



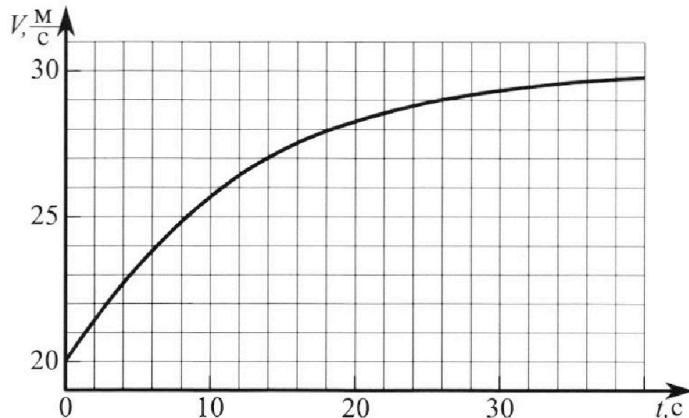
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

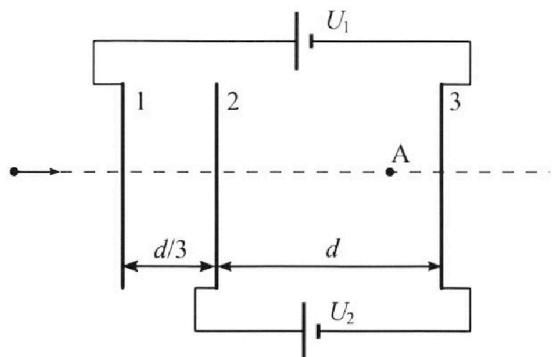
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд 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 нагрели 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 и 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_{ATM} (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



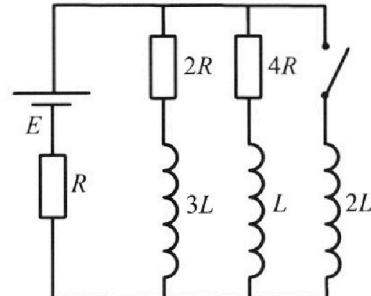
Вариант 11-04

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

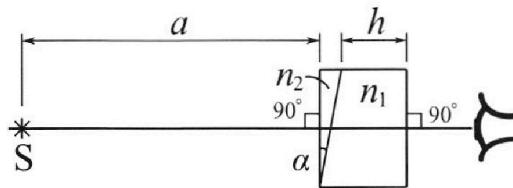
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установлен. Затем ключ замыкают.

- 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.



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

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

n 1

Пункт 1)

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

Дано

$$m = 240 \text{ кг}$$

$$F_{\text{ок}} = 200 \text{ Н}$$

Так как мотоцикл движется

Вдоль однорейной 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 масса постоянна \Rightarrow

$$F_T = \text{const} \quad F_T \rightarrow \text{сила торм.}$$

В конце разгона $F_T = F_k$ (скорость не меняется \Rightarrow)
сумма сил ноль.

$$F_T = 200 \text{ Н.}$$

$$F_T - F_0 = ma \quad \text{II закон Ньютона на ось параллельную прямой движения.}$$

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

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

МФТИ

Туникт 3) ~~Конс~~ ~~Этико~~

$P_0 \rightarrow$ мощность излучаемая на преодоление сопротивления

$P_T \rightarrow$ мощность двигателя.

$\mathcal{V}_0 \rightarrow$ начальная скорость

$$P_0 = F_0 \cdot \mathcal{V}_0$$

$$P_T = F_T \cdot \mathcal{V}_0$$

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

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

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

Ответ: $\frac{1}{10}$

9/14

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

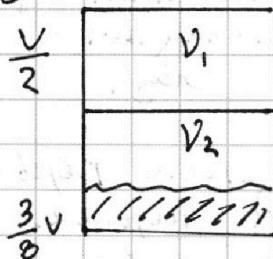


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

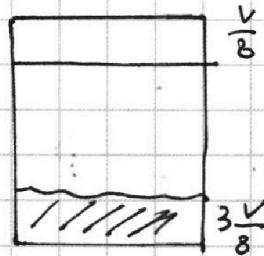
МФТИ.

