



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03

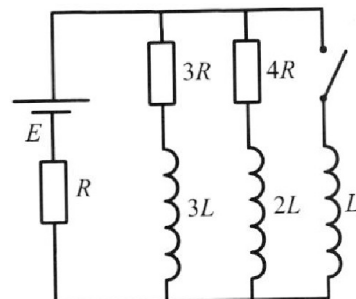
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

- 1) Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ 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 $n_{\text{в}} = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 90$ 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.

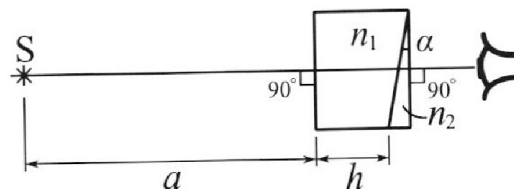


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.



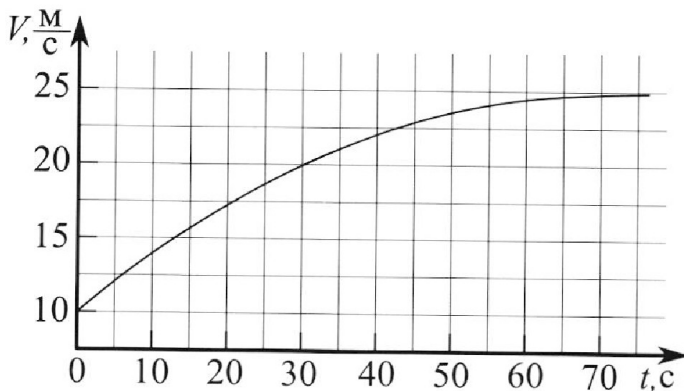
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

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



1. Автомобиль массой $m = 1500$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

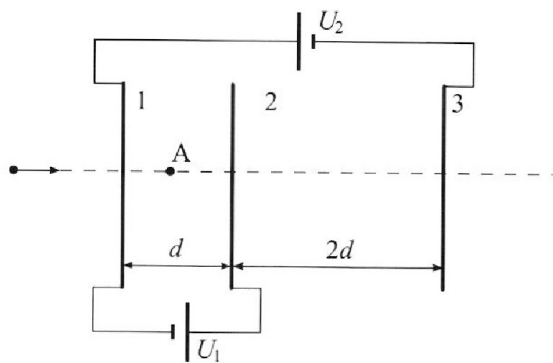
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

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 $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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 отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 3U$. 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 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

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) Ускорение можно оценить как тангенс угла наклона касательной графика $v(t)$ к оси t : $a_0 \approx \frac{25 \frac{m}{c} - 10 \frac{m}{c}}{35 c}$
 $= \frac{15 \frac{m}{c^2}}{35} = \boxed{\frac{3}{7} \frac{m}{c^2}}$

2) 2-ой з-н Ньютона:

$F_{ma} = F_0 - L \dot{v}$, где L - коэффициент пропорциональности для силы сопротивления, $\dot{v}_0 = 10 \frac{m}{c}$

В конце движения: $ma = 0$; $F_k = L \dot{v}_k \Rightarrow L = \frac{F_k}{\dot{v}_k}$

$$ma_0 = F_0 - \frac{F_k}{\dot{v}_k} \dot{v}$$

$$F_0 = ma_0 + \frac{F_k}{\dot{v}_k} \dot{v} = 1500 \text{ кН} \cdot \frac{3}{7} \frac{m}{c^2} + \frac{600 \text{ Н}}{25 \frac{m}{c}} \cdot 10 \frac{m}{c} \approx$$
$$\approx 214 \text{ Н} + 240 \text{ Н} = \boxed{454 \text{ Н}}$$

3) $P_0 = \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{F_0 \Delta L}{\Delta t} = F_0 \dot{v} = 454 \text{ Н} \cdot 10 \frac{m}{c} = \boxed{4540 \text{ Вт}}$

Ответ: 1) $\frac{3}{7} \frac{m}{c^2}$; 2) 454 Н; 3) 4540 Вт



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!

