



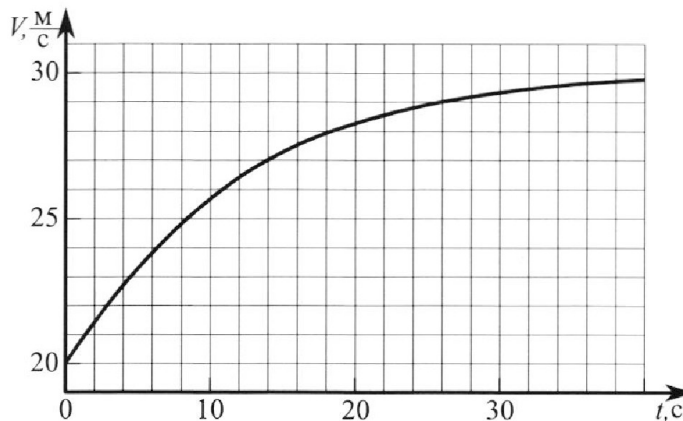
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



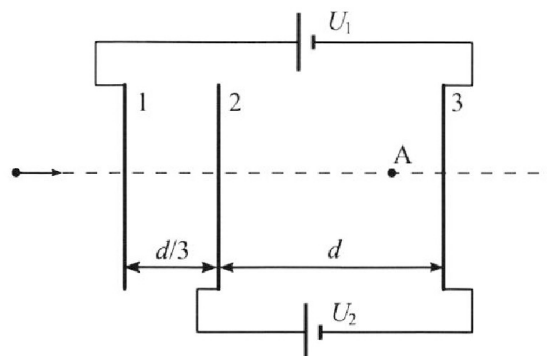
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
 - 2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
 - 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
- Требуемая точность численного ответа на первый 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: $\Delta n = kp w$. 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

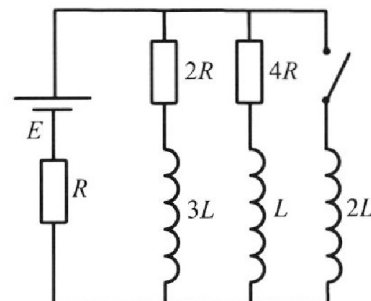
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



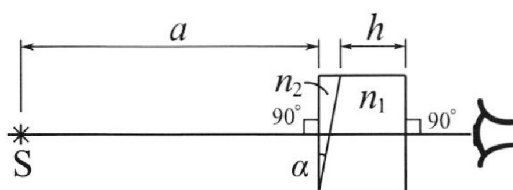
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 $n_v = 1,0$. 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!

Пункт 1)

По определению $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$

Дано

$$m = 240 \text{ кг}$$

$$F_{\text{к}} = 200 \text{ Н}$$

Так как мотоцикл движется

вдоль одной ~~ося~~ прямой $a = \frac{dv}{dt}$, где dv - изменение скорости вдоль этой прямой.

На графике $v(t)$ - а это касательная к графику

$$a_0 \approx \frac{3}{4} \text{ м/с}^2 \text{ из графика}$$

$a_0 \rightarrow$ начальное ускорение.

Ответ: $0,75 \text{ м/с}^2$

Пункт 2) Так как мощность постоянная $\Rightarrow$

$$F_T = \text{const} \quad F_T \rightarrow \text{сила тяги}$$

В конце разгона $F_T = F_{\text{к}}$ (скорость не меняется $\Rightarrow$ сумма сил ноль.)

$$F_T = 200 \text{ Н}$$

$$F_T - F_0 = ma$$

II закон Ньютона на ось параллельную
прямой движения.
ось направлена в сторону прямой.

$$F_0 = F_T - ma$$

$$F_0 = 200 - \frac{240 \cdot 3}{4} \text{ Н}$$

8/14

$$F_0 = 20 \text{ Н}$$

Ответ: 20 Н

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Задача 3) ~~как~~ ~~было~~

$P_0 \rightarrow$ мощность идущая на преодоление сопротив.

$P_T \rightarrow$ мощность двигателя.