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

Точка 1)



н?



Пусть V_1 и V_2 \rightarrow количество суп. газа в верхней
и нижней ~~частиах~~ соответственно. ($V_2 \rightarrow$ газоид.)
 $\text{часть } \text{суп.}$

$P_0 \rightarrow$ начальное давление.

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

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

закон сохранения состояния.

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

объема равны так как поршень не имеет трения
и легкий температура равны 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

Точка 2) $P_2 \rightarrow$ давление в верхней части
в конусе.

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!

$$\frac{P_2 V}{8} = V_1 R T \quad \left\{ \Rightarrow \frac{P_2}{8} = \frac{2}{3} P_0 \right.$$

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

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

Так как объем воды практически не изменился.

$$\frac{V}{2} (P_2 - P_{atm}) (V_2 + \Delta V) RT$$

$\Delta V \rightarrow$ ~~если~~ Всеместное растворенное в воде влагалище.

$$\frac{P_0 V}{8} = V_2 R T \cdot \frac{3}{4}$$

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

$$\frac{V}{2} (P_2 - P_{atm}) = \frac{P_0 V}{6} + \frac{3}{8} P_0 K V R T \quad K = 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{Па} \cdot \text{м}^3}$$

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

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

$$\begin{aligned} P_0 &= \frac{64 \cdot 74 \cdot 54}{24} \frac{P_{atm}}{2} \\ P_0 &= \frac{12}{54,6} P_{atm} \quad P_0 = \frac{120}{596} P_{atm} \quad P_0 = \frac{60}{273} P_{atm} \\ P_0 &= \frac{20}{31} P_{atm} \end{aligned}$$

Ответ: ~~$\frac{20}{31} P_{atm}$~~ .

13/14



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!

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

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

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

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

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

$$P_0 = \frac{60}{218} P_{at}$$

$$\text{Ответ: } \frac{60}{218} P_{at}$$

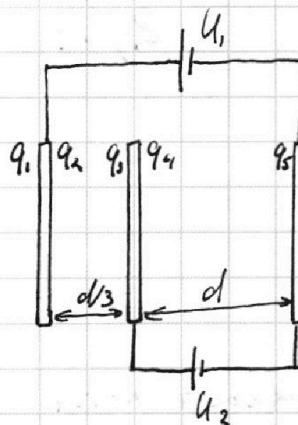
14/14



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

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

МФТИ.



N 3

Так как частичка имеет маленький заряд по сравнению с зарядом пластины, то будем считать заряд с токами.

Дано

$$U_1 = 54$$

$$U_2 = 4$$

д; м

$$q$$

Все влияние на распределение зарядов сеток преобразуется сеток

Так как d мало можно разбить пластину, то

~~предположим~~ можно пользоваться моделью плоского конденсатора.

Обозначим $q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6 \rightarrow$ заряды сторон пластины сетки (ан. мысль).

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

Введем \Rightarrow в плоскость сеток.

$$\frac{q_1}{SE_0 2} = \frac{q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6}{SE_0 2}$$

$$\frac{q_1 + q_2 + q_3}{SE_0 2} = \frac{q_4 + q_5 + q_6}{SE_0 2}$$

$$\frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5}{SE_0 2} = \frac{q_6}{SE_0 2}$$

Напряженность в сетке равна ненулю.

$$\left\{ \begin{array}{l} q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 0 \\ q_1 = q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 \\ q_6 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 \\ q_1 + q_2 + q_3 = q_4 + q_5 + q_6 \end{array} \right.$$

~~Составлено~~

1/14



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 checked="" 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!