$$\frac{5 p_{\text{внн}} T}{4 T_0} = \frac{20}{11} \frac{RT}{V} \left(\frac{p_{\text{внн}} V}{8 RT_0} + \frac{k p_{\text{внн}} V}{8} \right) + \frac{p_{\text{внн}} T}{p_{\text{внн}} T_0}$$

$$\frac{5}{4} \frac{T}{T_0} = \frac{5}{22} \frac{T}{T_0} + \frac{5}{22} k RT + 1$$

$$\frac{45}{44} \frac{T}{T_0} = \frac{5}{22} k RT + 1$$

$$\frac{9}{2} \frac{T}{T_0} = 1 k RT + \frac{22}{5}$$

$$\frac{9}{2} \frac{T}{T_0} = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Па}}{\text{моль}} + \frac{22}{5} = 1,5 + 4,4 = 5,9$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{59 \cdot 2}{10 \cdot 9} = \frac{59}{45}$$

Ответ: 1) 2; 2) $\frac{59}{45}$

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) Фрагменты состояния газа: $\frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{2} = V_{\text{не}} R T_0$,

где $V_{\text{не}}$ - количество газа

В нижней части цилиндра давлением водяного пара можно пренебречь, тогда давление нерастворенного CO_2 равно давлению газа в верхней части цилиндра, уравнение состояния CO_2 : $\frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot V_{\text{CO}_2} = V_1 R T_0$, где V_1 - количество нерастворенного CO_2 , $V_{\text{CO}_2} = \frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$ - занимаемый им объем

$\frac{p_{\text{атм}} V}{8} = V_1 R T_0$, разделим уравнения: $\frac{V_{\text{не}}}{V_1} = \frac{8}{4} = 2$

2) Уг-ие состояние газа при температуре T :

$p \frac{V}{5} = V_{\text{не}} R T$, где p - новое давление газа

в нижней части сосуда:

$p_{\text{CO}_2} (V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4}) = (V_1 + \Delta V) R T$, где p_{CO_2} - парциальное давление CO_2 , ΔV - газ растворенного CO_2 при T_0 : $\Delta V = k \frac{p_{\text{атм}}}{2} \frac{V}{4}$

$p_{\text{CO}_2} \cdot \frac{11}{20} V = (V_1 + \frac{k p_{\text{атм}} V}{8}) R T$, $T = 373 \text{ K}$ - температура

кипения воды, поэтому $p_{\text{н.о}} = p_{\text{нас}} = p_{\text{атм}}$ (при T)

Условие равновесия паров: $p = p_{\text{CO}_2} + p_{\text{атм}}$

Из этих данных уравнения найдем:

$p = p_{\text{CO}_2} + p_{\text{атм}}$
 $\frac{5 V_{\text{не}} R T}{V} = \frac{20 (V_1 + \frac{k p_{\text{атм}} V}{8}) R T}{11 V} + p_{\text{атм}}$, $(V_{\text{не}} = \frac{p_{\text{атм}} V}{4 R T_0})$
 $V_1 = \frac{V_{\text{не}}}{2} = \frac{p_{\text{атм}} V}{8 R T_0}$

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!



3) $a_{12} = \frac{Uq}{md}$

Продолжение задания

Найдем напряженность поля E , слева от центра:

$$E_{12} = -\frac{\sigma'_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma'_2}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma'_3}{2\epsilon_0} = \frac{1}{2\epsilon_0} (\sigma'_3 - \sigma'_1 - \sigma'_2) = 0,$$

Получим разность потенциалов

$$\begin{cases} U_A = U_0 + a_{12} \Delta x \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{d}{q} = U_0 \Delta x + a_{12} \frac{\Delta x^2}{2} \end{cases}$$

$$\frac{a_{12}}{2} \Delta x^2 + U_0 \Delta x - \frac{d}{q} = 0$$

$$D = U_0^2 + \frac{da_{12}}{2}$$

$$\Delta x = \frac{-U_0 + \sqrt{U_0^2 + \frac{da_{12}}{2}}}{a_{12}}$$

$$U_A = U_0 - U_0 + \sqrt{U_0^2 + \frac{da_{12}}{2}} = \sqrt{U_0^2 + \frac{d \cdot Uq}{2md}} = \sqrt{U_0^2 + \frac{Uq}{2m}}$$

Ответы: 1) $\frac{Uq}{md}$; 2) qU ; 3) $\sqrt{U_0^2 + \frac{Uq}{2m}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

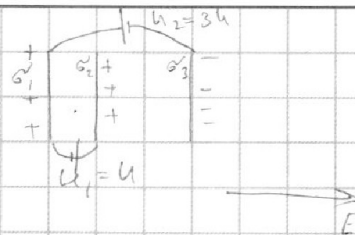
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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



