



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



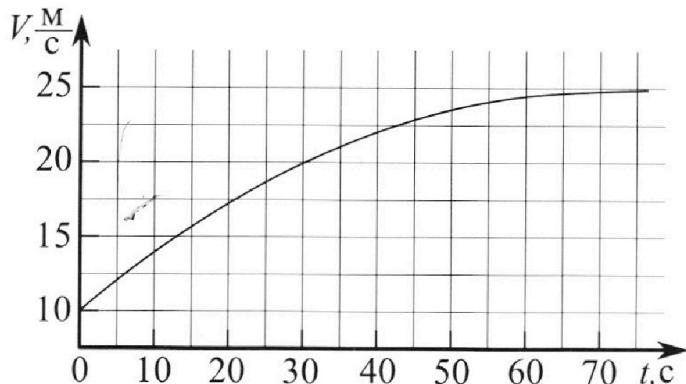
Вариант 11-01

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

1. Автомобиль массой $m = 1800$ 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 $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.

- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.
- 2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .
- 3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировано 10%.

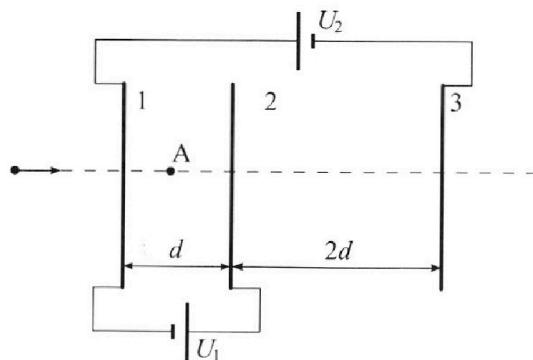


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p v$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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 $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. 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 А на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

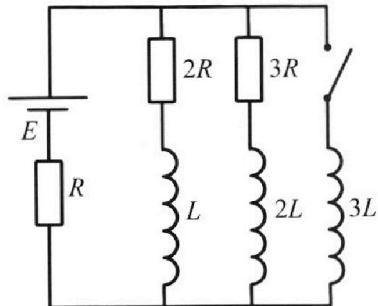


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

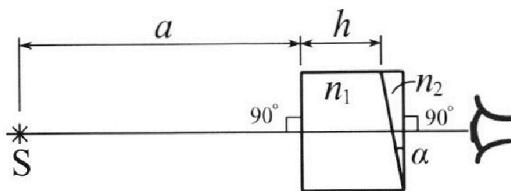
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установленся. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ 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 $a = 194$ 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 $h = 9$ 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

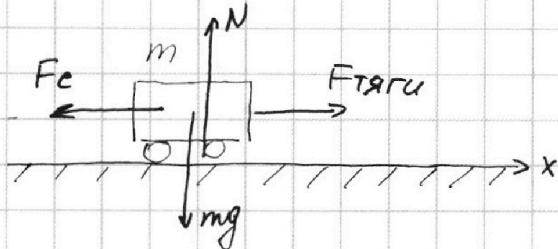


- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ.

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

$$F_k = 500 \text{ H}$$



$F_k \sim \vartheta$, потому $\alpha - \text{коэффициент трения}.$

Решение: 1) $\alpha = \frac{\Delta \vartheta}{\Delta t} = \dot{\vartheta}(t) =$
 $\operatorname{tg} \vartheta$ (тангенс угла наклона касательной в предыдущей точке).

$$\alpha = \frac{25 - 20 \frac{\text{рад}}{\text{с}}}{20 \text{ с}} = \frac{5}{20} \approx 0,25 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$$

2) 23Н для автомобиля в произв. момент

времени: Ox: $F_{\text{таги}} - F_k = ma$

Все в конце разгона $\alpha \approx 0$ и движ. можно считать равномерным с уст. скоростью,

$$\text{тогда } F_{\text{таги}} = F_k = \alpha \cdot \vartheta$$

$$F_k = \alpha \cdot \vartheta_k \Rightarrow \alpha = \frac{F_k}{\vartheta_k} = \frac{500 \text{ H}}{25 \frac{\text{рад}}{\text{с}}} = 20 \frac{\text{H}\cdot\text{с}}{\text{рад}} \Rightarrow$$