$v_0 \rightarrow$ начальная скорость

$$P_0 = F_0 \cdot v_0$$

$$P_T = F_T \cdot v_0$$

$$\frac{P_0}{P_T} = \frac{F_0}{F_T}$$

$$\frac{P_0}{P_T} = \frac{20}{200}$$

$$\frac{P_0}{P_T} = \frac{1}{10}$$

Ответ: $\frac{1}{10}$

9/14

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

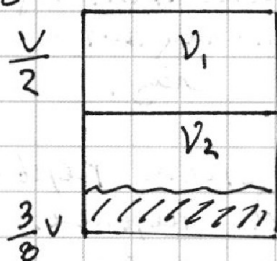
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

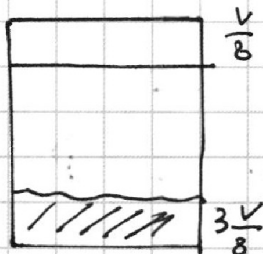
МФТИ

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

Пункт 1)



и ?



Пусть V_1 и $V_2 \rightarrow$ количество ул. газа в верхних
и нижних ^{частях} ~~состояниях~~ соответственно. ($V_2 \rightarrow$ газодоб.
часть CO_2)

$P_0 \rightarrow$ начальное ^{части} давление.

Объем верхней ^{части} $\frac{V}{2}$, объем занимаемый $V_2 - (\frac{V}{2} - \frac{3V}{8})$

$$\frac{P_0 V}{2} = V_1 R \frac{3}{4} T$$

уравнения состояния.

$$P_0 (\frac{V}{2} - \frac{3V}{8}) = V_2 R \frac{3}{4} T$$

объемы равны так как поршень не имеет трения
и легкий температура равна так как поршень
проводит тепло.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{V}{2}}{\frac{V}{8}} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = 4$$

12/14

Ответ: 4

Пункт 2) $P_2 \rightarrow$ давление в верхней части
в конце.

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!

$$\frac{P_2 V}{8} = \nu_1 R T \quad \left. \vphantom{\frac{P_2 V}{8} = \nu_1 R T} \right\} \Rightarrow \frac{P_2}{8} = \frac{2}{3} P_0$$

$$\frac{P_0 V}{2} = \nu_1 R \frac{3}{4} T$$

$$P_2 = \frac{16}{3} P_0$$

Так как объем воды практически не изменился.

$$\frac{V}{2} (P_2 - P_{\text{атм}}) = (\nu_2 + \Delta \nu) R T$$

$\Delta \nu \rightarrow$ ~~вещество~~ вещество растворенное в воде в малом.

$$\frac{P_0 V}{8} = \nu_2 R T \cdot \frac{3}{4}$$

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

$$\frac{V}{2} (P_2 - P_{\text{ат}}) = \frac{P_0 V}{6} + \frac{3}{8} P_0 K V R T$$

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

$$\frac{8}{3} P_0 - \frac{P_{\text{ат}}}{2} = \frac{P_0}{6} + \frac{3}{8} P_0 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \quad R T \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$P_0 \left(\frac{8}{3} - \frac{1}{6} - \frac{3 \cdot 3 \cdot 0,6}{8} \right) = \frac{P_{\text{ат}}}{2}$$

13/14

$$P_0 \cdot \frac{64 - 4 - 5,4}{24} = \frac{P_{\text{ат}}}{2}$$

$$P_0 = \frac{12}{54,6} P_{\text{ат}}$$

$$P_0 = \frac{120}{546} P_{\text{ат}}$$

$$P_0 = \frac{60}{273} P_{\text{ат}}$$

$$P_0 = \frac{20}{91} P_{\text{ат}}$$

$$\text{Ответ: } \frac{20}{91} P_{\text{ат}}$$



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!

