

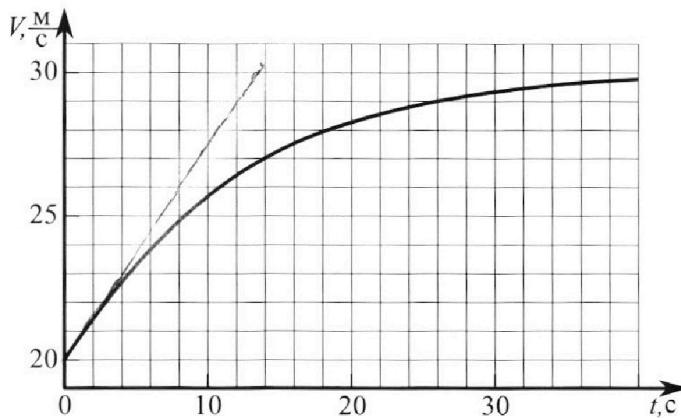
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

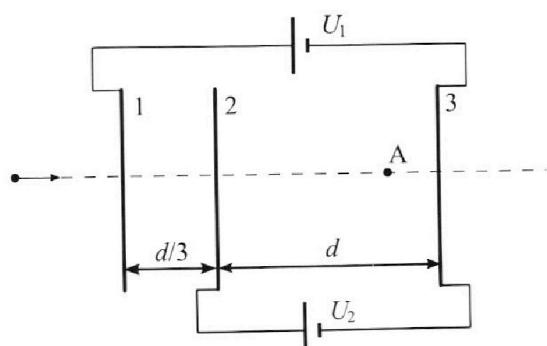
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p w$. 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

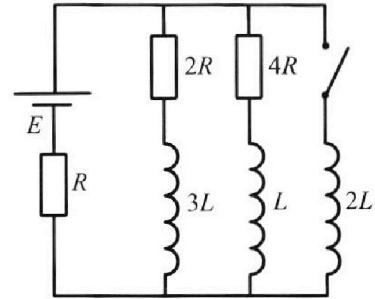
Вариант 11-04

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.

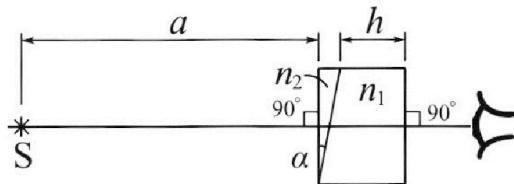
- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

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 $n_b = 1,0$. 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.



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"/> |

МФТИ



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

Продолжение Задачи №1

$$F_{T_0} = \frac{N}{N_0} - m a_0 = \frac{N_k}{N_0} F_k - m a_0 =$$

$$= \frac{30}{20} \cdot 200 - 240 \cdot \frac{3}{4} = 300 - 180 = 120 \text{ Н}$$

F_{T_0} - сила тормоза ($t=0$)

$$3) m a_0 = F_{T_0} - F_0$$

$\Rightarrow F_{T_0} = F_0 + m a_0$ + сила тормоза преодолевает

силу сопротивления \neq разгоняет машина

\Rightarrow Для достижения, заданное та же задача. F_0 :

$$\frac{F_0}{F_{T_0}} = \frac{F_0}{\frac{N_k F_k}{N_0}} = \frac{F_0 N_0}{N_k F_k} = \frac{120 \cdot 20}{30 \cdot 200} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5} = 0,4$$

Ответ: 1) $0,75 \text{ м/с}^2$; 2) 120 Н ; 3) $0,4$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

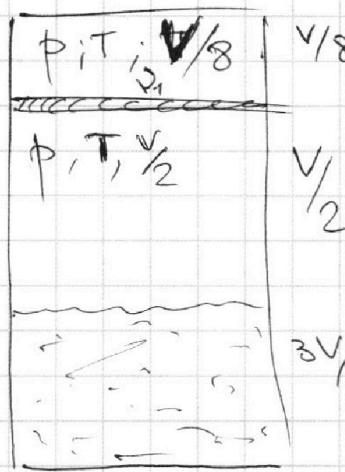
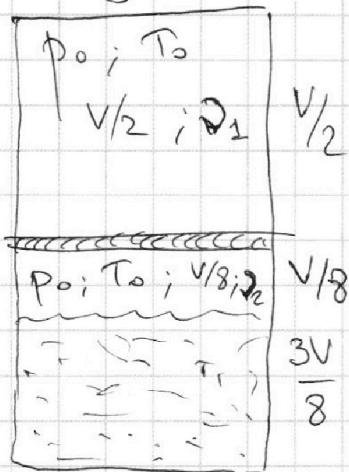