Из системы получаем:

2/14

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

$$\left(\frac{q_2}{SE_0 \cdot 2} + \frac{q_3}{SE_0 \cdot 2} + \frac{q_4}{SE_0 \cdot 2} - \frac{q_5}{SE_0 \cdot 2} \right) d = U. \quad (\text{Разность потенциалов между сетками } \# 2 \text{ и } 3)$$

$$\frac{q_4}{SE_0 \cdot 2} d = U \Rightarrow \frac{q_4}{SE_0} = \frac{U}{d} \Rightarrow \frac{q_5}{SE_0} = -\frac{U}{d}$$

$$\left(\frac{q_2}{2SE_0} - \frac{q_3}{SE_0 \cdot 2} - \frac{q_4}{SE_0 \cdot 2} - \frac{q_5}{SE_0 \cdot 2} \right) \frac{d}{3} = U_1 - U_2 \quad (\text{Разность потенциалов между сетками } \# 1 \text{ и } 2)$$

$$\frac{q_2}{SE_0} = \frac{12U}{d} \Rightarrow \frac{q_3}{SE_0} = -\frac{12U}{d}$$

Заметим что заряды распределены так,

что q_2 и q_3 не влияют на разницу потенциалов между

сетками ~~1 и 2~~, а q_4 и q_5 не влияют на разницу потенциалов между сетками 1 и 2.

Пункт 1)

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

$$E_{23} = \frac{U}{d} \quad E_{23} = \frac{U}{d} \quad \Rightarrow \text{ускорение между сетками 2 и 3}$$

$$E_{23} q = ma$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

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

МФТИ

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

3/14

Ответ: ~~1~~ $\frac{U}{dm} q$

Точка 2) Разность K_3 и K_2 создается разной
силы электрической силы

так как $q_4 > q_5$ (с это с учетом знака)

$$K_3 > K_2 \quad K_3 - K_2 = U, q$$

$$\Leftrightarrow K_3 - K_2 = Uq$$

Ответ: Uq

Точка 3) Поле от зарядов q_2 и q_3 вне пластин 1, 2
существует, но в области между пластинами
2 и 3 оно преобразование мало.

Поле потенциал беспоконечно удаленной точки
равен нулю.

Точка расположена между пластинами 2 и 3
правка нулю. В силу симметрии
распределение зарядов q_4 и q_5 , а также
преобразование 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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

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

Часть задачи соответствующие этиории скорости
последние ~~не~~ между скобками 2 и 3 равны
~~нужно~~ v_0 .

$$\frac{m v_0^2}{2} + A = \frac{m v^2}{2} \quad 3(3)$$

$A \Rightarrow$ работа силы элект. поля на перемещении
из середины между пластинами 2 и 3 в точку

A

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

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

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

$v \Rightarrow$ скорость в точке A

$$\frac{m v_0^2}{2} + \frac{q}{4} q = \frac{m v^2}{2}$$

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

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

4/14

На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДНУ** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

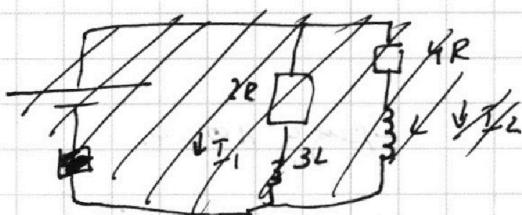
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

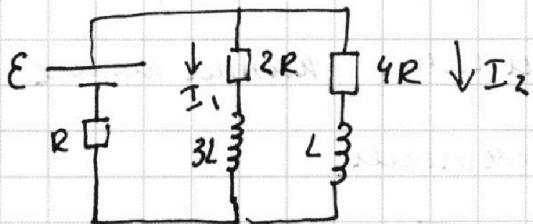
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

~~Черновик~~

5/14



n 4



Дано:

$$E; R; L$$

Точка 1) ~~ток~~ Ток через резистор $2R$ однозначно как I_1 , а через $4R$ I_2 .