в момент t при скорости ϑ ,

$$F_{\text{таги}} = ma + F_k = m \cdot \alpha + \alpha \cdot \vartheta, = 1800 \text{ кг} \cdot 0,25 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2} + 20 \frac{\text{H}\cdot\text{с}}{\text{рад}} \cdot 20 \frac{\text{рад}}{\text{с}} = \\ = 0,25 \cdot 1800 + 400 = \frac{1800}{4} + 400 = 450 + 400 = 850 \text{ H}$$

$$3) P = \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{\vec{F} \cdot \vec{s}}{\Delta t} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

$$P_{\text{гб}} = \vec{F}_{\text{таги}} \cdot \vec{v} = F \cdot v, = 850 \text{ H} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 85 \cdot 2 \cdot 100 =$$

$$= 17000 \text{ Вт} = 17 \text{ кВт}$$

Ответ: а) $0,25 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$ б) 17 кВт
 в) 850 H



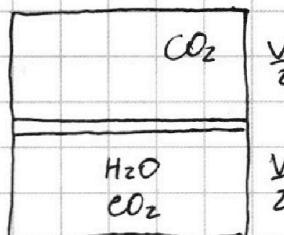
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



T_0 - равновесие

$$V_{\text{испар}} = \frac{V}{4}$$

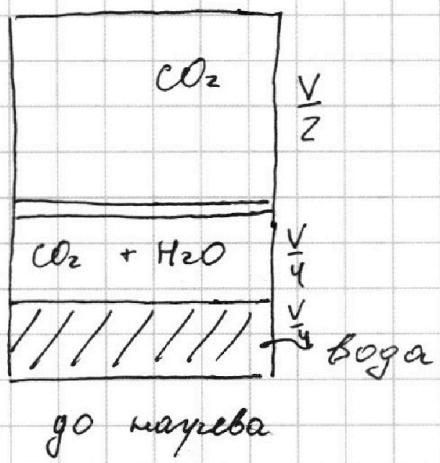
$$1) \frac{V_{\text{испар}}}{V_{\text{испар}} + V_{\text{жидк}}} - ?$$

$$T_0 \rightarrow T = \frac{5T_0}{4}$$

$$2) P_0 - ?$$

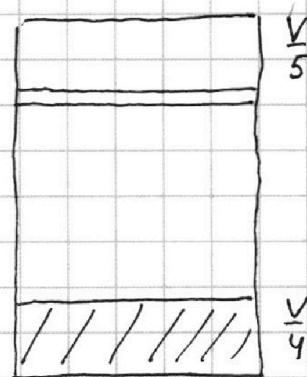
$$V_{\text{воздух}} = \frac{V}{5}$$

$$\Delta P = k_P \Delta T$$



до нагрева

T_0

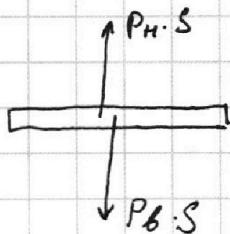


после нагрева

$$T = \frac{5}{4} T_0$$

1)

условие равновесия линии:



по условию пары не смешиваются
и давлением воздуха
паров можно пренебречь, то сда

$$P_H \cdot S = P_B \cdot S, \text{ где } S - \text{ площадь порции}$$

запишем уник:

$$P_B = P_H = P_0$$

$$\begin{cases} P_B \cdot \frac{V}{2} = V_B \cdot R T_0 \\ P_H \cdot \frac{V}{4} = V_H \cdot R T_0 \end{cases}$$

$$\left| \frac{P_0 \cdot V}{2} \cdot \frac{4}{P_H \cdot V} = \frac{V_B \cdot R T_0}{V_H \cdot R T_0} \right| \frac{V_B}{V_H} = 2$$

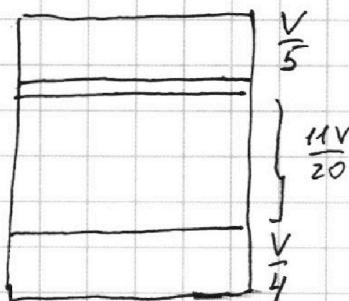


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

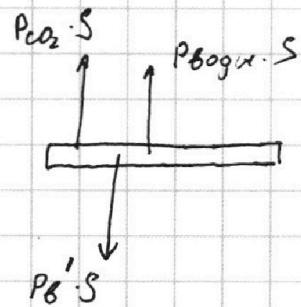
МФТИ

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

2) Равн. паров при $T = \frac{5}{4} T_0 = P_{ATM}$ ($100^\circ C$)