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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

МФТИ

Задача №2



1) Верхний газ:

Упруг. сост. уг. газа:

$$\textcircled{1} \quad p_0 \frac{V}{2} = \bar{v}_1 R T_0$$

$$\textcircled{2} \quad p \frac{V}{8} = \bar{v}_2 R T = \bar{v}_2 R \frac{4}{3} T_0$$

\bar{v}_1 - кон-бо CO_2 в
верхнем газе

\bar{v}_2 - кон-бо CO_2 в
нижнем газе

Δv - кон-бо CO_2 в ваге
p - давление в сосуде
при T_0

$$\Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{p/8}{p_0/2} = \frac{p}{4p_0}$$

$$\Rightarrow p = \frac{16}{3} p_0$$

нижний газ: Уп-ие сост. уг. газа:

$$\textcircled{3} \quad p_0 \frac{V}{8} = \bar{v}_2 R T_0 \quad \textcircled{4} \quad p_{\text{газ}} = p_0 = p + p_{\text{нн}}^0 - \text{изменение давл. наст. паров. при } T_0$$

$$\Rightarrow \text{Разделим } \textcircled{1} \div \textcircled{3}: \quad \left[\frac{\bar{v}_1}{\bar{v}_2} \right] = \frac{1/3}{1/8} \quad \boxed{4}$$

нижний газ:

$$\Rightarrow \text{При } T=T_0 \quad p = p_{\text{CO}_2} + p_{\text{нн}}$$

Общее давление p складывается из давления p_{CO_2}

сухого CO_2 и давление наст. паров при

при температуре $T=100^\circ\text{C}$: $p_{\text{нн}} = p_{\text{атм}}$ (при $T=100^\circ\text{C}$)

\Rightarrow Дав сухого CO_2 при сост. уг. газа:

$$\textcircled{4} \quad (p - p_{\text{атм}}) \frac{V}{2} = (\bar{v}_2 + \Delta v) RT$$



- | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | 2 | <input 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!

При увеличении $T_0 \rightarrow T = \frac{4}{3}T_0$

~~если~~ ~~если~~ Растворимый газ CO_2
состоит из CO_2 и нерастворимого газа (N_2 , Ar и т.д.)
не растворен

$$\Rightarrow V = V_2 + \Delta V, \text{ где } \Delta V = k \cdot p_0 \cdot \frac{3V}{8} = \frac{3}{8} k p_0 V$$

Разделим ④ \div ②:

$$\frac{(p - p_{\text{атм}}) \frac{V}{2}}{p \frac{V}{8}} = \frac{(V_2 + \Delta V) RT}{V_1 RT} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4 \left(1 - \frac{p_{\text{атм}}}{p}\right) = \frac{V_2}{V_1} + \frac{\Delta V}{V_1} = \frac{1}{4} + \frac{\frac{3}{8} k p_0 V}{V_1}$$

из ①: $p_0 \frac{V}{2} = V_1 RT_0 \Rightarrow \frac{p_0 V}{V_1} = 2RT_0$

$$4 - \frac{4 p_{\text{атм}}}{16 p_0} \cdot 3 = \frac{1}{4} + \frac{3}{8} k \cdot 2RT_0 \Rightarrow T_0 = \frac{3}{4} T$$

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{p_{\text{атм}}}{p_0} = 4 - \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{3}{4} k RT_0 = \frac{15}{4} - \frac{9}{16} k RT_0$$

$$\Rightarrow p_0 = \frac{3 p_{\text{атм}}}{15 - \frac{9}{4} k RT} = \frac{3 p_{\text{атм}}}{15 - \frac{9}{4} k RT}$$

$$= \frac{3 p_{\text{атм}}}{15 - \frac{9}{4} \cdot 0,6 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3} = \frac{3 p_{\text{атм}}}{15 - \frac{9}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 3} = 5 - \frac{27}{20}$$

$$= \frac{20 p_{\text{атм}}}{100 - 27} = \boxed{\frac{20}{73} p_{\text{атм}}}$$

Ответ: 1) 4; 2) $\frac{20}{73} p_{\text{атм}}$.