Режим установился \Rightarrow токи не меняются \Rightarrow напряжение на катушках равно нулю

$$I_{2R} = I_2 \cdot 4R \quad \text{Напряжение на резисторах равно}$$

$$I_1 = 2I_2$$

Ток через резистор R равен $I_1 + I_2$

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

$$E = (4R + R + 2R) I_2$$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

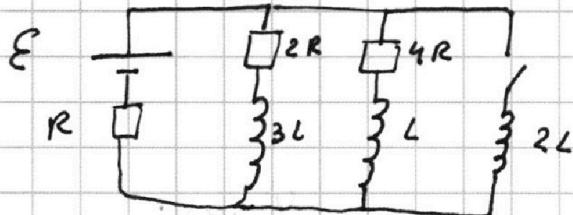
МФТИ

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

Ответ: $\frac{E}{7R}$

6/14

Точка 2)



Сразу после

замыкания ток

в цепи не изменится,

иначе напряжение

на катушке будет бесконечным.

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

для контура

" $E + 2L + R''$

скорость

$\frac{dI}{dt} \rightarrow$ изменение тока
через катушку $2L$

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

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

Ответ: $\frac{2}{7} \frac{E}{L}$

Точка 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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

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

I → ток через катушку $2L$ в установившемся режиме

$$\mathcal{E} - I R = 0 \quad \text{II закон Кирхгофа для контура}$$
$$\mathcal{E} + 2L + R''$$

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

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

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

$I_2' \rightarrow$ ток через L во время установившегося режима

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

$$4R I_2' \cdot dt = dq \quad dq - заряд протекающий через $4R$$$

$$dq \cdot dt$$

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

При суммируем в течение всего времени

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

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

$$\Delta I_2' = 0 - I_2 \Rightarrow \Delta I_2' = -\frac{\mathcal{E}}{4R}$$

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

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

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

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

МФТИ

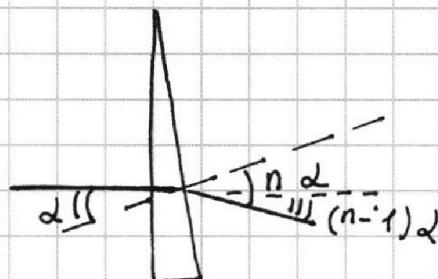
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 5

Пункт 1) При ~~отражении~~ преломлении через
призму угол отклонения на $\gamma = d(n-1)$, где
 γ и d малые углы. $n \rightarrow$ показатель преломления

Докажем это для луча падающего перпен-
дикально из стороны.

Угол отклонения



от нормали $nsind$, так

как угол d мал $sind \approx d$

$n \approx 2$, тогда от исходного
отклоняется на $nd - d = (n-1)d$

~~Биссектриса~~ Воспользовавшись данными задачи:

Так как $n_1 = n_2 \Rightarrow$ он не влияет на угол между лучами.

Значит угол отклонения $n_2 \cancel{f}d = (n_2 - 1)d \approx$

* $(17-1)d = 90^\circ$ радиан Ответ: 90° рад.

Пункт 2) Так как угол отклонения ~~парал-~~
лельных лучей всегда равен $(n-1)d$

10/14

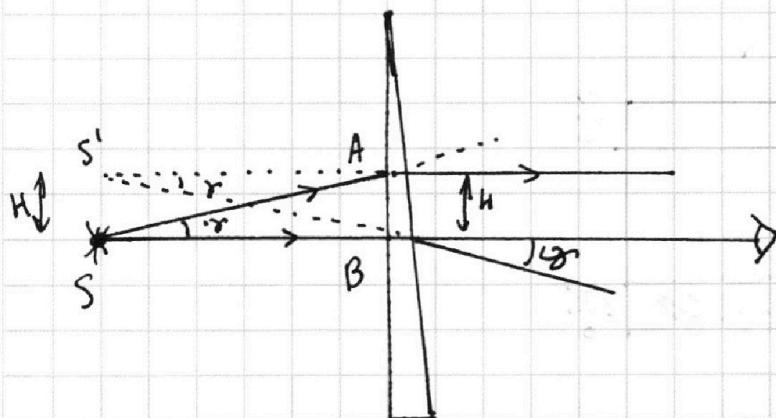
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



Считаем, что все параллельны лучи попадают в глаз.