$$P_0 \left(\frac{8}{3} - \frac{1}{6} - \frac{5,4}{8} \right) = \frac{P_{aT}}{2}$$

$$P_0 \frac{64 - 4 - 5,4 \cdot 3}{24} = \frac{P_{aT}}{2}$$

$$P_0 \frac{60 - 16,2}{12} = P_{aT}$$

$$P_0 \frac{43,8}{12} = P_{aT}$$

$$P_0 = P_{aT} \frac{120}{438}$$

14/14

$$P_0 = \frac{60}{219} P_{aT}$$

$$\text{Ответ: } \frac{60}{219} P_{aT}$$

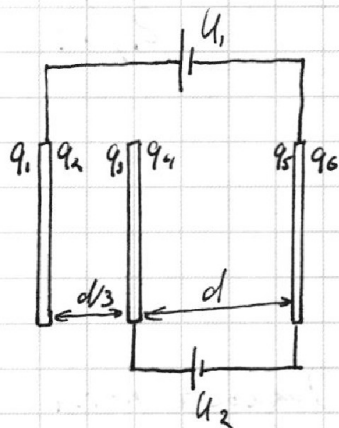
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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

✎

№ 3

✎



Так как частица имеет
маленький заряд по
сравнению с зарядом
пластины, то будем
считать заряд
q точечным.

Его влиянием на распределение
зарядов сеток пренебрежимо
малым.

Дано

$$U_1 = 54$$

$$U_2 = 4$$

$$d; m$$

$$q$$

Так как d много меньше размеров ~~сетки~~ ^{сеток} пластин, то

~~можно~~ можно пользоваться моделью плоского
конденсатора.

Обозначим $q_1; q_2; q_3; q_4; q_5; q_6 \rightarrow$ заряды сторон пластин
сетки (см. рисунок).

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 0 \quad (\text{заряд всех пластин сум. } 0)$$

Введем $\rightarrow S$ площадь сеток.

$$\frac{q_1}{S \epsilon_0 2} = \frac{q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6}{S \epsilon_0 2}$$

$$\frac{q_1 + q_2 + q_3}{S \epsilon_0 2} = \frac{q_4 + q_5 + q_6}{S \epsilon_0 2}$$

$$\frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5}{S \epsilon_0 2} = \frac{q_6}{S \epsilon_0 2}$$

Напряженность
в сетке равна
нулю.

Получаем систему

$$\begin{cases} q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 0 \\ q_1 = q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 \\ q_6 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 \\ q_1 + q_2 + q_3 = q_4 + q_5 + q_6 \end{cases}$$

~~Справка~~

1/14

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!

Из системы получаем:

2/14

$$\begin{cases} q_1 = 0 \\ q_6 = 0 \\ q_4 = -q_5 \\ q_2 = -q_3 \end{cases}$$

$$\left(\frac{q_2}{5\epsilon_0 \cdot 2} + \frac{q_3}{5\epsilon_0 \cdot 2} + \frac{q_4}{5\epsilon_0 \cdot 2} - \frac{q_5}{5\epsilon_0 \cdot 2} \right) d = U. \quad \left(\text{Разность потен между сетками \# 2 и 3} \right)$$

$$\frac{q_4}{5\epsilon_0} d = U \Rightarrow \frac{q_4}{5\epsilon_0} = \frac{U}{d} \Rightarrow \frac{q_5}{5\epsilon_0} = -\frac{U}{d}$$

$$\left(\frac{q_2}{25\epsilon_0} - \frac{q_3}{5\epsilon_0 \cdot 2} - \frac{q_4}{5\epsilon_0 \cdot 2} - \frac{q_5}{5\epsilon_0 \cdot 2} \right) \frac{d}{3} = U_1 - U_2 \quad \left(\text{Разность потен. между сетками 1 и 2} \right)$$

$$\frac{q_2}{5\epsilon_0} = \frac{12U}{d} \Rightarrow \frac{q_3}{5\epsilon_0} = -\frac{12U}{d}$$

Заметим что заряды распределены так,
что q_2 и q_3 не влияют на ~~поле~~ поле между
сетками ~~2 и 3~~ _{2 и 3}, а q_4 и q_5 не влияют на поле
между сетками 1 и 2.