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

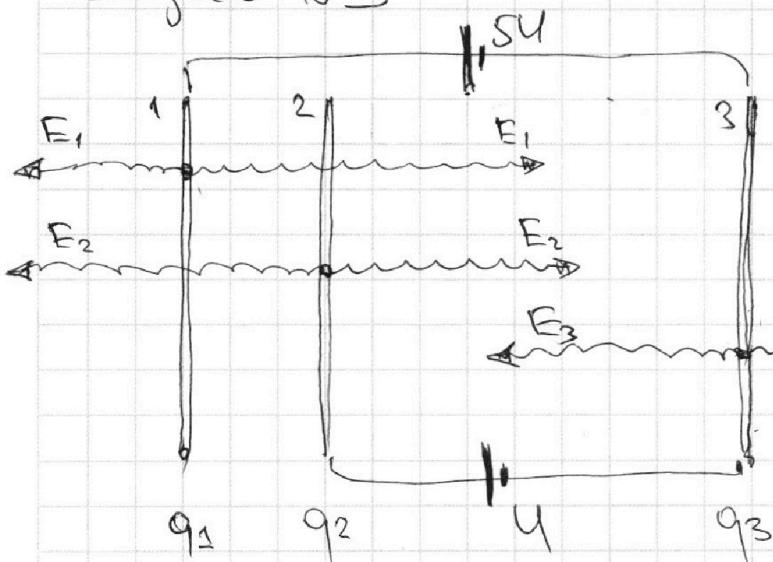
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Задача №3



Пусть заряды на
сетках q_1, q_2, q_3 .

Т.к. изолировано
на сетках нет
заряда, то

ЗС Заряда:

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

E_1, E_2, E_3 - трансмиссионность

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

$$E_1 + E_2 + E_3 = 0$$

трансмиссионные между 1 и 3 сеткой S :

(разность потенциалов)

$$-SU = (E_2 - E_1) \frac{d}{3} + (E_3 - E_1 - E_2) d$$

трансмиссионные между 2 и 3 сеткой U :

(разность потенциалов)

$$-U = (E_3 - E_1 - E_2) d$$

$$\Rightarrow -4U = (E_2 - E_1) \frac{d}{3} \Rightarrow (E_2 - E_1) = -\frac{12U}{d}$$

$$\left. \begin{array}{l} E_3 - E_1 - E_2 = -\frac{U}{d} \\ E_1 + E_2 + E_3 = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \boxed{E_3 = -\frac{U}{2d}}$$

$$\left. \begin{array}{l} E_3 - E_1 - E_2 = -\frac{U}{d} \\ E_2 - E_1 = -\frac{12U}{d} \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} E_3 - 2E_1 &= -\frac{13U}{d} \Rightarrow E_1 = \frac{1}{2} \left(E_3 + \frac{13U}{d} \right) = \\ &\Rightarrow E_1 = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{U}{2d} + \frac{13U}{d} \right) = \pm \frac{25U}{4d} \end{aligned}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

$$\Rightarrow E_1 = -\frac{25}{4} \frac{U}{d}$$

$$\Rightarrow E_2 = -\frac{12U}{d} + E_1 = -\frac{12U}{d} + \frac{25U}{4d} = -\frac{23}{4} \frac{U}{d}$$

$$E_3 = -\frac{U}{2d}$$

1) Модуль ускорения в области 23

$$E_{23} = \cancel{E_2} - \cancel{E_1} \quad E_3 - E_1 - E_2 = \frac{U}{d} \quad \text{напряженность между сетками 23}$$

$$\begin{aligned} F &= qE_{23} \\ q &\rightarrow a_{23} \Rightarrow Q_{23} = q \cdot \frac{U}{d} = \boxed{\frac{qU}{d}} \end{aligned}$$