Пустим первый луч параллельно плоскости призмы.

Он отклонится на угол γ .

Пустим второй луч под углом γ , он пойдет параллельно источнику-глазу.

Соединим продолжения лучей преломлениях.

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

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

$$H \approx SB \cdot \operatorname{tg} \gamma \approx SB \cdot \gamma$$

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

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

Ответ: 0,07 м

11/14

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

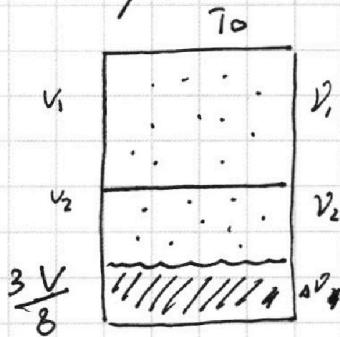


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

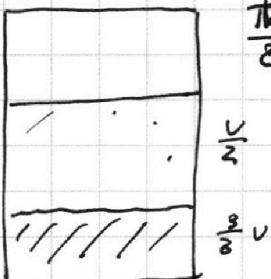
МФТИ

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

Черновик:



$$\frac{4}{3}T_0 = 373$$



$$\frac{T_0}{8}$$

$$\Delta V = k \rho w$$

$$PV_1 = V_1 R T_0$$

$$PV_2 = V_2 R T_0$$

$$\Delta V = \frac{3}{8}V_1 P \cdot K$$

$$F_K = \sqrt{V_1 \cdot V_2}$$

~~$$a = \frac{5}{4} \frac{3}{4} = 0.75 \text{ m/s}^2$$~~

~~$$F_T - F_0 = m a$$~~

$$F_T$$

$$A = m v \alpha dt + \underbrace{F_0 v dt}_{\rightarrow}$$

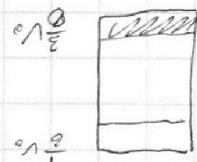
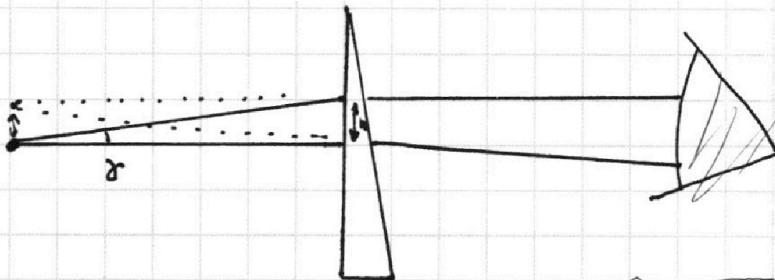
$$\frac{F_0 v}{m v \alpha + F_0 \alpha} = \frac{F_0}{m \alpha + F_0} = \frac{F_0}{F_T}$$

• 5

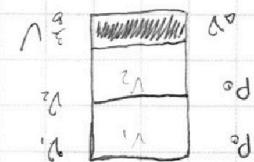
$$\gamma = \alpha(n - \ell)$$

$$\rightarrow \alpha(n_2 - \ell) \quad \downarrow \alpha(n_1 - \ell)$$

$$\alpha(n_2 - \ell).$$



$$\frac{T_0}{2}$$



$$\frac{T_0}{2}$$

$$P \frac{1}{2} V_0 \alpha R T_0 \frac{8}{3}$$

$$\Delta V = \frac{8}{3} V_0 \alpha P_0$$

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

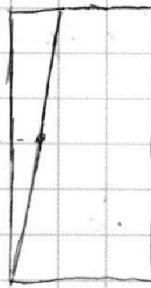
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- 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!