Пункт 1)

$E_{23} \rightarrow$ поле между пластинами 2 и 3

$$E_{23} = \frac{U}{d} \quad E_{23} = \frac{U}{d}$$

$a \rightarrow$ ускорение между
сетками 2 и 3

$$E_{23} q = ma$$

$$a = \frac{E_{23} q}{m q} \Rightarrow a = \frac{U}{d m} q$$

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!

$$a = \frac{U}{dm} q$$

3/14

Ответ: ~~4~~ $\frac{U}{dm} q$

Пункт 2) Разность K_3 и K_2 создается работой ~~электрической~~ электрической силы

так как $q_4 > q_5$ (с учетом знака)

$$K_3 > K_2 \quad K_3 - K_2 = U_2 q$$

$$K_3 - K_2 = U q$$

Ответ: $U q$

Пункт 3) Поле от зарядов q_2 и q_3 вне пластины 1,3 существует, но в области между пластинками 2 и 3 оно пренебрежимо мало.

Пусть потенциал бесконечно удаленной точки равен нулю.

Точка расположенная посередине между сетками 2 и 3 равна нулю. В силу симметрии распределения зарядов q_4 и q_5 , а также пренебрежением поля от q_2 и q_3 .



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Из закона сохранения энергии скорость
посередине ~~ра~~ между сетками 2 и 3 равна
~~изначально~~ v_0 .

$$\frac{mv_0^2}{2} + A = \frac{mv^2}{2} \quad \text{ЗСЭ}$$

$A \rightarrow$ работа силы элек. поля по перемещению
из середины между ~~и~~ пластины 2 и 3 в точку
A

$$A = ~~\frac{1}{2} q~~ E_{23} \cdot q \cdot \left(\frac{3}{4} d - \frac{d}{2} \right)$$

$$A = \frac{U}{d} \cdot q \cdot \frac{1}{4} d$$

$$A = \frac{U}{4} q$$

$v \rightarrow$ скорость в точке A

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{U}{4} q = \frac{mv^2}{2}$$

$$v^2 = \frac{mv_0^2 + 0,5 U q}{m} \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + \frac{0,5 U q}{m}}$$

$$\text{Ответ: } \sqrt{v_0^2 + \frac{0,5 U q}{m}}$$

4/14

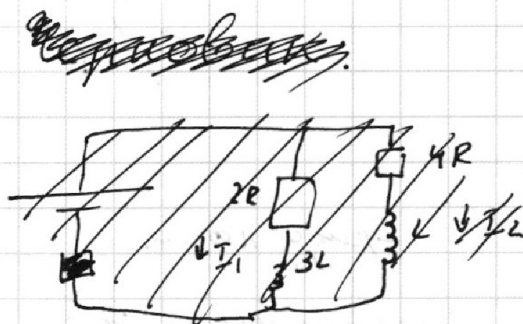
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

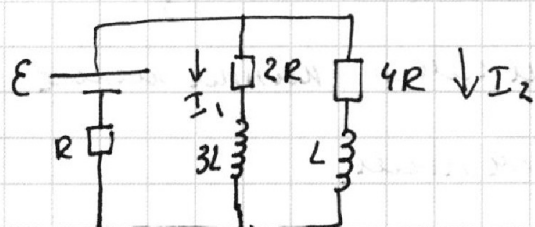
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



~ 4



Дано:

$\varepsilon; R; L$

Пункт 1) ~~Найти~~ Ток через резистор $2R$ обозначим как I_1 , а через $4R$ I_2 .

Решим установился $\Rightarrow$ токи не меняются $\Rightarrow$ напряжения на катушках равны нулю

$$I_1 \cdot 2R = I_2 \cdot 4R \quad \text{Падения напряжений на резисторах равны}$$

$$I_1 = 2I_2$$

Ток через резистор R равен $I_1 + I_2$

$$\varepsilon - 4RI_2 - R(I_2 + I_1) = 0 \quad \text{II закон Кирхгофа для контура "ε + 4R + L + R"}$$

$$\varepsilon = (4R + R + 2R)I_2$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{7R}$$

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

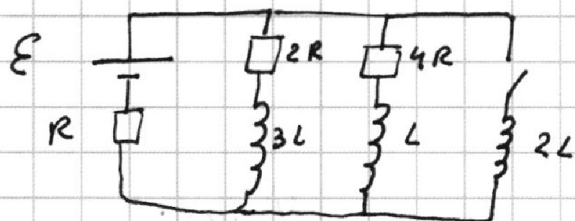
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Ответ: $\frac{\mathcal{E}}{7R}$