1) Сетки приобретут какие-то
поверхностные заряды. Пусть
 $\sigma_1 > 0$, $\sigma_2 > 0$, $\sigma_3 < 0$



Напряженность между 1 и 2 сетками:

$$E_{12} = \frac{U}{d} = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} = \frac{1}{2\epsilon_0} (\sigma_1 + \sigma_3 - \sigma_2)$$

Между 2 и 3 пластинками:

$$E_{23} = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} = \frac{1}{2\epsilon_0} (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) = \frac{3U}{d} - \frac{U}{d} = \frac{2U}{d}$$

Закон сохранения заряда:

$\sigma_1 = -\sigma'_{11} + \sigma'_{12}$, где σ'_{11} - пов. заряд, создаваемый $1^{ой}$ и
источником, σ'_{12} - пов. заряд, создаваемый $2^{ой}$ и источником

$$\sigma'_{12} = \sigma_3, \quad \sigma'_{11} = \sigma_2, \quad \sigma'_1 = \sigma_3 - \sigma_2$$

$$E_{23} = \frac{2U}{d} = \frac{1}{2\epsilon_0} (\sigma_3 - \sigma'_1 + \sigma_3 + \sigma_2) = \frac{\sigma_3}{\epsilon_0}$$

$$\sigma_3 = \frac{2\epsilon_0 U}{d}; \quad E_{12} = \frac{1}{2\epsilon_0} (\sigma_3 - \sigma_2 + \sigma_3 - \sigma_1) = \frac{\sigma_3 - \sigma_2}{\epsilon_0} = \frac{U}{d}$$

$$\sigma_3 - \sigma_2 = \frac{\epsilon_0 U}{d} = \sigma'_1$$

$$\sigma'_2 = \sigma_3 - \sigma'_1 = \frac{2\epsilon_0 U}{d} - \frac{\epsilon_0 U}{d} = \frac{\epsilon_0 U}{d}$$

$$E_{12} = \frac{U}{d}; \quad m a_{12} = E_{12} q, \quad a_{12} - \text{ускорение частицы}$$

между сетками 1 и 2;

$$a_{12} = \frac{Uq}{md}$$

$$2) \Delta E_k = A_{внешн} = q \Delta \varphi = qU$$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

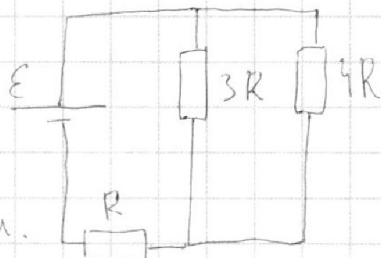
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) В установившемся состоянии цепь можно предста-
вить без катушек:

$$R_0 = R + \frac{12}{7} R = \frac{19}{7} R$$

однаго сопротивления цепи.



$U_{3R} = U_{4R} = E - I_0 R$, где U_{3R} и U_{4R} — напряжения на резис-
торах $3R$ и $4R$, I_0 — общий ток в цепи

$$U_{3R} = E - \frac{E R}{R_0} = E - \frac{7 E R}{19 R} = \frac{12}{19} E$$

$$I_{01} = \frac{U_{3R}}{3R} = \frac{12 E}{19 \cdot 3R} = \boxed{\frac{4 E}{19 R}}$$

2) При замыкании ключа во внешней цепи:

$$E = I_0 R + \mathcal{E}_{si}, \quad \mathcal{E}_{si} - \text{ЭДС самоиндукции в катушке } L$$

$$E = I_0 R + L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{E - I_0 R}{L} = \frac{E - \frac{4}{19} E}{L} = \boxed{\frac{15 E}{19 L}}$$

3) Для контура с E и катушкой $3L$:

$$E = IR + 3R I_1 + 3L \frac{\Delta I_1}{\Delta t}, \quad I_1 - \text{ток, протекающий}$$

