} = \frac{F_{\text{сопр}} \cdot v}{P} = \frac{F_0 \cdot v}{P} = \frac{120 \text{ Н} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{6 \text{ кВт}} = 0,4$$

Ответ: 0,4 (40%)

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



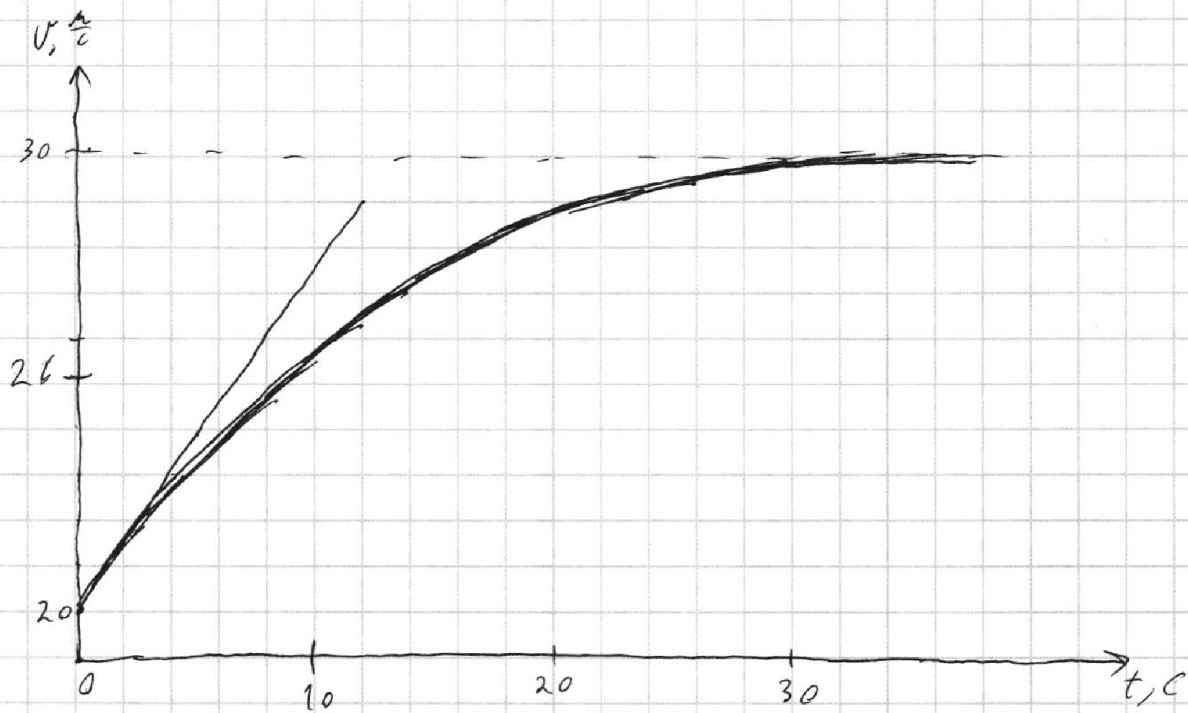
МФТИ

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



N1

- 1) ускорение $a(0) = v'(0) \Rightarrow$ на графике $v(t)$ ускорение соответствует коэффициенту наклона касательной



Проведем касательную через точку $t=0$, получим,
что $a_0 = k = \frac{3 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{40} = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Ответ: $0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

- 2) По графику видно, что установившаяся скорость $v_k = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а сила сопротивления при этой скорости $F_k = 200 \text{ Н}$ равна силе ~~тяги~~ ^{F_{02}} мотора (так как ускорение = 0)
Мощность P — постоянна и равна: $P = \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{F_k \cdot \Delta x}{\Delta t} = F_k \cdot v \Rightarrow$

$$P = v_k \cdot F_k = 6 \text{ кВт}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐

2 ☒

3 ☐

4 ☐

5 ☐

6 ☐

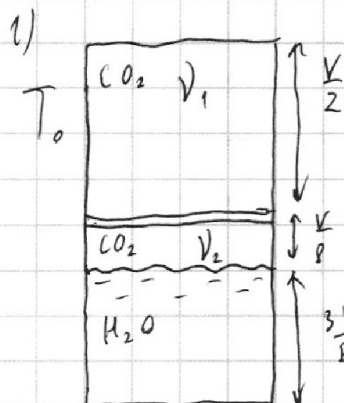
7 ☐

МФТИ

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



N2



уравнение Идеального газа:

верхняя часть: $P_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$

нижняя часть: $P_0 \frac{V}{8} = \nu_2 R T_0$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\frac{V}{2}}{\frac{V}{8}} = 4$$

Ответ: 4

2) После нагрева весь растворенный CO_2
выйдет $\Rightarrow$ снизу $\nu_2^* = \nu_2 + \Delta \nu$

$$\Delta \nu = k \cdot P_0 \cdot \frac{3V}{8}$$

После нагрева $T = T_{\text{кипения}} \Rightarrow$ парциальное
давление водяного пара равно $P_{\text{атм}}$

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐



3) Обозначим заряды пластинок q_1, q_2, q_3 . Будем

считать их положительными

Тогда они создают поля

$$E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}; E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S}; E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$$

Изначально сетки не заряжены $\Rightarrow$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0 \Rightarrow \text{внешнее поле } E_{\text{вн}} = 0$$

Запишем разности потенциалов $\varphi_1 - \varphi_3$ и $\varphi_2 - \varphi_3$ через заряды:

$$\begin{cases} \varphi_1 - \varphi_3 = \frac{4d q_1}{3 \cdot 2\epsilon_0 S} - \frac{4d q_3}{3 \cdot 2\epsilon_0 S} + \frac{d q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{d \cdot q_2}{2\epsilon_0 S} = 5U \\ \varphi_2 - \varphi_3 = \frac{d q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{d q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{d q_3}{2\epsilon_0 S} = U \end{cases} \quad (=)$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$\begin{cases} 2q_1 - 2q_3 + q_2 = \frac{15U\epsilon_0 S}{d} \\ q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2U\epsilon_0 S}{d} \\ q_1 + q_2 + q_3 = 0 \end{cases} \quad (=) \Rightarrow \begin{cases} q_3 = -\frac{U\epsilon_0 S}{d} \\ q_2 = -\frac{11U\epsilon_0 S}{d} \\ q_1 = \frac{12U\epsilon_0 S}{d} \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_1 = \frac{6U}{d} \\ E_2 = -\frac{11U}{2d} \\ E_3 = -\frac{1U}{2d} \end{cases}$$

Зная напряженности, можно
посчитать разности потенциалов

$$\varphi_1 - \varphi_A = \frac{(E_1 - E_2 - E_3)d}{3} + \frac{(E_1 + E_2 - E_3)3d}{4} =$$

$$= U + \frac{3}{4}U = \frac{7}{4}U$$

Так как $E_{\text{вн}} = 0$, при пролете через 1-ю сетку у частицы
не было потенциальной ЭП-м $\Rightarrow$ закон сохранения ЭП-м:

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + q(\varphi_1 - \varphi_3) \Rightarrow v_A^2 = v_0^2 - \frac{19qU}{2m} \Rightarrow \text{Ответ: } \sqrt{v_0^2 - \frac{19qU}{2m}}$$

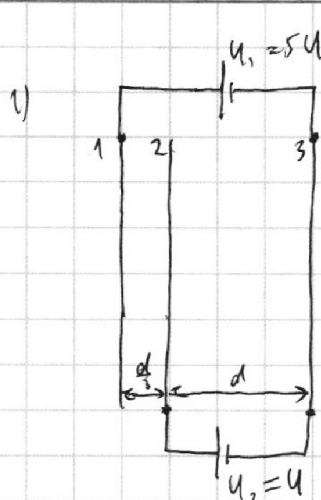
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



№3
Сетки мелкие и $d \ll$ их размеров $\Rightarrow$
можно считать каждую из них
бесконечной равномерно заряженной
плоскостью с напряженностью $E = \frac{q_{пл}}{2\epsilon_0 S}$
однородным полем

(S - площадь пластины $\Rightarrow$ плотность заряда $\sigma = \frac{q_{пл}}{S}$)

Пластины образуют экв. поле между
двумя пластинами однородное.