6/14

Пункт 2)



Сразу после
замыкания ток
в цепи не изменится,
иначе напряжение

на катушке будет бесконечным.

$$\mathcal{E} - 2L \frac{dI}{dt} - R(I_1 + I_2) = 0 \quad \text{II закон Кирхгофа для контура}$$

$$\mathcal{E} - R \cdot 3I_2 = 2L \frac{dI}{dt}$$

" $\mathcal{E} + 2L + R$ "

$$\mathcal{E} - \frac{3}{7} R \frac{\mathcal{E}}{R} = 2L \frac{dI}{dt}$$

скорость
изменения тока
через катушку 2L

$$\frac{2}{7} \mathcal{E} = L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{2}{7} \frac{\mathcal{E}}{L}$$

Ответ: $\frac{2}{7} \frac{\mathcal{E}}{L}$

Пункт 3) Когда режим установится, тока через
 $2R$ и $4R$ не будет. Иначе есть напряжение
на $2L \Rightarrow$ есть изменение тока.

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!



$I \rightarrow$ ток через катушку $2L$ в уст. режиме

$$\mathcal{E} - IR = 0$$

Π закон Кирхгофа для контура
" $\mathcal{E} + 2L + R$ "

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$4R I_2' + L \frac{dI_2'}{dt} - 2L \frac{dI'}{dt} = 0 \quad \Pi \text{ закон Кирхгофа для контура } "2R + L + 2L"$$

$I_2' \rightarrow$ ток в $4R$ во время установления режима

$I_2' \rightarrow$ ток через L во время устан. режима

$$4R I_2' \cdot dt + L dI_2' - 2L dI' = 0$$

$$I_2' \cdot dt = dq \quad dq \text{ заряд протекающий через } 4R \text{ за } dt$$

$$4R dq + L dI_2' - 2L dI' = 0$$

Про суммируем в течение всего времени

$$4R \Delta q + L \Delta I_2' - 2L \Delta I' = 0$$

$$\Delta I' = I - 0 \Rightarrow \Delta I' = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$\Delta I_2' = 0 - I_2 \Rightarrow \Delta I_2' = -\frac{\mathcal{E}}{7R}$$

$$4R \Delta q + L \left(-\frac{\mathcal{E}}{7R}\right) - 2L \frac{\mathcal{E}}{R} = 0 \Rightarrow \Delta q = \frac{L\mathcal{E}}{R \cdot R} \left(\frac{2 + \frac{1}{7}}{4}\right)$$

$$\Delta q = \frac{15}{28} \frac{\mathcal{E}L}{R^2}$$

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

7/14

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

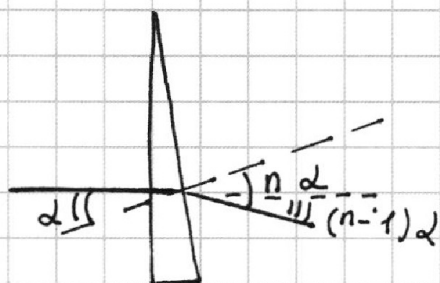
МФТИ

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

л 5

Пункт 1) При ~~отклонении~~ прохождении через призму угол отклоняется на $\gamma = 2(n-1)\alpha$, где α и α малые углы. n — показатель преломления

Докажем это для луча падающего перпен.
одной из сторон.



Угол отклонения

от нормали $n \sin \alpha$, так
как угол α мал $\sin \alpha \approx \alpha$

$n \approx 2$, тогда от исходного

отклониться на $n\alpha - \alpha = (n-1)\alpha$

~~Тогда~~ Воспользуемся данными задачи:

Так как $n_1 = n_2 \Rightarrow$ он не влияет на ход лучей.

Значит угол отклонения ~~$n_2 \alpha = (n_2 - 1)\alpha$~~

$(1,7 - 1)0,4 = 0,28$ радиан Ответ: $0,28$ рад.