через резистор 3, ΔI_1 — изменение тока в резисторе 3

Для внешнего контура: $E = IR + L \frac{\Delta I}{\Delta t}$, ΔI —
изменение тока в катушке L ; $E - IR = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$$L \frac{\Delta I}{\Delta t} = 3R I_1 + 3L \frac{\Delta I_1}{\Delta t}; \quad L \Delta I = 3R I_1 \Delta t + 3L \Delta I_1$$

$$\Delta I = I_1 \Delta t = \frac{3R I_1 \Delta t + 3L \Delta I_1}{L}; \quad (\Delta I = \frac{E}{R} - I_0 = \frac{12 E}{13 R}, \Delta I_1 = \frac{4 E}{13 R} - \frac{4 E}{19 R})$$

$$\Delta I = \frac{L \left(\frac{12 E}{13 R} + \frac{3 \cdot 4 E}{19 R} \right)}{L} = \frac{24}{19 \cdot 3} \frac{L E}{R^2} = \boxed{\frac{8}{19} \frac{L E}{R^2}}$$

Ответ: $\frac{4 E}{19 R}, \frac{12 E}{19 L}, \frac{8}{19} \frac{L E}{R^2}$



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!

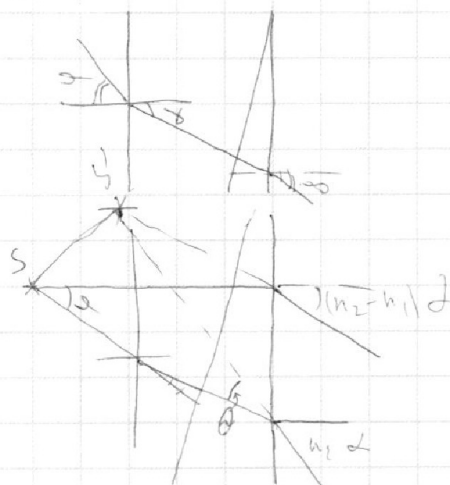
Аналогично пункту 1, только учли, что $n_1 \neq 1$ Продолжение задачи 5

$$n_1 L = n_2 \beta$$

$$\varphi = L - \beta = L \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) = L \frac{n_2 - n_1}{n_2}$$

$$\gamma = n_2 \varphi = L(n_2 - n_1)$$

Рассмотрим луч, который после преломления в призме идёт под углом L к горизонтали:



$$\gamma = n_2 L$$

$$\varphi = n_1 L$$

$$n_2 L > L(n_2 - n_1)$$

↓
Удобнее считать
мнимое

Аналогично 2 пункту

$$SS' \approx (a + h) \theta$$

$$\theta = 90 - n_2 L - (90 - (n_2 - n_1)L) =$$

$$SS' = 1,0 \text{ м} \cdot 1,4 \cdot 0,1 \text{ рад} = n_1 L$$

$$= (14,56 \text{ см})$$

Ответ: $0,07 \text{ рад}$, $7,28 \text{ см}$, $14,56 \text{ см}$.

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

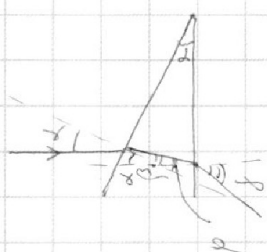
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



1) При $n_1 = n_2$ можно считать, что из системы осталась только 2 призма ($n_2 = n$):



Для малых углов $L = n \beta$ β -углом преломления
 φ -угол падения на вертикальную грань
 призм.

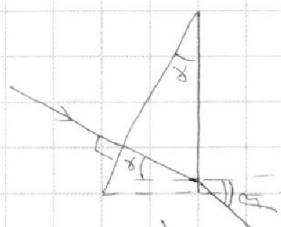
$$L = \beta + \varphi \Rightarrow \varphi = L - \beta = L \left(1 - \frac{1}{n}\right) = \frac{L(n-1)}{n}$$

$n\varphi = \delta\varphi$ - искривленный угол отклонения.

$$\delta = n\varphi = n L \frac{n-1}{n} = (n-1)L = 0,7 \cdot 0,1 \text{ рад} = 0,07 \text{ рад}$$

2) Чтобы найти изображение источника, нужно построить ход еще одного луча и найти точку пересечения этих лучей.