Разность потенциалов между пластинками 1 и 3 и 2 и 3
постоянна за счёт источников: $\varphi_1 - \varphi_3 = 5U$; $\varphi_2 - \varphi_3 = U$

Разность потенциалов в однородном экв. поле:

$$\varphi_2 - \varphi_3 = E \cdot d = U \Rightarrow \text{напряженность м/у пластинами 1 и 2}$$

$$E = \frac{U}{d} \Rightarrow \text{по 2-му закону Фарадея:}$$

$$m \cdot a = F = E q = \frac{U}{d} \cdot q \Rightarrow a = \frac{U \cdot q}{d \cdot m}$$

Ответ: $\frac{Uq}{dm}$

2) Запишем закон сохр-я энергии для частицы при
пролёте через сетки 2 и 3:

$$\cancel{K_1} K_2 + \cancel{W_1} W_2 = K_3 + W_3 \quad (W_2 \text{ и } W_3 - \text{потенциальные энергии заряда в этих точках})$$

$$\Rightarrow K_3 - K_2 = W_2 - W_3 = \varphi_2 \cdot q - \varphi_3 q$$

$$K_3 - K_2 = q(\varphi_2 - \varphi_3) = qU$$

Ответ: qU

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!

$$2L \frac{dI_3}{dt} - L \frac{dI_2}{dt} = 4R I_2 = 4R \frac{dq_4}{dt}$$

Прогинтегрируем найденное выражение по dt :

$$\int_0^{\infty} 2L \frac{dI_3}{dt} dt - \int_0^{\infty} L \frac{dI_2}{dt} dt = \int_0^{\infty} 4R \frac{dq_4}{dt} dt \Rightarrow$$

$$2L(I_{3K} - I_{3H}^0) - L(I_{2K}^0 - I_{2H}^0) = 4R \cdot q_4$$

2-й закон Кирхгофа для контура K_3 при установившихся токах:

$$\mathcal{E} = R \cdot I_{3K} \Rightarrow I_{3K} = \frac{\mathcal{E}}{R} \Rightarrow$$

$$2L \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} - L(-\frac{\mathcal{E}}{7R}) = 4R \cdot q_4 \Rightarrow \frac{15\mathcal{E}L}{7R} = 4R \cdot q_4 \Rightarrow q_4 = \frac{15\mathcal{E}L}{28R^2}$$

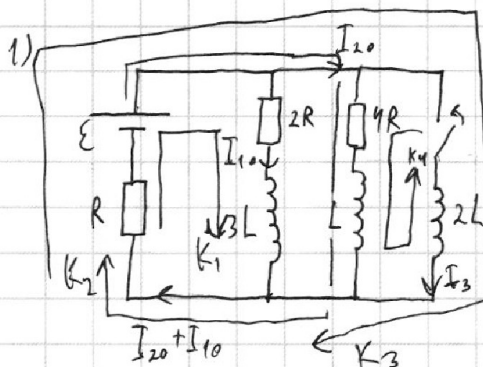
$$\text{Ответ: } \frac{15\mathcal{E}L}{28R^2}$$

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!



N4



при замкнутом ключе режим установившийся $\Rightarrow$ все токи постоянные $\Rightarrow$ самоиндукция в катушках нет.

Запишем законы Кирхгофа для контуров K_1 и K_2 :

$$\begin{cases} K_1: \begin{cases} \mathcal{E} = I_{10} \cdot 2R + (I_{10} + I_{20})R \\ \mathcal{E} = I_{20} \cdot 4R + (I_{10} + I_{20})R \end{cases} \\ K_2: \begin{cases} \mathcal{E} = I_{10} \cdot 2R + (I_{10} + I_{20})R \\ 3\mathcal{E} = 15I_{20}R + 3I_{10}R \end{cases} \end{cases} \Rightarrow$$

$$2\mathcal{E} = 14I_{20}R \Rightarrow I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{7R} \Rightarrow I_{10} = \frac{2\mathcal{E}}{7R}$$

Ответ: $\frac{\mathcal{E}}{7R}$

2) Поскольку ток через катушку не может резко измениться, то $I_{\text{после}} = I_{\text{до}}$ — ток через источник такой же, как и при разомкнутом ключе $\Rightarrow$