Пункт 2) Так как угол отклонения макс.
сильных лучей всегда равен $(n-1)\alpha$

10/14

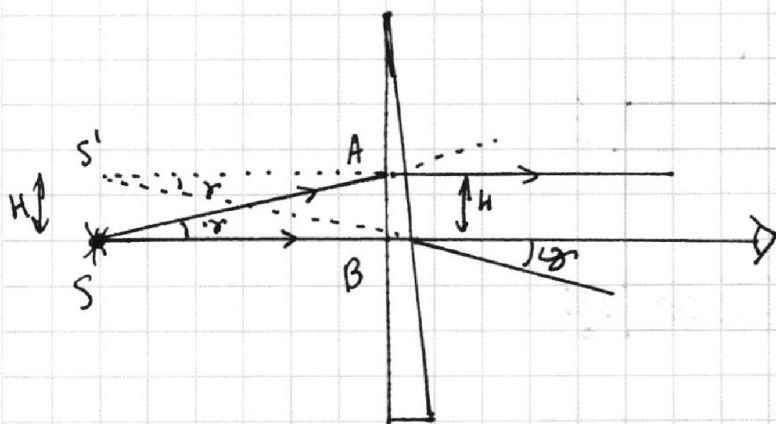
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

МФТИ



Считаем, что все
параксиаль. лучи
попадают в
глаз.

Пусть первый
луч перпен.
плоскости
призмы.

Он отклонится на угол γ .

Пусть второй луч под углом γ , он пойдет
параллельно источник-глаз.

Соединим продолжения лучей преломленных.

Так как ширина линзы мала, углы отклонения
малы, то $\triangle SAB$, $\triangle S'AB$ практически равноуг.
а углы $\angle S'AB \approx \angle S'BA \approx \angle SAB \approx \angle SBA \approx \frac{\pi}{2}$ рад.

Тогда $S'A \approx SB \Rightarrow$ изображение находится над
 S , оно поднялось на H (см. рис.). $H \Rightarrow$ расстоя-
нием между отраз. лучом и S -глаз.

$$H \approx SB \cdot \tan \gamma \approx SB \cdot \gamma$$

$$H \approx SB \cdot 2(n_2 - 1) \quad SB = 1 \text{ м}$$

$$H \approx 1 \cdot 0,1 (1,7 - 1) \text{ м} \quad H \approx 0,07 \text{ м}$$

Ответ: 0,07 м

11/14

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

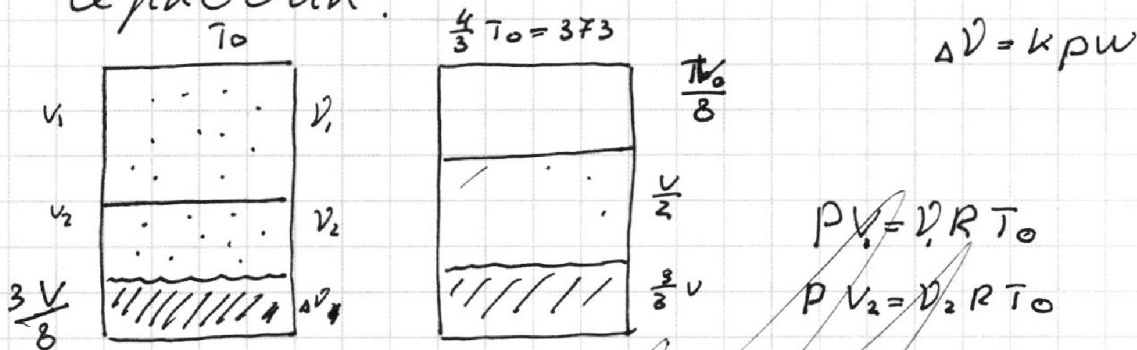
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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:



$$p V_1 = \nu_1 R T_0$$

$$p V_2 = \nu_2 R T_0$$

$$\Delta V = \frac{3}{8} V p \cdot \kappa$$

$$F_k = \kappa \cdot V$$

$$a = \frac{3}{4} = 0,75 \text{ м/с}^2$$

$$F_T - F_0 = m a \quad F_T$$

$$A = m v a dt + F_0 v dt$$

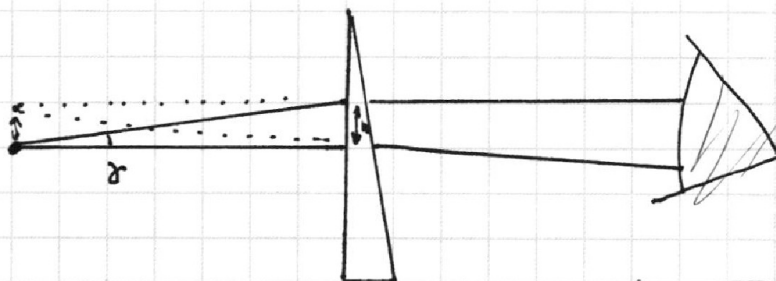
$$\frac{F_0 v}{m v a + F_0 v} = \frac{F_0}{m a + F_0} = \frac{F_0}{F_T}$$

~ 5

$$\gamma = 2(n-1)$$

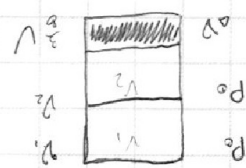
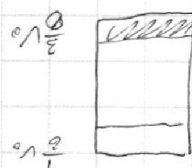
$$\uparrow 2(n_2-1) \quad \downarrow 2(n_1-1)$$

$$2(n_2-1)$$



$$p \frac{1}{4} V_0 = \nu_1 R T_0$$

$$\Delta V = \frac{3}{8} V_0 \kappa p_0$$



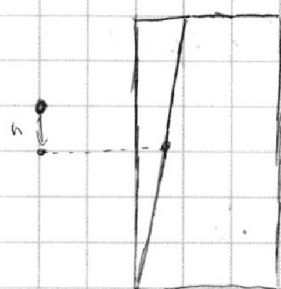
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

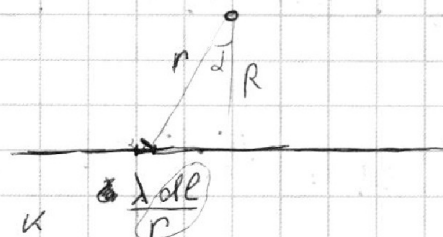
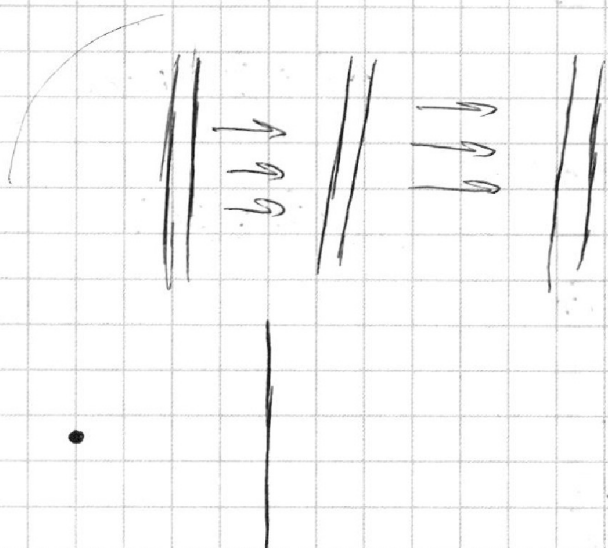
МФТИ

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



$$\frac{124}{d} \cdot \frac{d}{6} \quad / \quad \frac{4}{d} \cdot \frac{d}{2}$$

$$k \frac{q}{r}$$



$$k \frac{\lambda dl \cos \alpha}{r \cos \alpha} = k \lambda \int \frac{dl \cos \alpha}{r \cos \alpha}$$

$$\cos \alpha$$

$$d\varphi = k \frac{\lambda dl}{r} = k \lambda$$



$$E \cdot 2\pi r h = \frac{\lambda \cdot h}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi r \epsilon_0}$$

$$\varphi = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0} \int_a^b \frac{dr}{r} = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0} (\ln b - \ln a)$$