Выберем луч, идущий перпендикулярно левой грани 2 призмы:



$$nL = \beta$$

$nL > (n-1)L$ - лучи расходятся

$$\angle SAB = 90 - L$$

$$\angle S'AB = 180 - 90 - nL = 90 - nL$$

$$\angle SAS' = \angle SAB - \angle S'AB = (n-1)L$$

Поскольку L - малый угол, то

$$AS \approx SD = a + h = 1,04 \text{ м}$$

$$SS' \approx AS(n-1)L = 1,04 \text{ м} \cdot 0,07 \text{ рад} = 0,0728 \text{ м} = 7,28 \text{ см}$$

3)



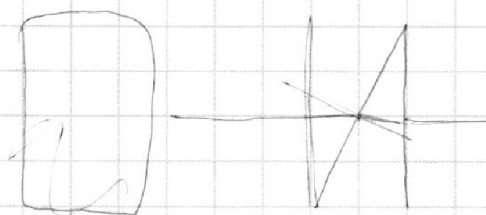
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

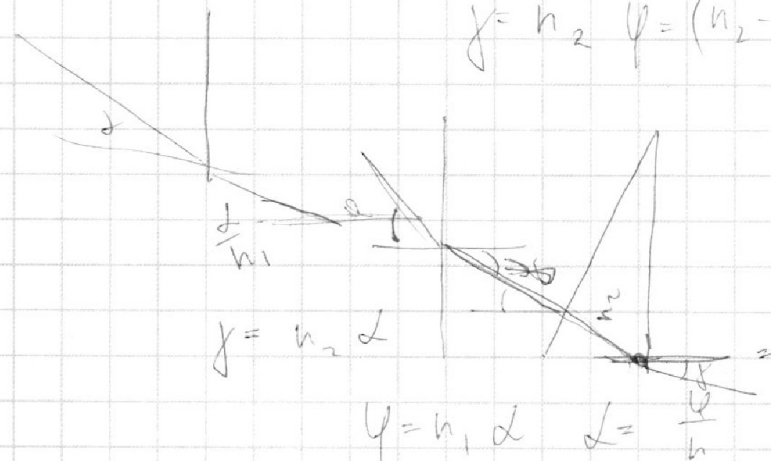


$$n_1 \alpha = n_2 \beta \quad \beta = \frac{n_1}{n_2} \alpha$$

$$\varphi = \alpha - \beta =$$

$$\varphi = \alpha \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right) = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2} \right) \alpha$$

$$\varphi = n_2 \alpha - (n_2 - n_1) \alpha$$



$$\varphi = n_2 \alpha$$

$$\varphi = n_2 \alpha$$

$$\varphi = n_1 \alpha \quad \alpha = \frac{\varphi}{n_1}$$

$$\begin{array}{r} \times 109 \\ 14 \\ \hline 416 \\ + 209 \\ \hline 1456 \end{array}$$

$$90 - n_2 \alpha$$

$$90 - n_2 \alpha$$



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!

$$\mathcal{E} = RI + L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = RI + 3RI_3 + 3L \frac{\Delta I_3}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = RI + 4RI_2 + 2L \frac{\Delta I_2}{\Delta t}$$

$$4I_3 + \Delta I_2$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = I$$

$$\beta = \frac{L(h-1)}{R}$$

$$L \frac{\Delta I}{\Delta t} = 3RI_3 + 3L \frac{\Delta I_3}{\Delta t} = 10,4$$

$$L \Delta I = 3RI_3 \Delta t + 3L \Delta I_3$$

$$L \Delta I = 3R \Delta q + 3L \Delta I_3$$

$$3R \Delta q = L(\Delta I - 3\Delta I_3)$$

$$3R \Delta q = L \left(\frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{12 \mathcal{E}}{19R} \right)$$

$$3R \Delta q = L \frac{\mathcal{E}}{R} \left(\frac{24}{19} \right)$$

$$\Delta q = \frac{L \mathcal{E}}{R^2} \cdot \frac{8}{19}$$

$$\frac{L(h-1)}{R}$$

$$\beta = L - \beta_2$$

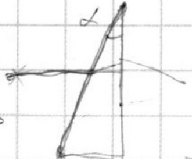
$$\alpha = \beta + \beta$$

$$\beta = \frac{L}{R}$$

$$\beta = \frac{L(h-1)}{R}$$

$$\beta = hL$$

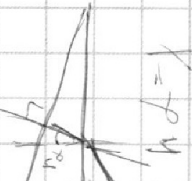
$$\frac{\Delta I_3}{\Delta t} (I_3)$$



$$\frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{7}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$\frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$\Delta I_3 = \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$$