2 закон Кирхгофа для контура K_3 :

$$\mathcal{E} - 2L \cdot \frac{dI_3}{dt} = (I_{10} + I_{20})R = \frac{3}{7}\mathcal{E} \Rightarrow 2L \frac{dI_3}{dt} = \frac{4}{7}\mathcal{E} \Rightarrow \frac{dI_3}{dt} = \frac{2\mathcal{E}}{7L}$$

Ответ: $\frac{2\mathcal{E}}{7L}$

($t \rightarrow \infty$)

3) После установления токов^у после замыкания ключа, ток через $2L$ не меняется $\Rightarrow \mathcal{E}_{\text{св2}} = 0$, а н.к. резистора

$2R$ и $4R$ подключены параллельно, $U_{2R} = U_{4R} = 0 \Rightarrow I_{2R} = I_{4R} = 0$

Запишем 2 закон Кирхгофа для контура K_4 :

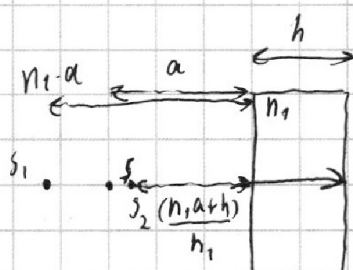
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



После первого преломления изображение отдаляется от левой пов-ти на n_1 раз, после второго — приближается к правой на n_2 раз. В итоге

расстояние d от правой пов-ти до источника:

$$d = \frac{(n_1 \cdot a + h)}{n_1} = a + \frac{h}{n_1} \text{ тогда измерение от-но источника:}$$

$$\Delta x = a + h - d = a + h - a - \frac{h}{n_1} = 4 \text{ см}$$

Изображение по вертикали изменяется только после второго преломления. В $\triangle S_1 S_2 S$ угол $\angle S S_1 S_2 = 2$ (угол с взаимноперпендикулярными сторонами)

$$\Rightarrow \text{высота } h = \Delta y = S_1 S_2 \cdot \sin 2 \approx (S A n_2 - A S n_1) \cdot \sin 2 \approx a(n_2 - n_1) \cdot d = 3 \text{ см}$$

Тогда расстояние между источником и изображением находим по теореме Пифагора:

$$s = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 5 \text{ см}$$

Ответ: 5 см

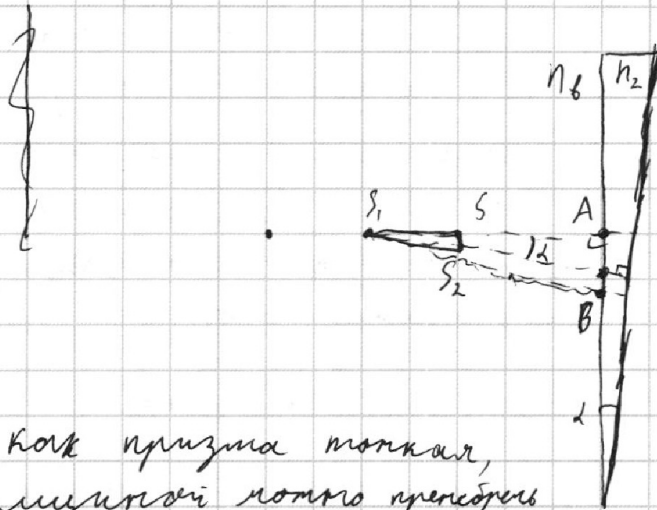
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$S_1, B \perp$ правой
пов-ти призмы $\Rightarrow$
 $\angle B S_1 A = \delta$
(углы со взаимно-
перпендикулярными
сторонами)

Поскольку призма тонкая,
её толщину можно пренебречь

Из полученного соотношения:

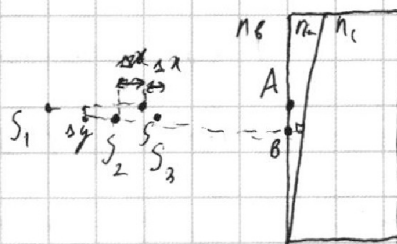
$$\frac{S_1 A}{S A} = \frac{n_2}{n_1} ; \frac{S_1 B}{S_2 B} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \Delta S_1 S S_2 \sim \Delta S_1 A B \Rightarrow$$

$$S_1 S = \alpha \cdot \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \Rightarrow S S_2 = S_1 S \cdot \tan \delta \approx S_1 S \cdot \delta = \alpha \cdot d \cdot \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) =$$

$$= 7 \text{ см}$$

Ответ: 7 см

3) ~~Поскольку призма тонкая, её толщину можно пренебречь по вертикали можно пренебречь по вертикали~~



