



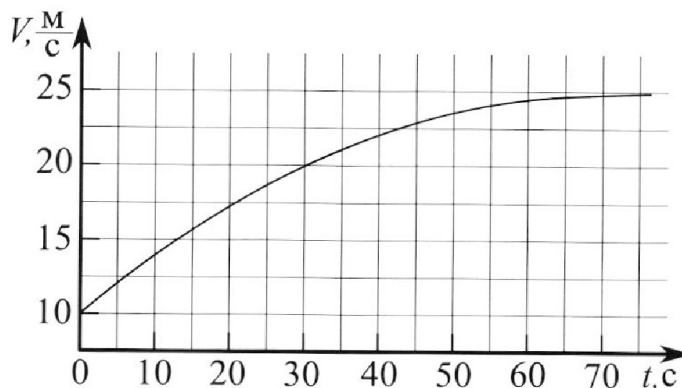
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

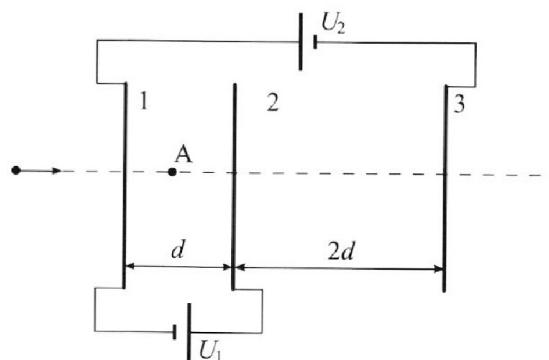
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд 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 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 Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. 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.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

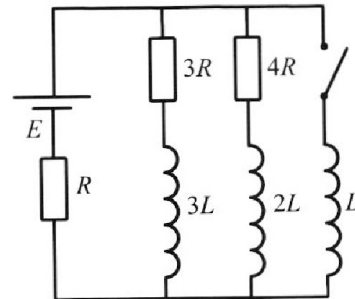
Вариант 11-03

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 $n_v = 1,0$. 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.

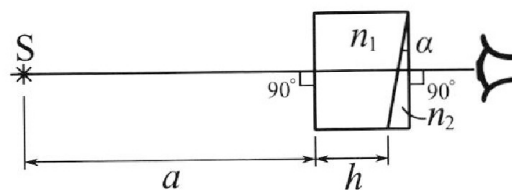


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

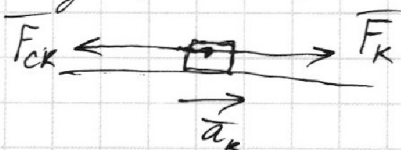
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



N1

На графике видно, что ~~на участке~~ ^{на участке}
 $t \in [0; 10]$ $V(t)$ почти ~~прямая~~ линейная
 также видно, что изменение скорости на
 этом промежутке $\Delta V \approx 4 \text{ м/с}$
 Тогда ускорение на этом промежутке можно
 посчитать как $a_0 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ м/с}^2$
 $\Delta t = 10 \text{ с}$ - ~~время~~ время на данном промежутке
 (1) $a_0 = 0,4 \text{ м/с}^2$ - ускорение вначале
 На графике видно, что при скорости $V_k = 25 \text{ м/с}$
 в момент $t = 75 \text{ с}$, скорость почти не меняется $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ ускорение в этот момент ~~не~~ $a_k = 0$

сила сопротивления $F_c \sim V \Rightarrow F_c = \beta \cdot V$,
 где $\beta = \text{const}$ рассматриваю движение в конце:



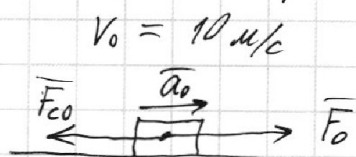
$$m a_k = F_k - F_{ck}$$

$$m a_k^0 = F_k - \beta \cdot V_k$$

$$F_k = \beta \cdot V_k$$

$$\beta = \frac{F_k}{V_k} \quad (2)$$

рассматриваю движение вначале



$$F_{c0} = \beta \cdot V_0$$

$$m a_0 = F_0 - F_{c0} = F_0 - \beta \cdot V_0 \quad (3)$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