Установив равновесие пары



$$T = \frac{5}{4} T_0$$

$$V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \underline{\underline{V}}$$

$$\frac{20V - 4V - 5V}{20} = \frac{11V}{20}$$

$$P_B' \cdot S = P_{CO_2} \cdot S + P_{Bogu} \cdot S$$

$$P_B' = P_{CO_2} + \underbrace{P_{Bogu}}_{P_{ATM}}$$

$$\boxed{P_B' = P_{CO_2} + P_{ATM}}, \quad (1)$$

P_B' УМК для верхнего газа:

$$\boxed{P_B' \cdot \frac{V}{5} = V_B \cdot RT} \quad (2)$$

УМК при константной T CO_2 не раствор., то вес равн. в жидк. газ вышел из неё, т.о.

$$P_{CO_2} \cdot \frac{11V_0}{20} = (V_H + \Delta V)RT$$

$\Delta V = k_p \cdot w$ изменчиво при T_0 были растворено
но $\Delta V = k \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4}$, т.о. газ

$$\boxed{P_{CO_2} \cdot \frac{11V_0}{20} = (V_H + k \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4})RT} \quad (3)$$

поставлено (3) и (2) в (1):

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"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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

$$\left. \begin{array}{l} \frac{5V_B RT}{V} = P_{ATM} + \frac{20(V_H + kP_0 \cdot \frac{V}{4}) RT}{11V_0} \\ P_0 \cdot \frac{V}{2} = V_B RT_0 \\ \frac{V_B}{V_H} = 2 \rightarrow V_B = 2V_H \rightarrow V_H = \frac{V_B}{2} \end{array} \right| \quad \begin{array}{l} T = \frac{5}{4} T_0 \\ 4T = 5T_0 \\ T_0 = \frac{4T}{5} \end{array}$$

$$\frac{5 \cdot V_B R \cdot 5T_0}{4V} = P_{ATM} + \frac{20 \cdot V_H \cdot RT + 20 \cdot kP_0 \cdot \frac{V}{4} RT}{11V_0}$$

$$\frac{25}{4} \cdot \frac{V_B RT_0}{V} = P_{ATM} + \frac{\cancel{20} \cdot V_B R \cdot \frac{5}{4} T_0 + 20 \cdot k \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4} R \cdot \frac{5}{4} T_0}{11V_0}$$

$$\frac{25}{4} \cdot \frac{P_0 \cdot V}{2 \cdot \cancel{V}} = P_{ATM} + \frac{\cancel{25} \cdot P_0 \cdot \frac{V}{2} + \cancel{20} \cdot k \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4} \cdot R \cdot \frac{5}{4} T_0}{11V}$$

$$\frac{25}{8} P_0 = P_{ATM} + \frac{\cancel{25} P_0 \cdot \cancel{V}}{44 \cdot \cancel{V}} + \frac{25 k P_0 \cdot R T_0}{44 \cdot \cancel{V}}$$

$$\frac{25}{8} P_0 = P_{ATM} + \frac{\cancel{25} P_0}{44} + \frac{25 \cdot k \cdot P_0 \cdot R \cdot \frac{4T}{5}}{44 \cdot 11}$$

$$\frac{25 P_0}{8} = P_{ATM} + \frac{25 P_0}{44} + \frac{5 k P_0 \cdot R T}{11}$$

$$\frac{25 P_0}{8} - \frac{25 P_0}{44} - \frac{5 k P_0 \cdot R T}{11} = P_{ATM}$$

$$P_0 \left(\frac{25}{8} - \frac{25}{44} - \frac{5 \cdot \cancel{1} \cdot \cancel{10}^{-3} \cdot \cancel{3} \cdot \cancel{10}^3}{11} \right) = P_{ATM}$$

$$P_0 \left(\frac{25}{8} - \frac{25}{44} - \frac{5}{11} \right) = P_{ATM}$$

$$P_0 \left(\frac{25}{8} - \left(\frac{25}{44} + \frac{5}{11} \right) \right) = P_{ATM}$$

$$P_0 \left(\frac{25}{8} - \frac{45}{44} \right) = P_{ATM}$$



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!

$$P_0 \cdot \left(\frac{25 \cdot 11 - 45 \cdot 2}{88} \right) = P_{\text{ATM}}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 11 \\ \hline 25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \hline 275 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 275 \\ - 90 \\ \hline 185 \end{array}$$