Поскольку угол δ мал, то
 $S_1 A \approx S_1 B$; $S A \approx S B$; $S_2 A \approx S_2 B$

Поскольку толщина этой
призмы мала, её вклад

в ширине по горизонтали можно пренебречь.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

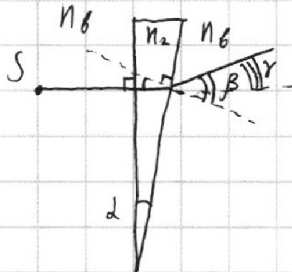
МФТИ

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



N 5

1)



При нормальном падении на пов-ти луч не преломляется $\Rightarrow$
преломление только на правой пов-ти. $\angle$ Угол падения $= \alpha$
(углы со взаимно перпендикулярными сторонами равны) $\Rightarrow$

По закону Снеллиуса: $n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta$.

Углы α и β малы, $\Rightarrow$ для них верно приближение

$$\sin \alpha \approx \alpha; \sin \beta \approx \beta \Rightarrow$$

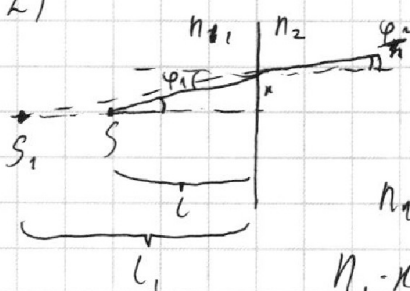
$$\beta = n \alpha$$

$$\text{Искомый угол отклонения } \gamma = \beta - \alpha = \alpha(n-1) =$$

$$= 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ рад}$$

Ответ: 0,07 рад

2)



При преломлении на плоской пов-ти под малыми углами:

закон Снеллиуса:

$$n_1 \cdot \sin \phi_1 \approx n_1 \cdot \tan \phi_1 = n_2 \tan \phi_2 \approx n_2 \cdot \sin \phi_2 \Rightarrow$$

$$\frac{n_1 \cdot x}{l} = \frac{n_2 \cdot x}{l_1} \Rightarrow l_1 = \frac{n_2}{n_1} l \Rightarrow \text{изображение}$$

изображение отдалится от пл-ти на $\frac{n_2}{n_1}$ раз. $\Rightarrow$

После первого ~~изображения~~ преломления изображение отдалится от левой пл-ти в $\frac{n_2}{n_1}$ раз, затем после 2-го преломления приблизится к правой пл-ти в $\frac{n_2}{n_1}$ раз.

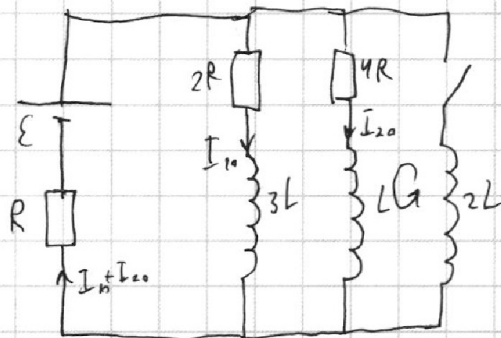
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$\begin{cases} \mathcal{E} = 2RI_{10} + RI_{10} + RI_{20} \\ \mathcal{E} = 4RI_{20} + RI_{10} + RI_{20} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \mathcal{E} = 3RI_{10} + RI_{20} \\ \mathcal{E} = 5RI_{20} + RI_{10} \end{cases}$$

$$3\mathcal{E} = 15RI_{20} + 3RI_{10}$$

$$2\mathcal{E} = 14RI_{10}$$

$$I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{4R}$$

$$I_{10} = \frac{2\mathcal{E}}{7R}$$

$$\mathcal{E} - \frac{dI}{dt} \cdot 2L = \frac{3}{4}R\mathcal{E}$$

$$\frac{2}{7}\mathcal{E}$$

$$2L \frac{dI_1}{dt} - L \frac{dI_2}{dt} = I_2 \cdot 4R = \frac{dI_2}{dt} \cdot 4R$$

$$2L(I_{1k} - I_{1H}) - L(I_{2k} - I_{2H}) = q \cdot 4R$$

$$2L \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} - L \cdot \frac{\mathcal{E}}{4R} = q \cdot 4R$$

$$\frac{13L\mathcal{E}}{4R} = q \cdot 4R \quad q = \frac{13L\mathcal{E}}{28R^2}$$