представлю. В (3) (2) $\Rightarrow m a_0 = F_0 - \cancel{F_k} \frac{F_k}{V_k} \cdot V_0$

$$F_0 = m a_0 + \frac{F_k}{V_k} \cdot V_0 = 1500 \cdot 0,4 + \frac{600}{25} \cdot 10 = \\ = 600 - 240 = 360 \text{ Н}$$

$$P_0 = F_0 \cdot V_0 = \left(m a_0 - \frac{F_k}{V_k} \cdot V_0 \right) \cdot V_0 = 3600 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $a_0 = 0,4 \text{ м/с}^2$

2) $F_0 = 360 \text{ Н}$

3) $P_0 = 3600 \text{ Вт}$

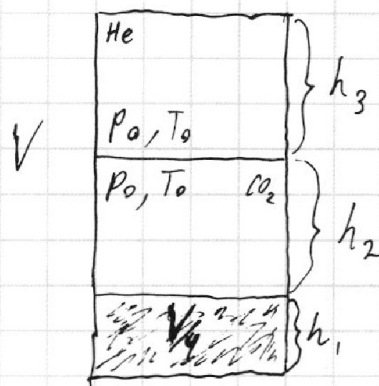
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



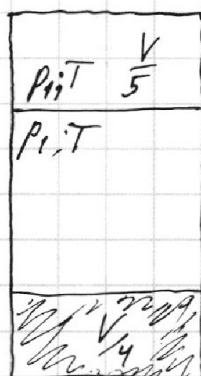
$$V_{He} + V_{CO_2} = V - \frac{V}{4} = \frac{3}{4}V \quad (1)$$

$$p_0 \cdot V_{He} = \nu_{He} R T_0 \quad (2)$$

$$p_0 \cdot V_{CO_2} = \nu_{CO_2 1} R T_0 \quad (3)$$

$$\Delta \nu_{CO_2} = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} \quad (4)$$

~~при~~ Когда нагрели до T :



$$p_1 = p_{H_2O(T)} + p_{CO_2} \quad (5)$$

$$p_{H_2O(T)} = p_{atm} = 2p_0 \quad (6)$$

$$p_{CO_2} \cdot \left(V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4}\right) = \nu_{CO_2 2} R T \quad (7)$$

$$\nu_{CO_2 2} = \nu_{CO_2 1} + \Delta \nu_{CO_2} \quad (8)$$

$$p_1 \cdot \frac{V}{5} = \nu_{He} R T \quad (9)$$

подст. (6) в (5) $p_1 = 2p_0 + p_{CO_2} \Rightarrow p_{CO_2} = p_1 - 2p_0$

подст. в (7) $\Rightarrow (p_1 - 2p_0) \cdot \left(\frac{11}{20} \cdot V\right) = \nu_{CO_2 2} R T$,

подст. сюда (8) $\Rightarrow (p_1 - 2p_0) \cdot \frac{11}{20} V = (\Delta \nu_{CO_2} + \nu_{CO_2 1}) \cdot R T$;

подст. сюда (4) $\Rightarrow (p_1 - 2p_0) \cdot \frac{11}{20} V = \left(\frac{k p_0 V}{4} + \nu_{CO_2 1}\right) R T \quad (1.1)$

Из (1): ~~$V_{He} = -V_{CO_2} + \frac{3}{4}V$~~ $V_{He} = -V_{CO_2} + \frac{3}{4}V$; подст. в (2) $\Rightarrow$

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!

$$\Rightarrow p_0 \left(\frac{3}{4} V - V_{CO_2} \right) = \nu_{He} R T_0 \quad (1.2)$$