$$\frac{LI}{R}$$

$$\frac{LI}{R} = \frac{\mathcal{E}}{R} \frac{L}{R} \frac{1}{h}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$\Delta I_3 \left(\frac{20}{11} \left(\frac{1}{8} \frac{T}{T_0} + \frac{kRT}{V} \right) + 1 \right) p_{\text{атм}} \frac{V}{5} = V_{\text{кз}} RT = \frac{p_{\text{атм}} V}{4 T_0} T \frac{\Delta I_2}{\Delta I_3}$$

$$V_{\text{кз}} = \frac{p_{\text{атм}} V}{4 RT_0}$$

$$5 \cdot 11 \cdot 8 \frac{T}{T_0} + \frac{20}{5 \cdot 11} \frac{kRT}{V} + \frac{1}{5} = \frac{1}{4} \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{\Delta I_2}{\Delta I_3} + \frac{1}{22} \frac{T}{T_0} + \frac{4}{11} \frac{kRT}{V} + \frac{1}{5} = \frac{1}{4} \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{9}{44} \frac{T}{T_0} = \frac{4}{11} \frac{kRT}{V} + \frac{1}{5}$$

$$\frac{9}{44} \frac{T}{T_0} = \frac{4}{11} \frac{kRT}{V} + \frac{1}{5}$$

$$\frac{9}{44} \frac{T}{T_0} = \frac{4}{11} \frac{kRT}{V} + \frac{1}{5}$$

$$\sigma_1 - \sigma_2 = \sigma_3$$

$$\sigma_2 = -2$$

$$\sigma_1 = \frac{U \epsilon_0}{d} - \frac{3 \epsilon_0 U}{d} \left(\frac{\sigma_1}{2 \epsilon_0} + \frac{\sigma_3}{2 \epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2 \epsilon_0} \right) U = 3 U$$

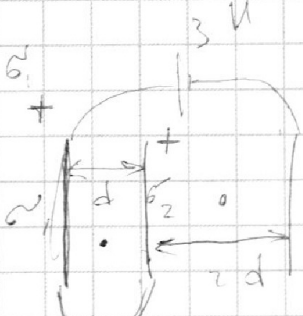
$$\sigma_3 - \sigma_2 = \frac{3 \epsilon_0 U}{d} \left(\frac{\sigma_1}{2 \epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2 \epsilon_0} + \frac{\sigma_3}{2 \epsilon_0} \right) = 2 U$$

$$\frac{U}{d} = \frac{1}{2 \epsilon_0} (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)$$

$$\frac{U}{d} = \frac{1}{6 \epsilon_0} (\sigma_1 + \sigma_3 - \sigma_2)$$

$$\sigma_3 = \frac{U \epsilon_0}{d}$$

$$\frac{2 \sigma_3}{2 \epsilon_0} = \frac{U}{d} \quad \frac{2}{6 \epsilon_0} (\sigma_3 - \sigma_2) = \frac{U}{d}$$



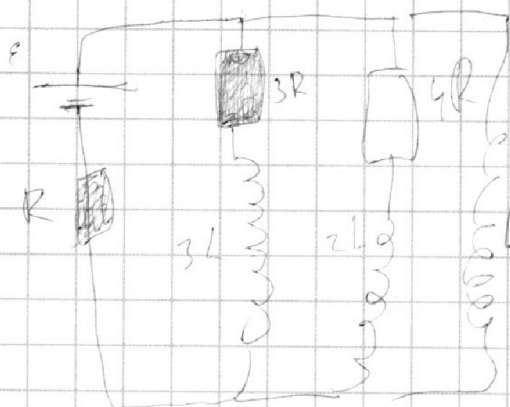
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

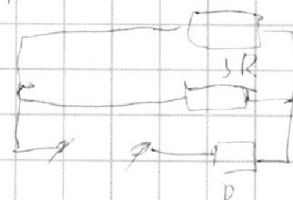
МФТИ

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



$$I_0 = \frac{4}{19} \frac{E}{R} \quad I_K = 0$$

$$\mathcal{E} = \mathcal{E} - L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad \mathcal{E} \Delta q =$$



$$\mathcal{E} = RI + L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = 4RI + 3L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = RI + 3RI + \frac{12}{19} \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$RI = \mathcal{E} - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$R_0 = R + \frac{12}{19} R = \frac{19}{4} R$$