2) Разность $K_3 - K_2$

$$3C3: f_3 - f_2 = A_{23} \cancel{F_2 d} \cancel{F_3 d}$$

A_{23} - работа, совершил. объем от 2 к 3 сетки

$$A_{23} = F_{23} \cdot d = qE_{23} d = q \cdot \frac{U}{d} d = qU$$

$$\Rightarrow \boxed{K_3 - K_2 = qU}$$

3) 3C3: отearano go т. A. 8

$$\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = A_{12} + \frac{3}{4} A_{23}$$

A_{12} - работа. соб. объем
от 1 к 2 сетке

$$\Rightarrow \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = q \cdot 4U + \frac{3}{4} qU = \frac{19}{4} qU$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{V_0^2 + \frac{19qU}{2m}}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{qU}{md}; 2) qU; 3) \sqrt{V_0^2 + \frac{19qU}{2m}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

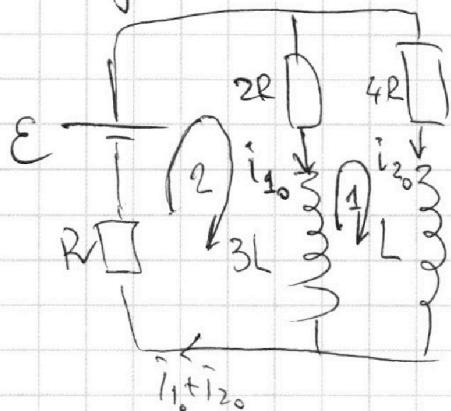


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

Задача №4



1) Составляя уравнения разности токов

Решим установившееся \Rightarrow

\Rightarrow токи постоянны \Rightarrow

$$2R \frac{di}{dt} = 0$$

$U_L = L \frac{\Delta i}{\Delta t} = 0 \Rightarrow$ напряжения на катушках нет.

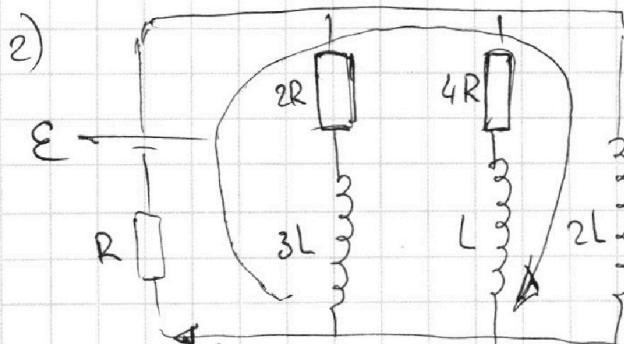
1) Правило Кирхгофа: $-i_{10} \cdot 2R + i_{20} \cdot 4R = 0$

$$\Rightarrow 2i_{10} = i_{20}$$

$$\begin{cases} i_{10} - \text{ток через } 2R \\ i_{20} - \text{ток через } 4R \end{cases}$$

2) Правило Кирхгофа: $E = i_{10} \cdot 2R + (i_1 + i_2)R$

$$\Rightarrow E = 4i_{20}R + 3i_{20}R = 7i_{20}R \Rightarrow i_{20} = \frac{E}{7R}$$



также: $\frac{\Delta i_{20}}{\Delta t}$ сразу после КВ

Сразу после КВ

токи i_{10} и i_{20}

не изменяются;

$$i_1 = i_{10}; i_2 = i_{10} \quad (\text{т.е. } U_{3L} = 3L \cdot \frac{\Delta i}{\Delta t}; U_L = 3L \cdot \frac{\Delta i}{\Delta t})$$

\Rightarrow ток через катушку не изменяется $i_{10} + i_{20} = i_1 + i_2$

2) Правило Кирхгофа: $E = 2L \frac{\Delta i_{20}}{\Delta t} + (i_1 + i_2)R$

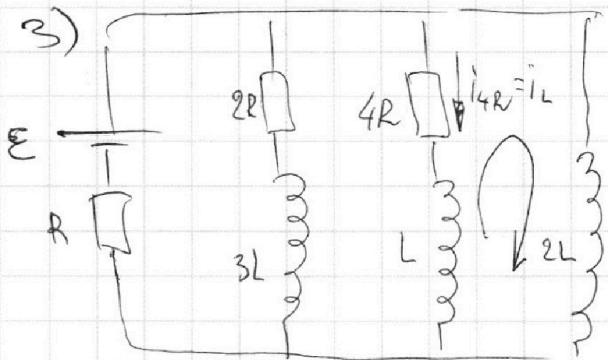
$$\Rightarrow 2L \frac{\Delta i_{20}}{\Delta t} = E - 3i_{20}R < E - \frac{3}{7}E = \frac{4}{7}E$$

$$\Rightarrow \left| \frac{\Delta i_{20}}{\Delta t} \right| = \frac{1}{2} \cdot \frac{4E}{7L} = \left| \frac{2E}{7L} \right|$$