~~из~~ из (9): $p_1 = \frac{5 \nu_{He} R T}{V}$ подст. в (1.1)

$$\left(\frac{5 \nu_{He} R T}{V} - 2 p_0 \right) \cdot \frac{11}{20} V = \left(\frac{k p_0 V}{4} + \nu_{CO_2 1} \right) \cdot R T$$

$$\frac{11}{4} \cdot \nu_{He} R T - 1,1 \cdot p_0 V = \frac{k}{4} R T \cdot p_0 V + \nu_{CO_2 1} \cdot R T$$

$$\nu_{He} = \frac{4,4}{11} \cdot \frac{p_0 V}{R T} + \frac{k}{11} p_0 V + \frac{4}{11} \cdot \nu_{CO_2 1} \quad \text{подст.}$$

в (1.2) $\frac{3}{4} p_0 \cdot V - p_0 V_{CO_2} = R T_0 \cdot \left(\frac{4,4}{11} \cdot \frac{p_0 V}{R T} + \frac{k}{11} \cdot p_0 V + \frac{4}{11} \cdot \nu_{CO_2 1} \right)$; подст. (3) $\Rightarrow$

~~из (3)~~ $\Rightarrow \frac{3}{4} p_0 V - \nu_{CO_2 1} R T_0 = R T_0 \left(\frac{4,4}{11} \frac{p_0 V}{R T} + \frac{k}{11} p_0 V + \frac{4}{11} \nu_{CO_2 1} \right)$

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!



~~K₂~~



$$A_3 = -F_{31} \cdot \frac{d}{4} = -\frac{Uq}{4}$$

$$m_2 \text{ ЗЦЗ: } K_1, \cancel{K_2} + A_3 = K_3, \quad K_3 = \frac{mV_3^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} - \frac{Uq}{4} = \frac{mV_3^2}{2}$$

$$V_3^2 = V_0^2 - \frac{Uq}{2m}$$

$$V_3 = \sqrt{V_0^2 - \frac{Uq}{2m}}$$

$$\text{Ответ: } 1) a = \frac{U \cdot q}{m \cdot d}$$

$$2) K_1 - K_2 = U \cdot q$$

$$3) V_3 = \sqrt{V_0^2 - \frac{Uq}{2m}}$$

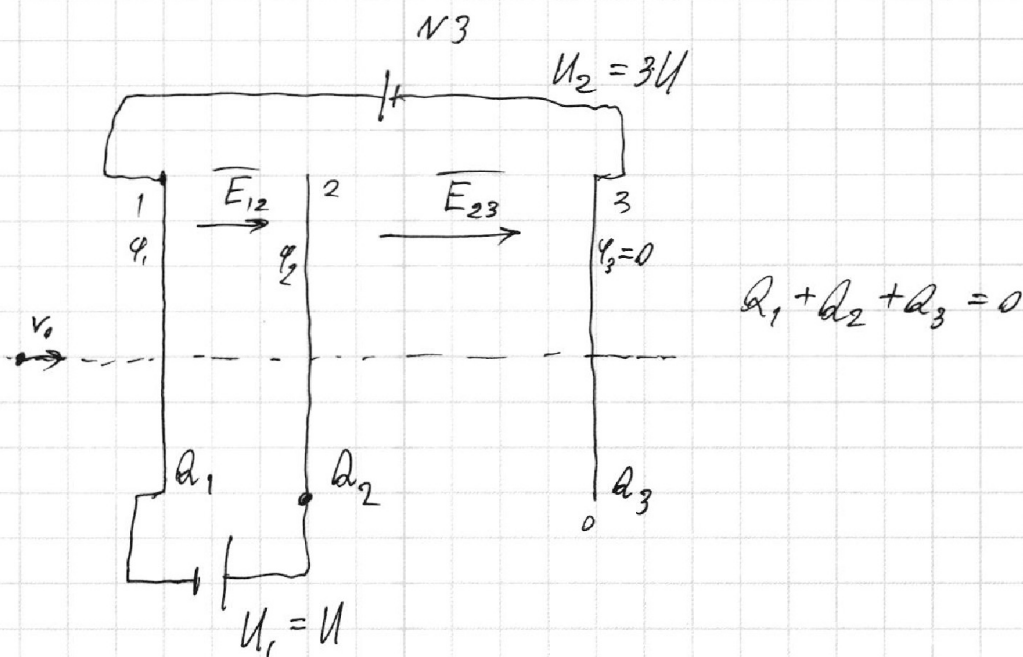
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