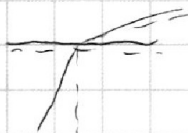
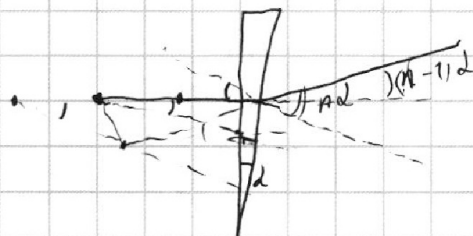
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\begin{array}{r} 1,7 \\ \times 3 \\ \hline 51 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 79 \\ \times 79 \\ \hline 711 \\ 553 \\ \hline 6241 \end{array}$$

$$114 - 45,7 = 79$$

$$a + h$$

$$\frac{140 + 14}{14} = 110$$

$$\frac{14}{14} = 1$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 11 \\ \hline 68 \\ 154 \\ \hline 238 \end{array}$$

$$45,7$$

$$\frac{17a + h}{356}$$

$$\frac{a + h}{1,4}$$

$$\frac{64}{1,4}$$

$$\frac{320}{7}$$

$$\begin{array}{r} 320 \overline{) 40145,71} \\ 40 \\ \hline 145,71 \\ 51 \end{array}$$

$$\Delta y =$$

$$(a \cdot 1,7 - a \cdot \frac{14}{14}) \cdot 0,1$$

$$\frac{17}{10} - \frac{14}{14} = \frac{238 - 170}{140}$$

$$= \frac{17 \cdot 4}{14 \cdot 10} = \frac{17}{350} a$$

$$0,05 a$$

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!



$$1) a = v' = k = \frac{2 \cdot 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{8 \text{с}} = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$N =$$

$$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 = 1,8 =$$

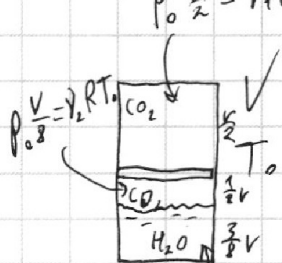
$$\begin{aligned} \text{Diagram: } \text{---} \xleftarrow{F_{\text{отп}}} \text{---} \xrightarrow{F} \text{---} \\ dA = F dv \\ P = \frac{dA}{dt} = \frac{F dx}{dt} = Fv = \frac{9}{5} \end{aligned}$$

$$P = F v_k = F_k v_k = 6 \text{ кН}$$

$$m a_0 = \frac{P}{v_0} - F_0$$

$$\begin{array}{r} \times 3,25 \\ 290 \\ \hline 1300 \\ 650 \\ \hline 780,00 \end{array}$$

$$F_0 = \frac{P}{v_0} - m a = \frac{6000 \text{ Вт}}{20} - 200 \cdot 0,75 = 170$$



$$P_1 \left(\frac{V}{2} + dV \right) = (P_2 + k P_0 \frac{3V}{8}) RT$$

$$P_{\text{атм}} \left(\frac{V}{2} + dV \right) = P_1 RT$$

$$120 \text{ Н}$$

$$120 \text{ Н} \cdot 20 =$$

$$\frac{2400}{6000} = \frac{4}{10} = 40\%$$

$$\begin{array}{r} \times 373 \\ 819 \\ \hline 2984 \\ 30659 \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Па}}{\text{м}^2} \end{array}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\frac{V}{2}}{\frac{V}{8}} = 4 \quad k_0 = 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2 \pi a}$$

$$\frac{45}{4} \cdot \frac{P}{8kRT} = P_0 = \frac{25}{36} P_{\text{атм}}$$

$$k P_0 \frac{3V}{8}$$

$$P \frac{V}{8} = v_1 RT$$

$$P \frac{V}{2} = (P_2 + k P_0 \frac{3V}{8}) RT$$

$$v_1 = \frac{PV}{8RT}$$

$$3,75 = \frac{3k P_0 RT}{P}$$

$$\frac{v_2 + k P_0 \frac{3V}{8}}{v_1} = 4 = \frac{1}{4} + \frac{k P_0 \frac{3V}{8}}{8 v_1} = \frac{1}{4} + \frac{k P_0 \frac{3V}{8}}{\frac{PV}{RT}}$$