$$P_0 \cdot \frac{185}{88} = P_{\text{ATM}}$$

$$P_0 = \frac{88}{185} P_{\text{ATM}}$$

Ответ: а) $\frac{185}{88} = 2$

$$\delta) P_0 = \frac{88}{185} P_{\text{ATM}}$$

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

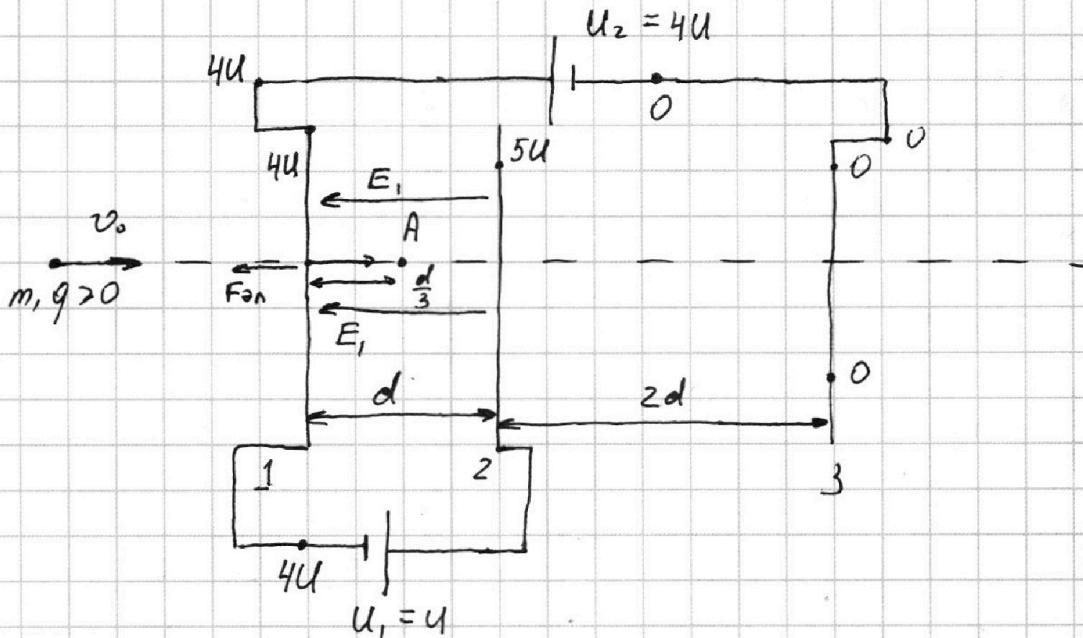
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!



Рассставим потенциалы, бросив 0 на 3 самое

1) в центре симметрии (будь траектории полёта поле пластин можно считать однородными)

$$\Delta U = -E \cdot r \Rightarrow U = E \cdot d$$

но 234 для гаснущих:

$$F_{3n} = m \cdot \alpha$$

$$q \cdot \frac{U}{d} = m \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{qU}{md}$$

2) $K_1 - K_2$, то теореме о консервативной энергии $\Delta E_K = \sum A_{всех сил}$

$$\Delta E_K = A_{внеш} = -q \cdot U \Rightarrow K_1 - K_2 = q \cdot U$$

3)

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

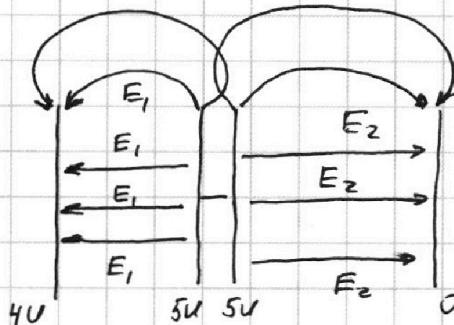
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

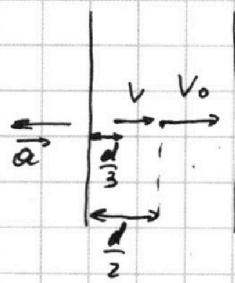


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

математическое разложение пластины 2:



на оси симметрии можно считать экспоненциальное изменение пот. с $\varphi=0$, т.к. оно уходит на бесконечность, тогда из ЗСЭ следует, что в этой форме $V = V_0$, т.е. на расстоянии $\frac{d}{2}$ $V = V_0$



т.к. известно ускорение $a = \frac{qU}{md}$ и

оно постоянство, то

$$\frac{V_e^2 - V_0^2}{-2a} = S$$

$$V_0^2 - V^2 = -2a \left(\frac{d}{2} - \frac{d}{3} \right) = -2a \cdot \left(\frac{d}{6} \right)$$

$$V_0^2 - V^2 = -\frac{a \cdot d}{3}$$

$$V_0^2 + \frac{ad}{3} = V^2$$

$$V_0^2 + \frac{qU}{md} \cdot \frac{d}{3} = V^2$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{qU}{3m}}$$