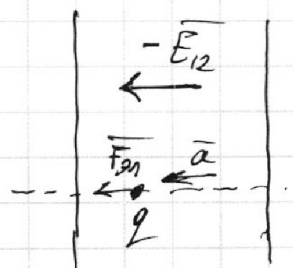
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



примем потенциал 3 пластины $\varphi_3 = 0$
 тогда $\varphi_1 = 3U$; $\varphi_2 = \varphi_1 + U = 4U$

$$E_{12} = \frac{-\varphi_2 + \varphi_1}{d} = -\frac{U}{d} < 0 \Rightarrow \text{направлено влево}$$

тогда между 1 и 2 :



$$F_{21} = -E_{12} \cdot q = \frac{U}{d} \cdot q$$

$$F_{21} = ma$$

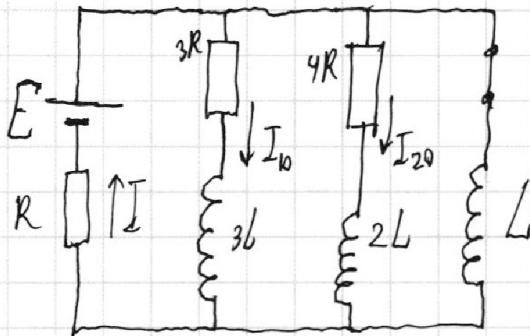
$$a = \frac{F_{21}}{m} = \frac{U \cdot q}{m \cdot d}$$

$$K_1 = \frac{mv_0^2}{2} ; A_{12} = -F_{21} \cdot d = -U \cdot q$$

из ЗСЭ: $K_1 + A = K_2 \Rightarrow K_1 - K_2 = -A = Uq$



Смысл тока в этот момент ещё не успели измениться $\Rightarrow$ напряжение на L :



$$\begin{aligned} \mathcal{E}_L &= 3R \cdot I_{10} = \cancel{4R} \\ &= 3R \cdot \frac{4E}{19R} = \frac{12}{19} \cdot E; \end{aligned}$$

$$\mathcal{E}_L = \frac{dI_L}{dt} \cdot L \Rightarrow \frac{dI_L}{dt} \cdot L = \frac{12}{19} \cdot E$$

$$\frac{dI_L}{dt} = \frac{12E}{19L}$$

при замкнутом ключе:

$$\begin{cases} E = IR + 3R \cdot I_1 + \frac{dI_1}{dt} \cdot 3L & (3.1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} E = IR + 4R \cdot I_2 + \frac{dI_2}{dt} \cdot 2L & (3.2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} E = IR + L \cdot \frac{dI_L}{dt} & (3.3) \end{cases}$$

$$(3.1) - (3.2): 3R \cdot I_1 + \frac{dI_1}{dt} \cdot 3L - 4R \cdot I_2 - 2L \cdot \frac{dI_2}{dt} = 0$$

$$3R \cdot \frac{dI_1}{dt} + 3L \cdot \frac{dI_1}{dt} = 4R \cdot \frac{dI_2}{dt} + 2L \cdot \frac{dI_2}{dt}$$

проинтегрируем обе части:

$$3R \cdot \Delta I_1 + 3L \cdot \Delta I_1 = 4R \cdot \Delta I_2 + 2L \cdot \Delta I_2 \quad (3.4)$$

$$(3.1) - (3.3):$$

$$3RI_1 + \frac{dI_1}{dt} \cdot 3L - L \cdot \frac{dI_L}{dt} = 0$$

$$3R \cdot \frac{dI_1}{dt} + \frac{dI_1}{dt} \cdot 3L = L \cdot \frac{dI_L}{dt}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

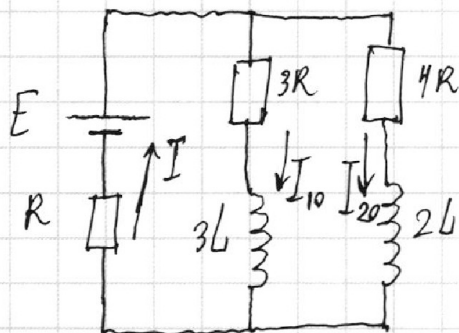
МФТИ

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



№4

при разомкнутом ключе:



режим установился $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ токи установились $\Rightarrow$
стали

$\Rightarrow$ катушки можно
считать ~~идеальными~~ идеальными
проводами

$$I = I_{10} + I_{20} \quad (1.1)$$

$$\begin{cases} E = IR + I_{10} \cdot 3R \quad (1.2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} E = IR + I_{20} \cdot 4R \quad (1.3) \end{cases}$$

подст. (1.1) в (1.2) и (1.3) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \begin{cases} E = I_{10}R + I_{20}R + I_{10} \cdot 3R = R \cdot (4I_{10} + I_{20}) \quad (1.2) \\ E = I_{10}R + I_{20}R + I_{20} \cdot 4R = R \cdot (I_{10} + 5I_{20}) \quad (1.3) \end{cases}$$

из (1.2) $I_{20} = \frac{E}{R} - 4I_{10}$ подст. в (1.3) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow E = R \cdot \left(I_{10} + 5 \cdot \frac{E}{R} - 20 \cdot I_{10} \right)$$

$$19R \cdot I_{10} = 4E$$

$$I_{10} = \frac{4E}{19R}$$

теперь разберём момент сразу после
замыкания ключа:

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

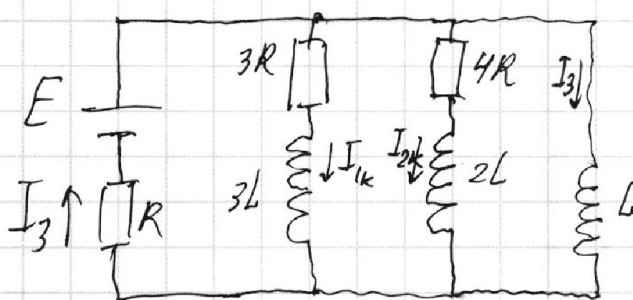
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



проинтегрируем обе части:

$$3R \cdot \Delta I_1 + 3L \cdot I_1 = L \cdot \Delta I_L \quad (3.5)$$

~~разберём начальный момент времени~~
разберём установившийся режим при замыкании ключа:



Токи не изменяются $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ напряжение на катушках $= 0$ и их можно считать идеальными проводниками

тогда ток ~~I_3~~ течёт только через L, R, E

$$I_3 = \frac{E}{R} ; I_{1k} = I_{2k} = 0$$

$$\text{Тогда } \Delta I_L = I_3 - 0, \Delta I_1 = I_{1k} - I_{10}, \Delta I_2 = I_{2k} - I_{20}$$

$$\Delta I_L = I_3, \Delta I_1 = -I_{10}, \Delta I_2 = -I_{20}$$

$$\text{подст. в (3.4), (3.5): } \begin{cases} 3R \Delta I_1 - 3L I_{10} = 4R \Delta I_2 - 2L I_{20} \\ 3R \Delta I_1 - 3L I_{10} = L \cdot I_3 \end{cases}$$

$$\Delta I_1 = \frac{3L I_{10} + L \cdot I_3}{3R} = 3L \cdot \frac{3 \cdot \left(\frac{4}{19} \cdot \frac{E}{R}\right) + \frac{E}{R}}{3R} =$$

$$= L \cdot \frac{\frac{31 \cdot E}{19 \cdot R}}{3R} = \frac{31 \cdot E \cdot L}{57 \cdot R^2}$$

$$\text{Ответ: 1) } I_{10} = \frac{4}{19} \cdot \frac{E}{R} ; 2) \frac{dI_L}{dt} = \frac{12E}{19L} ; 3) \Delta I_1 = \frac{31 \cdot E \cdot L}{57 \cdot R^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐

2 ☐

3 ☐

4 ☐

5 ☒

6 ☐

7 ☐



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



итак:

смещение по горизонт. : $\Delta l = (a + H) - l = 0$

смещение по вертикали: $\Delta y = \gamma_3 \cdot (a + H)$

смещение ~~ΔS~~ $\Delta S = \Delta y = \gamma_3 \cdot (a + H) = 0,07 \cdot 104 =$
 $= 7,28 \text{ см}$

ответ: 1) $\gamma_3 = 0,07 \text{ рад.}$

2) $\Delta S = 7,28 \text{ см}$

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

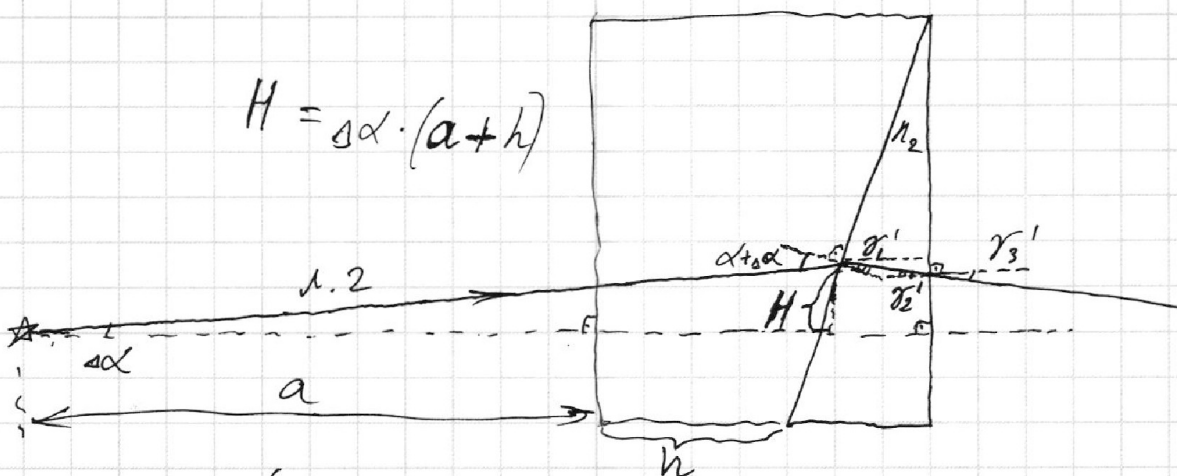
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$H = \Delta \alpha \cdot (a + h)$$

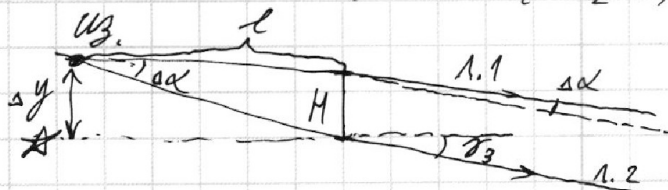
$$\begin{cases} \alpha + \Delta \alpha = n_2 \cdot \gamma_1' & (2.1) \\ \gamma_2' = \alpha - \gamma_1' & (2.2) \\ \gamma_3' = n_2 \cdot \gamma_2' & (2.3) \end{cases} \quad \begin{aligned} & \text{из (2.1)} \quad \gamma_1' = \frac{\alpha + \Delta \alpha}{n_2}; \\ & \text{подст. в (2.2):} \\ & \gamma_2' = \alpha - \frac{\alpha + \Delta \alpha}{n_2}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{подст. в (2.3): } \gamma_3' &= n_2 \cdot \left(\alpha - \frac{\alpha + \Delta \alpha}{n_2} \right) = \\ &= \alpha \cdot (n_2 - 1) - \Delta \alpha \end{aligned}$$

Итак, есть луч $L1$ и $L2$

$L1$ отклонён на γ_3 , $L2$ на γ_3'

$$\gamma_3 - \gamma_3' = \alpha \cdot (n_2 - 1) - \alpha \cdot (n_2 - 1) + \Delta \alpha = \Delta \alpha$$



$$\Delta y = \gamma_3 \cdot (a + h)$$

~~Итак, есть луч L1 и L2~~

$$L \cdot \Delta \alpha = H$$

$$L = \frac{H}{\Delta \alpha} = a + h$$

Тогда изображение находится на пересечении
~~лучей~~ прямых $L1$ и $L2$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