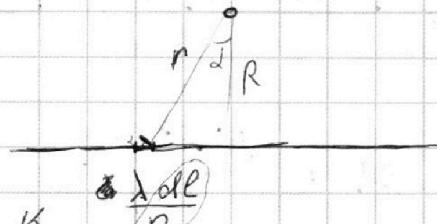


$$\frac{4U}{d} \quad \frac{12U}{d}$$

$$\frac{4}{d}$$

$$\frac{12U}{d} \cdot \frac{d}{6} \quad \frac{4U}{d} \cdot \frac{d}{3}$$

$$K \frac{q}{r}$$



$$K \frac{x dl \cos \alpha}{R}$$

$$K \frac{x dl l \cos \alpha}{R \cos \alpha} = K \lambda \int \frac{dl \cos \alpha}{\cos \alpha}$$

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



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

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

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

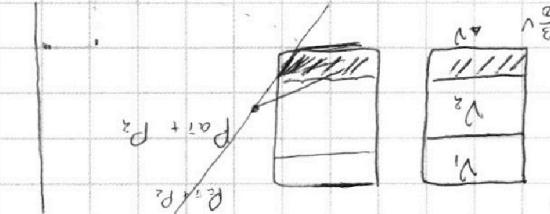
$$P_0 K \frac{3}{8} V_0 = \Delta V$$

$$P_0 V_2 = \Delta R T_0$$

$$P_0 V_1 = \Delta R T_0 \quad \frac{V}{8} (P_{a1} + \frac{3}{8} R T_0) = \Delta P \frac{3}{8} T$$

$$\frac{V}{8} (P_{a1} + P_2) = \Delta R \frac{3}{4} T$$

$$\frac{V}{8} P_2 = (P_2 + \Delta P) R \frac{3}{4} T$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

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

$$\frac{P_0 V}{\theta} = P_2 RT \frac{3}{4}$$

$$\frac{V}{2} \left(\frac{16}{3} P_0 - P_{at} \right) = (V_2 + \Delta V) RT = \frac{P_{at}}{6} + K P_0 \frac{3}{8} \lambda RT$$

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

$$\frac{8}{3} - \frac{1}{6} - \frac{5,4}{8} = 1 \quad 54 \cdot 3 = 150 + 12 = 162$$

$$27 \cdot 3 = 81$$

~~48 - 24328~~

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

$$\frac{69}{219}$$

Черновик

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

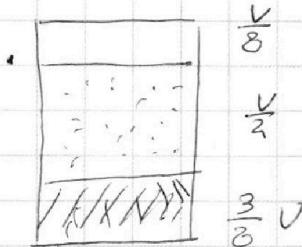
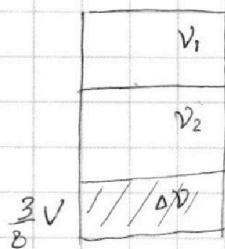
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



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

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

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

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

$$\frac{P_2}{P_{0+P_2}} = \frac{V_2 + \Delta V}{V_1}$$

$$(P_{0T} + P_2) \frac{V}{2} = V_1 R T$$

~~$$\frac{\Delta V}{P_2} \frac{8}{3 K V} V_2 = V_2 R \frac{3}{4} T$$~~

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

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

$$\frac{\Delta V}{V_2} = \frac{8 K V}{82 V_2} \frac{4}{3} R T$$

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

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

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

$$(P_{0T} + P_2) \frac{V}{2} = V_1 R T$$

$$\frac{1}{4} = \frac{V_1}{\frac{P_{0T} \cdot V}{2 R T} + V_2 + \Delta V}$$

$$8 V_1 R T =$$

$$\frac{4 P_0}{3 \pi} = \frac{P_{0T} + P_2}{\pi}$$

$$\frac{4 P_0 V_1}{3} = (P_{0T} + P_2) \frac{V}{8}$$

~~$$T(V_2 R \frac{3}{4} T) = 3 P_{0T} + (V_2 + \Delta V) R T + 2$$~~

$$V \frac{P_0}{2} = V R T \frac{3}{4} \quad \frac{2}{3} P_0 = \frac{P_2}{3} \Rightarrow P_2 = \frac{16}{3} P_0$$

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