$$p_0 k \frac{8}{3} v_0 = \Delta v$$

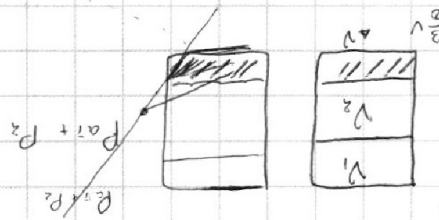
$$p_0 v_2 = \frac{1}{2} R T_0$$

$$p_0 v_1 = \frac{1}{2} R T_0$$

$$\frac{8}{3} v (p_{a1} + \frac{8}{3} R T_0) = \frac{1}{2} R \frac{8}{3} T$$

$$\frac{8}{3} v (p_{a1} + p_2) = \frac{1}{2} R \frac{8}{3} T$$

$$\frac{8}{3} p_2 = (v_2 + \Delta v) R \frac{8}{3} T$$





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!

$$\frac{16}{3} P_0 = P_2$$

$$\frac{P_0 V}{8} = \nu_2 R T \frac{3}{4}$$

$$\frac{V}{2} \left(\frac{16}{3} P_0 - P_{ат} \right) = (\nu_2 + \Delta \nu) R T = \frac{P_0 V}{6} + \cancel{K P_0 \frac{3}{8} R T}$$

$$\frac{8}{3} P_0 - \frac{P_{ат}}{2} = \frac{P_0}{6} + \frac{0,6 \cdot 3}{8} \cdot 3$$

$$\frac{8}{3} - \frac{1}{6} - \frac{54}{8} = 1$$

$$54 \cdot 3 = 150 + 12 = 162$$

$$27 \cdot 3 = 81$$

$$44 \cdot 243,8$$

$$\frac{15}{6} - \frac{2,7}{4} = \frac{30 - 8,1}{12} = \frac{21,9}{12}$$

$$\frac{60}{219}$$

Черновик



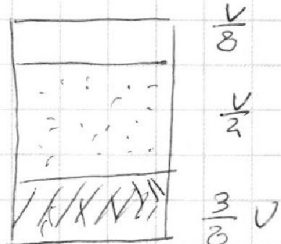
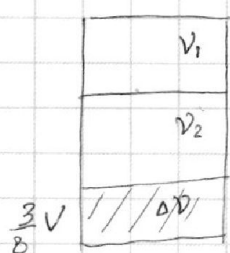
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

$$P_0 V_1 = V_1 R \frac{3}{4} T$$

$$P_0 V_2 = V_2 R \frac{3}{4} T$$

$$P_2 \frac{V}{2} = (V_2 + \Delta V) R T$$

$$\frac{P_2}{P_0 + P_2} = \frac{V_2 + \Delta V}{V_1}$$

$$(P_0 + P_2) \frac{V}{2} = V_1 R T$$

$$\frac{\Delta V}{3 K V} V_2 = V_2 R \frac{3}{4} T$$

~~$P_0 V_1 = \frac{3}{4} V_1 R T$~~

$$\Delta V = P_0 K \frac{3}{8} V$$

$$P_0 V_1 = \frac{3}{4} V_1 R T$$

$$\frac{\Delta V}{V_2} = \frac{3 K V}{8 V_2} \frac{4}{3} R T$$

$$P_0 V_2 = \frac{3}{4} V_2 R T$$

$$\frac{\Delta V}{V_2} = \frac{K V R T}{2 V_2}$$

$$P_2 \frac{V}{2} = (V_2 + \Delta V) R T$$

$$(P_0 + P_2) \frac{V}{2} = V_1 R T$$

$$\frac{1}{4} = \frac{V_1}{\frac{P_0 + P_2}{2 R T} V_2 + V_2 + \Delta V}$$

$$8 V_1 R T =$$

$$\frac{4 P_0}{3 T} = \frac{P_0 + P_2}{T}$$

$$\frac{4 P_0 V_1}{3} = (P_0 + P_2) \frac{V}{8}$$

$$T(V_2 R \frac{3}{4} T) = 3 P_0 V_1 + (V_2 + \Delta V) R T$$

$$V \frac{P_0}{2} = V R T \frac{3}{4}$$

$$\frac{2}{3} P_0 = \frac{P_2}{2} \Rightarrow P_2 = \frac{16}{3} P_0$$

$$V_1 R T = \frac{P_2}{8} V$$