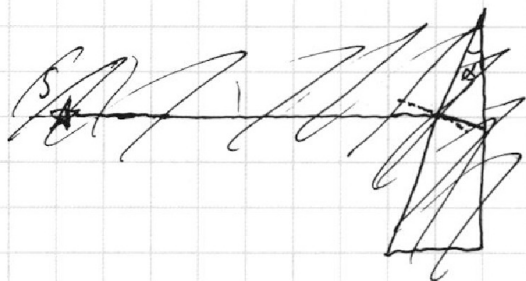
МФТИ

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

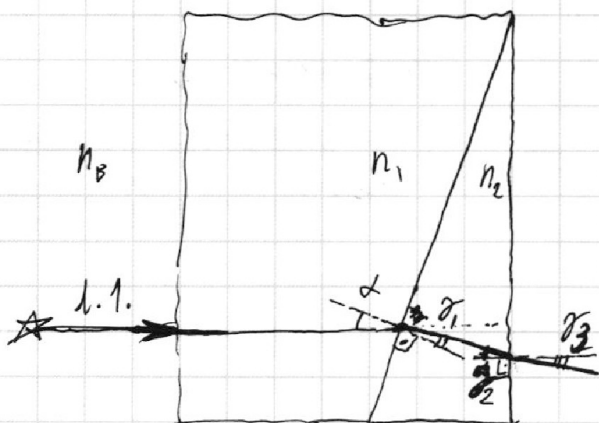


N5

$$n_1 = n_B = 1 \quad n_2 = 1,7$$



$\alpha, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ - малы



$$\begin{cases} \alpha \cdot n_1 \neq \gamma_1 \cdot n_2 \\ \alpha \cdot n_2 = \gamma_2 \cdot n_B \\ \alpha = \gamma_1 \cdot n_2 \\ \alpha \cdot n_2 \neq \gamma_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \alpha = \gamma_1 \cdot n_2 & (1) \\ \gamma_2 = \alpha - \gamma_1 & (2) \\ \gamma_2 \cdot n_2 = \gamma_3 & (3) \end{cases}$$

Всё верно (2)

или
 $\gamma_2 \neq \gamma_3$

из (1) $\gamma_1 = \frac{\alpha}{n_2}$ подст. в (2) $\gamma_2 = \alpha - \frac{\alpha}{n_2}$ подст.

в (3) $\left(\alpha - \frac{\alpha}{n_2}\right) \cdot n_2 = \gamma_3 \Rightarrow \gamma_3 = \alpha \cdot (n_2 - 1) = 0,07 \text{ рад}$

разберём наименьшее расстояние между ист. и приём.

разберём ход луча, отклонённый на малый угол α по горизонтали



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. Поряд QR-кода недоступен!

МФТИ

$$\frac{J_{He}}{J_{CO_2}} = \frac{3V}{4V_{CO_2}}$$

$$J_{He} R T_0 = p_0 \left(\frac{3}{4} V - V_{CO_2} \right)$$

$$J_{CO_2} R T_0 = p_0 V_{CO_2}$$

$$4/J_{He}$$

$$\frac{11}{4} J_{He} R T - 1.9 \cdot p_0 V = \frac{k p_0 V}{4} \cdot R T + J_{CO_2} \cdot R T$$

$$\frac{0.5}{4} \cdot 10^{-3} \cdot 3000$$

$$k J_{He} - 8 = J_{CO_2}$$

$$(J_{He} + J_{CO_2}) R T_0 = p_0 \frac{3}{4} V$$

$$2 p_0 \cdot \frac{4}{20} \cdot V = J_{He} R T$$

$$(J + 1) R T_0 = \frac{p_0 \cdot \frac{3}{4} V}{J_{He}}$$

$$p_0 V_{CO_2} = J_{CO_2} R T_0$$

$$(J_{He} + J_{CO_2}) R T_0$$



На одной странице можно оформить **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. Личная QR-кода недоступна!