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



тогда проходит дистанционно
времени \Rightarrow решения
установится, токи
все в катушках
станут постоянными

то есть тогда только через катушку 2 :

$$\text{3) } U_{2L} = U_{2R} + U_{3L} = U_{4R} + U_2$$

$$U_{2L} = \frac{\Delta i_{2L}}{\Delta t} = 0 \Rightarrow U_{2R} = 0 \text{ и } U_{4R} = 0 .$$

$$\text{2) Правило Кирхгофа: } 0 = -i_L \cdot 4R - L \frac{\Delta i_L}{\Delta t} + 2L \frac{\Delta i_{2L}}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow 2L \frac{\Delta i_{2L}}{\Delta t} = L \frac{\Delta i_L}{\Delta t} + 4i_L R \quad | \cdot \Delta t$$

$$2L \cdot \Delta i_{2L} = L \cdot \Delta i_L + 4R \left(\frac{i_L \cdot \Delta t}{\Delta t} \right) = \Delta q_R = \Delta q_{4R} \quad | \sum (\dots)$$

$$2L \left(\frac{\varepsilon}{R} - 0 \right) = L \cdot \left(0 - \frac{\varepsilon}{7R} \right) + 4R \cdot q_{4R}$$

$$\text{Ток в конце через } 2L : \quad \varepsilon = I_{2L} R \Rightarrow I_{2L} = \frac{\varepsilon}{R} \left(\text{В начальне } i=0 \right)$$

$$\text{В начале ток через } 4R \quad i_2 = i_{20} = \frac{\varepsilon}{7R} ; \text{ В конце } i=0$$

$$\Rightarrow 4R \cdot q_{4R} = \frac{2L\varepsilon}{R} + \frac{L\varepsilon}{7R} \quad \Rightarrow = \frac{15L\varepsilon}{7R}$$

$$\Rightarrow \boxed{q_{4R} = \frac{15L\varepsilon}{7R} \cdot \frac{1}{4R} = \frac{15L\varepsilon}{28R^2}}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{\varepsilon}{7R} ; 2) \frac{2\varepsilon}{7L} ; 3) \frac{15L\varepsilon}{28R^2}$$



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

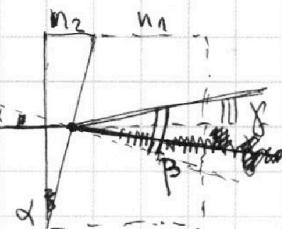
МФТИ

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

Задача №5

1)

S



$$T.F. n_1 = n_2 \approx ,$$

то искаже

входа луча

из n_2 , отникак не изменит
своё направление

Задача №5: (a, β γ-члены)