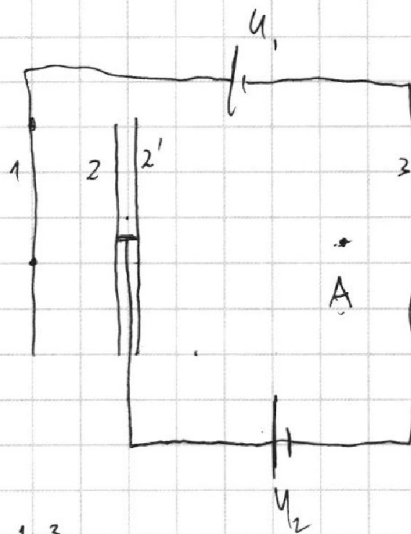
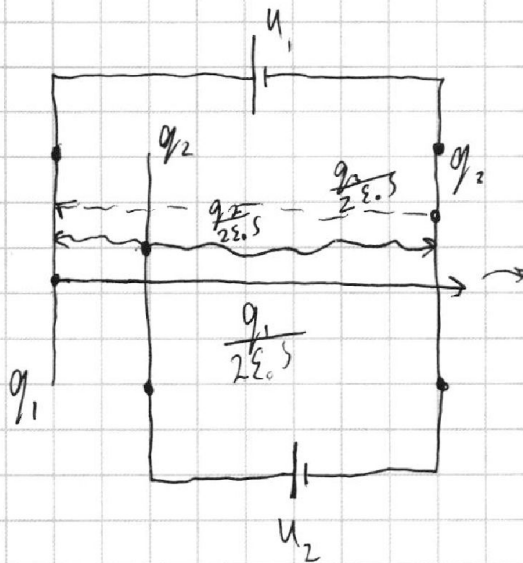
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\varphi_1 - \varphi_3 = \frac{U}{3} d \cdot \frac{q_1}{2\epsilon_0 \epsilon_1} - \frac{U}{3} d \cdot \frac{q_2}{2\epsilon_0 \epsilon_2} +$$

$$+ \frac{d q_2}{2\epsilon_0 \epsilon_2} - \frac{d q_2}{3 \cdot 2\epsilon_0 \epsilon_2} =$$

$$= \frac{2 d}{3 \cdot 2\epsilon_0 \epsilon_2} (2q_1 - 2q_2 + q_2) = 5U$$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = \frac{d(q_1 + q_2)}{2\epsilon_0 \epsilon_2} - \frac{d q_3}{2\epsilon_0 \epsilon_2} = \frac{d}{2\epsilon_0 \epsilon_2} (q_1 + q_2 - q_3) = U$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$\begin{cases} 2q_1 + q_2 - 2q_3 = \frac{15U\epsilon_0 \epsilon_2}{d} \\ q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2U\epsilon_0 \epsilon_2}{d} \\ q_1 + q_2 + q_3 = 0 \end{cases}$$

$$K_3 + \varphi_3 \cdot q = K_2 + \varphi_2 q \Rightarrow$$

$$K_3 - K_2 = (\varphi_2 - \varphi_3) q = Uq$$

$$E = \frac{q_1}{2\epsilon_0 \epsilon_1} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 \epsilon_2} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 \epsilon_2} = \frac{U}{d}$$

$$ma = qE = \frac{qU}{d}$$

$$a = \frac{qU}{dm}$$

$$\frac{120}{300} \cdot \frac{41}{100}$$

$$\begin{cases} q_3 = -\frac{U\epsilon_0 \epsilon_2}{d} \\ 2q_1 + q_2 = \frac{13U\epsilon_0 \epsilon_2}{d} \\ 2q_1 + 2q_2 = \frac{2U\epsilon_0 \epsilon_2}{d} \end{cases}$$

$$q_2 = -\frac{11U\epsilon_0 \epsilon_2}{d}$$

$$q_1 = \frac{12U\epsilon_0 \epsilon_2}{d}$$