МФТИ



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!

Handwritten calculations and diagrams on a grid background.

Top left: $373 \cdot 8 \approx 3011$

Left side: m , $\rho_0 = \frac{\rho_{\text{max}}}{2}$, F_c , $F_c \approx \beta \cdot V$, $F_c \approx \beta \cdot V$, $m a = F_c - \beta \cdot V$, $m \frac{dV}{dt} = F_{\text{max}} - \beta V$, $a \approx 0$, $F_k = \beta \cdot V_k$, β .

Center: $\rho_0 = \frac{\rho_{\text{max}}}{2}$, $T = 100^\circ\text{C}$, V_4 , V_5 , 104 , 728 , 104 , 728 , 104 , 728 .

Right side: $\rho_0 = \frac{\rho_{\text{max}}}{2}$, $T = 100^\circ\text{C}$, V_4 , V_5 , 104 , 728 , 104 , 728 .

Bottom: $F_k = \beta \cdot V_k$, $\beta = \frac{F_k}{V_k}$, $F_0 - \beta \cdot V_0 = m \cdot a_0$, $F_0 - \frac{F_k}{V_k} \cdot V_0 = m a_0$, $1500 \cdot 4 = 6000$, $\rho_0 = \frac{\rho_{\text{max}}}{2}$, $\rho_0 = \frac{\rho_{\text{max}}}{2}$, $\rho_0 = \frac{\rho_{\text{max}}}{2}$, $\rho_0 = \frac{\rho_{\text{max}}}{2}$.

Diagrams: A diagram of a rocket engine with a nozzle, showing the flow of gas and the forces acting on it. Another diagram shows a cross-section of a rocket engine with a nozzle, showing the flow of gas and the forces acting on it.

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!



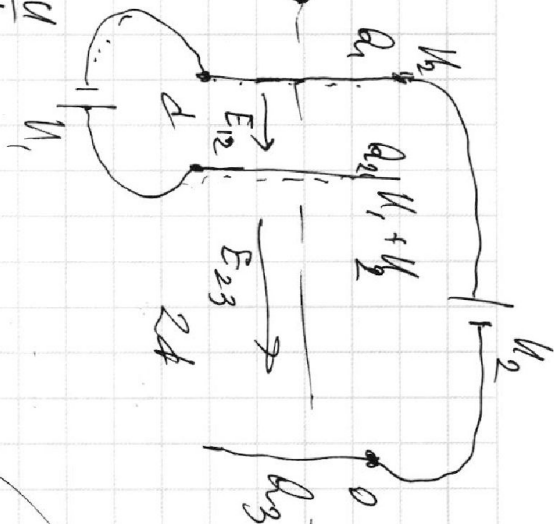
$$\rho_0 \frac{dV}{dt} = j_{me} R T_0$$

$$\rho_0 V_{CO_2} = j_{CO_2} R T_0$$

$$\frac{3V}{4V_{CO_2}} = j_{me} R T_0$$

пот. в проводнике
счит

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



$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$Q_3 = -(Q_1 + Q_2)$$

$$E_{12} = \frac{Q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_2}{2\epsilon_0 S} = -\frac{U_1}{d}$$

$$E_{23} = \frac{Q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{U_2 + U_1}{2d}$$

$$\frac{Q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q_2}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{U_2 + U_1}{2d}$$

$$\frac{Q_1}{\epsilon_0 S} = \dots$$

$$E = IR + 3R \cdot I_1 + \dots$$

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

$$I_1 = I_1 \cdot 3L + 3R \cdot I_2$$

$$\frac{dI_1}{dt} \cdot 3L + 3R I_1 = 4R I_2 + \frac{dI_2}{dt} \cdot 2L$$

$$\frac{dI_1}{dt} \cdot 3L + 3R I_1 = 4R I_2 + \frac{dI_2}{dt} \cdot 2L$$

$$3L \frac{dI_1}{dt} + 3R I_1 = 4R I_2 + 2L \frac{dI_2}{dt}$$

$$\Delta I_1$$

$$\Delta I_2$$