$$n_2 \sin \alpha = n_2 = \sin \beta \Rightarrow$$

$$n_2 \alpha = \beta \Rightarrow$$

$$\gamma = \beta - \alpha =$$

$$= n_2 \alpha - \alpha = (n_2 - 1) \alpha$$

Также луч не

преломится

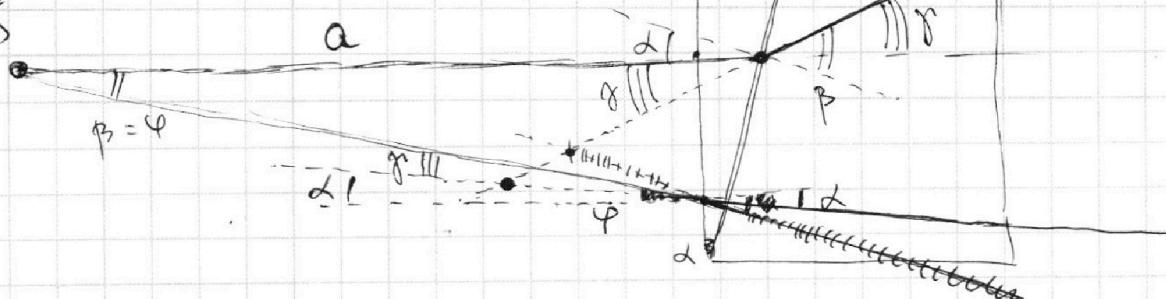
на границе n_2 и n_1 ,

т.к. угол падения = 90°

$$\gamma = (n_2 - 1) \alpha = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ рад}$$

2)

S



Рассмотрим луч, падающий + ходовой границе

и дифракционный + границе n_2 n_1 под $\angle = 90^\circ$

1 луч отразится так в 1 пункте,

$$2 \text{ луча: } \sin \varphi = n_2 \sin \alpha \Rightarrow \varphi = n_2 \alpha = \beta.$$

задача решена

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

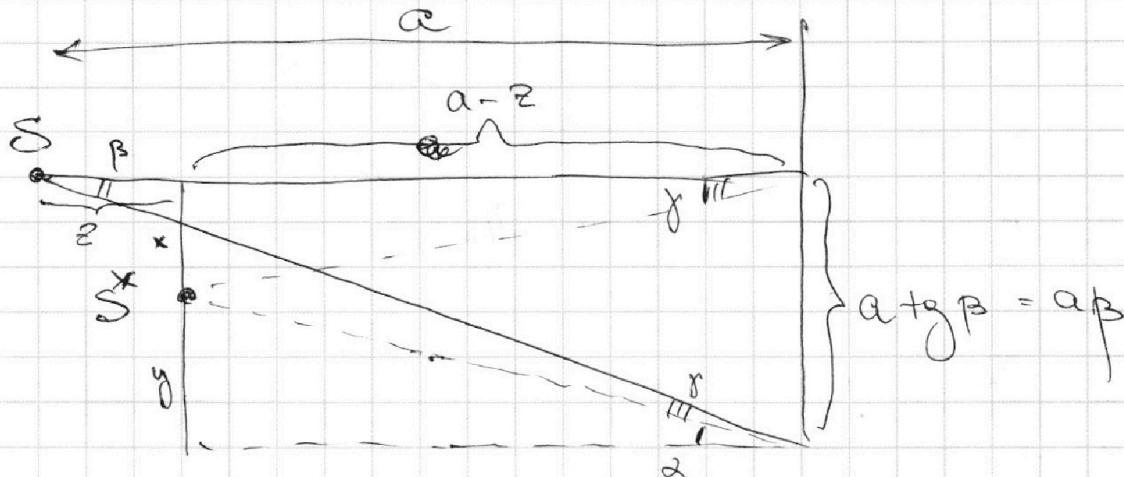
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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



$$\frac{x}{y} = \frac{(a-z) \cdot \tan \gamma}{(a-z) + \tan \alpha} - \frac{\gamma}{\alpha} \Rightarrow x = \frac{\gamma}{\alpha} \cdot a \beta = (n_2 - 1) a \beta$$

$$a-z = \frac{x}{\tan \gamma} = (n_2 - 1) a \cdot \frac{\beta}{\gamma} = (n_2 - 1) a \cdot \frac{n_2 \alpha}{(n_2 - 1) \alpha} = n_2 a$$

$$\Rightarrow |z| = a - (n_2 - 1) a \beta = a - n_2 a = (n_2 - 1) a$$

$$\Rightarrow d = \sqrt{x^2 + z^2} = \sqrt{(n_2 - 1)^2 + (n_2 - 1) \cdot n_2 \alpha^2} a$$

$$= \sqrt{0,49 + 0,49 \cdot 2,89 \cdot 0,01} \cdot 100 \text{ см}$$

$$\approx 7 \cdot \sqrt{1 + 0,0289} \text{ см} \approx 7 \text{ см}$$

Ответ: 1) 0,07 рад; 2) 7 см



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

Задача №1

1) Ускорение в начальный момент времени a_0 ?