$$U(3R) = U_{4R} = \mathcal{E} - I_0 R$$

$$I_0 = \frac{12}{19} \frac{E}{R} = \frac{4}{19} \frac{E}{R}$$

$$I_0 = \frac{4E}{19R}$$

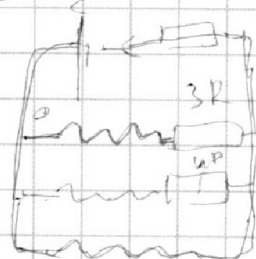
$$I_0 = \frac{4E}{19R}$$

$$= \mathcal{E} - \frac{4}{19} \mathcal{E} = \left(\frac{12}{19} \right) \mathcal{E}$$

$$\mathcal{E} = RI + L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$RI_0$$

$$I = \frac{4}{19} \frac{E}{R}$$



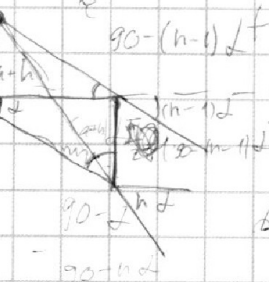
$$\mathcal{E} = I_0 R - \mathcal{E}_{SI} \quad I_2$$

$$\mathcal{E} - \mathcal{E}_{SI} = I_0 R$$

$$\mathcal{E} = I_0 R = \mathcal{E}_{SI} = I_0 R - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$L \frac{\Delta I}{\Delta t} = \mathcal{E} - I_0 R$$

$$= \left(\frac{12}{19} \right) \mathcal{E} \quad 3L \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{12}{19} \mathcal{E}$$



$$I = \text{const} \quad \mathcal{E}_{SI}$$

$$L \frac{\Delta I}{\Delta t} = \mathcal{E} - \frac{4}{19} \mathcal{E}$$

$$= \frac{12}{19} \mathcal{E}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{L}$$

$$\mathcal{E} =$$

$$I_K = \frac{E}{R}$$

$$\mathcal{E} = IR + I_3 3R + 3L \frac{\Delta I_3}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = IR + I_2 4R + 2L \frac{\Delta I_2}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} =$$



$$\mathcal{E} = IR + L \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$0.728$$

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!



N1

$$ma_0 = F_0 - \Delta \vec{U}_0$$

$$F_k = \Delta \vec{U}_k \quad \alpha = \frac{F_k}{\Delta \vec{U}_k}$$

$$P_0 = \frac{\Delta F}{\Delta t}$$

$$P_0 = \Delta \frac{\Delta \vec{U}}{\Delta t} + m \frac{\Delta a}{\Delta t}$$

$$F_{\Delta t} = m \Delta \vec{U}$$

$$P_0 = \Delta a + m \Delta a'$$

$$ma_0 = F_0 - \Delta \vec{U}_0$$

$$p_0 = p_1$$

$$V = \frac{V_1}{4} - \frac{V_2}{5} = 100$$

$$\begin{cases} \frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{2} = V_{\text{He}} R T_0 \\ p \cdot \frac{V}{5} = V_{\text{He}} R T_0 \end{cases}$$

$$p_{\text{CO}_2(1)} = \frac{V}{4} = (V_{\text{CO}_2} - p_{\text{CO}_2} k) R T_0$$

$$p_{\text{CO}_2(1)} = \frac{p_{\text{атм}}}{2}$$

$$p_{\text{CO}_2(2)} = V_{\text{CO}_2} R T$$

$$p_{\text{атм}} = p_{\text{атм}}$$

$$p_{\text{CO}_2} \cdot \frac{V}{4} = (V_{\text{CO}_2} - p_{\text{CO}_2} k) R T_2$$

$$\frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{2} = V_{\text{He}} R T_0$$

$$p_{\text{CO}_2(4)} \cdot \frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4} = V_1 R T_0$$

$$V_{\text{He} V_1}$$

$$p_{\text{CO}_2} \cdot \frac{V}{5} = V_{\text{He}} R T_0$$

$$p_{\text{CO}_2} \cdot \frac{V}{4} = (V_{\text{CO}_2} - \Delta V) R T_0$$

$$\frac{11V}{20} = V_{\text{CO}_2} R T$$

$$a_0 = \frac{F_0}{m} = \frac{F_0 \Delta t}{m \Delta t} = \frac{F_0 \Delta t}{m \Delta t}$$

$$a \approx \frac{1500}{1214,25} = 1,235$$

$$a = \text{const}$$

$$m \frac{\Delta \vec{U}}{\Delta t} = F - \Delta \vec{U}$$

$$F = \Delta \vec{U} + m \frac{\Delta \vec{U}}{\Delta t} \Rightarrow a$$

$$F_{\Delta t} = \Delta \vec{U} \Delta t + m \Delta \vec{U}$$

$$= F_{\Delta t} = \Delta \vec{U} \Delta t + m \Delta \vec{U}$$

$$F = \Delta \vec{U} + m \frac{\Delta \vec{U}}{\Delta t}$$

$$\frac{600 \cdot 25}{50} = 300$$

$$\frac{25}{22,5 - 10} = \frac{15}{12,5} = 1,2$$

$$35$$

$$= \frac{3}{4} \frac{m}{c^2}$$

$$P_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{2} T_0$$

$$\frac{p_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{2} = V_{\text{He}} R T_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$\frac{V_{\text{He}}}{V_1} = 2$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

[illegible]

МФТИ

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

$$\frac{P_{\text{atm}}}{2} \cdot \frac{V}{4} = (V_{\text{CO}_2} + k \frac{P_{\text{atm}}}{2}) R T_0$$

$$\left(\frac{I}{I_0} = \frac{\frac{I}{I_0} + \frac{k R T}{V} + 1}{5} \right)$$

$$P_{\text{CO}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$p_{\text{H}_2} \cdot \frac{V}{5} = \frac{V_{\text{H}_2} RT}{10V} = \frac{5V_{\text{H}_2} RT}{V} = \frac{20}{11} \frac{V_{\text{CO}_2} RT}{V} + p_{\text{atm}} \left(\frac{RT}{V} \right)$$

$$p_{CO_2} \frac{10V}{70} = N_{CO_2} RT$$

$$p_{H_2O} = p_{\text{атм}}$$

$$V_{ne} = 2(V_{co_2} - k p_{amr})$$

$$p_{CO_2} \cdot \frac{1}{20} V =$$

$$V_i = \frac{p_{\text{atm}} V}{p R T_c}$$

$$\Delta V = k \rho_{\text{аэром}}$$

$$P_{SO_2} = \frac{1}{2} P_{H_2O}$$

$$V_{re} = \frac{P_{max} V}{2 R T_0}$$

$$\frac{5 \text{ Paarse } \cancel{RT}}{2 \cancel{RT_0}} = 5 \text{ Paarse } \frac{T}{T_0} = \frac{20}{11} \cdot \frac{RT}{V} \cdot \left(\frac{\text{Paarse } \cancel{V}}{4RT_0} + k_{\text{Pa}} \right)$$

$$V_{CO_2} = \left(\frac{V_{acc}}{2} + k P_{atm} \right) + P_{atm}$$

$$5 p_{\text{anmer}} = \frac{5}{11} p_{\text{anmer}} \frac{1}{T_0} + \frac{20}{11} \frac{RT k p_{\text{anmer}}}{11V} + p_{\text{anmer}}$$

$$\beta = \frac{50}{11} \cdot \frac{I}{I_0} = \frac{20}{11} \cdot \frac{RT}{V} \ln$$

~~$$V_{\text{H}} = \frac{RT}{V}$$~~

$$T = \frac{(P_{CO_2} + P_{H_2O}) V}{5 V_{atm} R}$$

$$T_o = \frac{\text{pausur}}{\text{uuek}}$$

$$\frac{I}{T_0} = \frac{P_{CO_2} + P_{H_2O}}{5 \text{ Paumelle}}$$

$$p_{CO_2} =$$

$$p_{CO_2} \cdot \frac{1}{20} = p_{\text{ammon}} \left(\frac{1}{8 T_0} + \left(\frac{k}{v} \right) \frac{p_{CO_2} \left(\frac{1}{20} V \right)}{RT} \right) = \left(\frac{p_{\text{ammon}} V}{8 R T_0} + k p_{\text{ammon}} \right) R T$$

$$\frac{P_{\text{atm}} V}{1} = V_{\text{He}} R T_0$$

$$\frac{p_{\text{max}} V}{p} = V_1 RT_0$$

$$P_{CO_2} = (V_1 + \Delta V) / RT$$

$$(P_{CO_2} + P_{H_2O}) \frac{V}{P} = V_{H_2O} P_H$$