$a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ - производная скорость по времени

= ~~производное~~ тангенс угла начальной скоростной линии

↙ графику $v(t)$.

$$a_0 = \tan \alpha_0 \approx \frac{16}{8} = \frac{13}{4} = 0,75 \text{ м/с}^2$$

N-мощность силы.

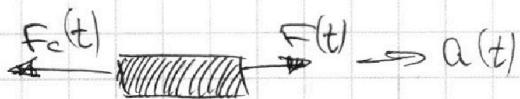
$$2) N = \frac{A}{\Delta t} = \frac{F S_f}{\Delta t} = F(t) \cdot v(t)$$

A - работа силы
 $F(t)$ - сила тяги
 S_f - перемещ. вдоль силы

В любой момент времени

$v(t)$ - скорость

В любой момент времени ?



II ЗН (математика) :

$$m \cdot a(t) = F(t) - F_c(t)$$

сила сопротивл.

$$\Rightarrow m \cdot a(t) = \frac{N}{v(t)} - F_c .$$

$$\text{В начале: } m a_0 = \frac{N}{v_0} - F_0 \Rightarrow F_0 = \frac{N}{v_0} - m a_0$$

В конце: $N = \text{const} \Rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 0$

$$\Rightarrow \frac{N}{v_k} - F_k = 0 \Rightarrow N = F_k v_k .$$

v_0 - нач. скорость $v_0 = 20 \text{ м/с}$ (из графика)

v_k - кон. скорость $v_k = 30 \text{ м/с}$ (из графика)

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!

$$\Delta V = F \cdot \frac{3V}{8} \cdot \rho_0$$

$$10^5 Pa = p_{atm}$$

тогда получим

$$p \frac{V}{2} = (\rho_2 + \Delta \rho)$$

$$p_{CO_2} \frac{V}{2} = (\rho_2 + \Delta \rho) RT$$

$$p = p_{CO_2} + p_{air}$$

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = 4 \quad \left[p = \frac{16}{3} \rho_0 \right]$$

$$\textcircled{4} \quad (p - p_{atm}) \frac{V}{2} - (\rho_2 + \Delta \rho) RT_0 = \frac{4}{3} (\rho_2 + \Delta \rho) RT_0$$

$$\textcircled{3} \quad p_0 \frac{V}{8} = \rho_2 RT_0 \quad \frac{\textcircled{4}}{\textcircled{3}} = 4 \cdot \left(1 - \frac{p_{atm}}{p} \right) = \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} + \frac{\Delta \rho}{\rho_1} \right)$$

$$\textcircled{1} \quad p_0 \frac{V}{2} = \rho_1 RT_0$$

$$4 - \frac{4 p_{atm}}{p} = \frac{1}{4} + \frac{3}{8} k p_0 V$$

$$\textcircled{2} \quad p \frac{V}{8} = \rho_1 RT$$

$$\frac{p_0 V}{\rho_1} = 2RT_0$$

$$4 - \frac{4 p_{atm}}{p} = \frac{1}{4} + \frac{3}{8} k \cdot 2RT_0$$

$$p = \frac{16}{3} \rho_0$$

$$T_0 = \frac{3}{4} T \quad \frac{81}{243}$$

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 3$$

$$300 -$$

$$\frac{81 \cdot 3}{20}$$

$$5 - \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} = \frac{27}{20} = \frac{100-27}{20}$$

$$\frac{3 \cdot 20}{300-243} = \cancel{60}$$

$$15 - \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 3 = \frac{3}{5 - \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5}}$$

$$3$$

$$= \frac{1}{100-27} = \frac{20}{73}$$

$$\frac{3}{15 - \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 3} = \frac{3 \cdot 20}{300 - 81} = \frac{3 \cdot 20}{219} = \frac{20}{73}$$

I-

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!

$$N = \text{const}$$

$$F_t = 200 \text{ H}$$



$$N = \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{F \cdot \Delta S}{\Delta t} = F \cdot v_{\text{avg}}$$

$$N = F(t) \cdot v(t)$$

$$F_t = F_k = \frac{N}{N_k} \Rightarrow N_k = \frac{N}{F_k}$$

$$\text{В конце } v = \text{const} \Rightarrow F = \text{const}$$

~~если~~ ~~если~~

$$a_0 = \frac{\Delta v_0}{\Delta t}$$

$$N = N_0, F_0 = v_0 F_k$$



$$\frac{1}{3} \frac{60}{780}$$

$$\text{Начало} \quad m \ddot{v} = N - F_k$$

$$m \ddot{v}_0 = F_t - F_0 = \frac{N}{v_0} - F_0 \quad \text{т.к.}$$

$$F_0 = \frac{N}{v_0} - m \ddot{v}_0$$

$$323 \cdot \frac{3}{4} = 300 < 27^\circ$$

$$m \ddot{v}_0 = \frac{N}{v_0} - F_0$$

$$F_t = F_0 + m \ddot{v}_0$$

$$\Rightarrow \frac{F_0}{F_t} = \frac{120}{300} = \frac{4}{10}$$

$$T_0 \rightarrow T = \frac{4T_0}{3}$$



$$\Delta V = k p$$

CO_2	T_0	$\frac{V}{2}$
p_0	$\frac{V}{2}$	$\frac{V}{2}$

CO_2	T_0	$\frac{V}{2}$
p_0	$\frac{V}{2}$	$\frac{V}{2}$
$\frac{7}{8}V$		$\frac{V}{8}$

Вспом:

$$p_0 \frac{V}{2} = \gamma_2 R T_0 \quad \frac{4}{3} T_0$$

$$\frac{7}{8}V \quad p \cdot \frac{V}{8} = \gamma_1 R T$$

$$\frac{4}{3} = \frac{p/8}{p_0/2} \cdot \frac{p \cdot 2}{8 p_0} = \frac{p}{4 p_0}$$

$$16 p_0 = 3 p \quad p_0 = \frac{16}{3} p_0$$

Было

$$p_0 \frac{V}{8} = \gamma_2 R T_0$$

$$\Delta P = k \cdot \frac{3V}{3} \cdot p_0$$

$$U = E \downarrow$$

Cl

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!

12:15 2 задачи 12.45. Ильин

154

$$E_3 - 2E_1 = \frac{134}{d}$$

$$\text{Без} = \frac{U}{2d} - \frac{134}{d} = 2E_1$$

$$\frac{-2S}{2d} = 2E_1$$

$$S = \frac{23+2S}{12} + \left(\frac{1}{2} + \frac{2S}{4} = \frac{23}{4} \right)$$

$$154 + 1$$

~~$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{23}{4}qU$$~~

$$4 + \frac{3}{4} = \frac{19}{4} = 4,75. 8$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{13qU}{2m}}$$

2,5 сек - 3 задачи ильин (1,5 сек)

Ключ подсчитал:

Решение установлено \Rightarrow ТОРА

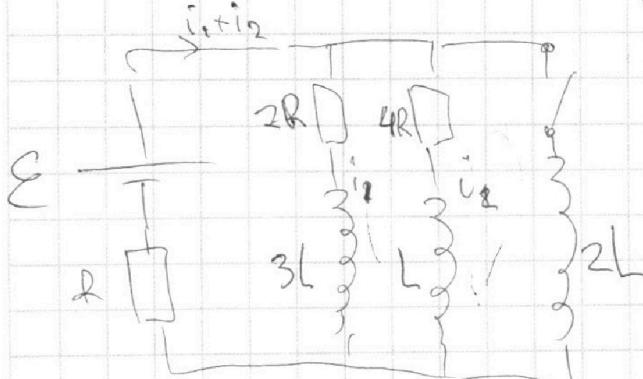
в которых ~~было~~ поставлено,

$$\text{1) } I_{20} = 0$$

$$E = (i_1 + i_2)R +$$

$$q_{4R} = 2q_{12}, 4t$$

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$



$$2L \frac{\Delta i_{22}}{\Delta t} = L \frac{\Delta i_2}{\Delta t} + 4i_L R$$

$$\Delta q_L = \Delta q_{12}$$

$$2L \Delta i_{22} = L \Delta i_2 + 4R i_L \Delta t = 12$$

$$2L \left(\frac{E}{R} - 0 \right) = L \left(0 - \frac{E}{7R} \right) + 4R q_L$$



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!

Исчит. задача

$$\sqrt{u_2^2 - f_s^2}$$