Ответ: а) $a = \frac{qU}{md}$

б) $K_1 - K_2 = qU$

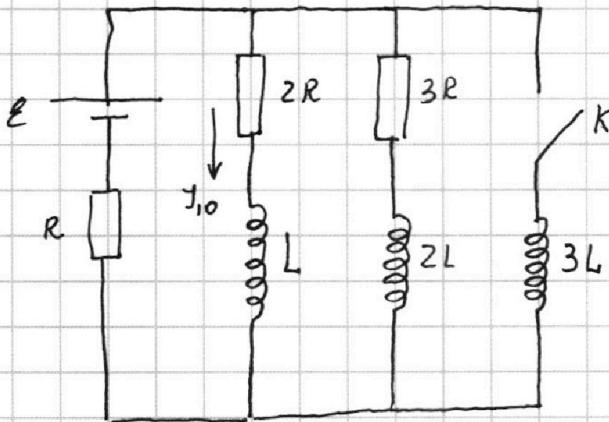
в) $V = \sqrt{V_0^2 + \frac{qU}{3m}}$



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



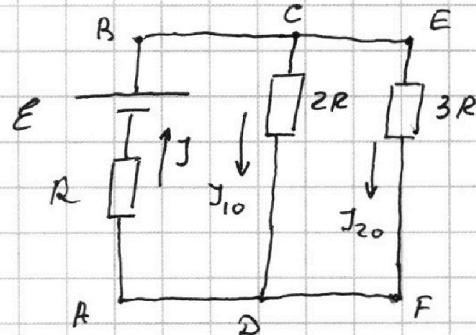
1)

При разомкнутом
контакте в участке
режущий ток не
изменяется $\Rightarrow U_2 = L \frac{dI}{dt} = 0$
и катушка ведет себя
как провод. Эквив. схема

при паралл. соед.
напряж. одинаковы:

$$\underline{J_{10} \cdot 2R = J_{20} \cdot 3R}$$

$$J_{20} = \frac{2J_{10}}{3}$$



J_{10} правильна первая:

$$J = J_{10} + J_{20}$$

$$\text{контур ABCD } \Omega : E = JR + J_{10} \cdot 2R$$

$$E = (J_{10} + J_{20})R + 2J_{10} \cdot R = J_{10} \cdot R + J_{20} \cdot R +$$

$$2J_{10} \cdot R = 3J_{10} \cdot R + \frac{2J_{10}}{3} \cdot R = J_{10} \cdot R \left(3 + \frac{2}{3} \right)$$

$$E = J_{10} \cdot R \cdot \frac{11}{3}$$

$$\boxed{J_{10} = \frac{3E}{11R}}$$

2) сразу после замыкания ток не может
резко изменяться \Rightarrow резко же меняются
напряжения:

$$U_{3L} = 3L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}, \text{ напряж. на } 3L \text{ равно напряжению тока}$$

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!

Вентзе с J_{10} и $2R$

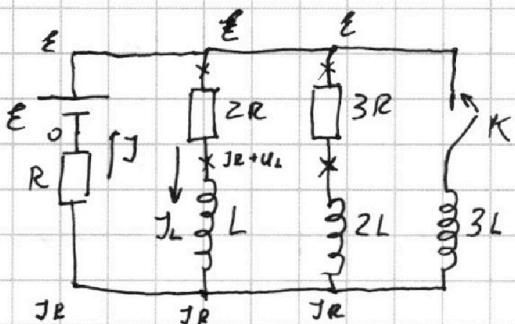
$$U_{3L} = J_{10} \cdot 2R = \frac{3E}{11R} \cdot 2R = \frac{6E}{11}$$

$$U_{3L} = 3L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

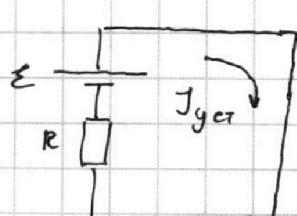
$$\frac{6E}{11} = 3L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{2E}{11L}$$

3) Уст. РЕХУИИ для такой цепи:



ток посторонне \Rightarrow
 $U_{3L} = 0 \Rightarrow U$ на вентзах
с регистрации равно
0. Этот участок - провод,
который засоряется
ем часть схемы. и ток.
ток будет таким:



$$J_{yct} = \frac{E}{R}$$

$$U_L = L \frac{\Delta J_L}{\Delta t} ; J_{2R} = J_L \text{ при посторонн. соедин.}$$

$$E = J_R + \underbrace{J_L \cdot 2R + U_L}_{U_{2R}} \Rightarrow U_L = E - J_R - \underbrace{U_{2R}}_{U_R} = E - U_R = U_{2R}$$

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

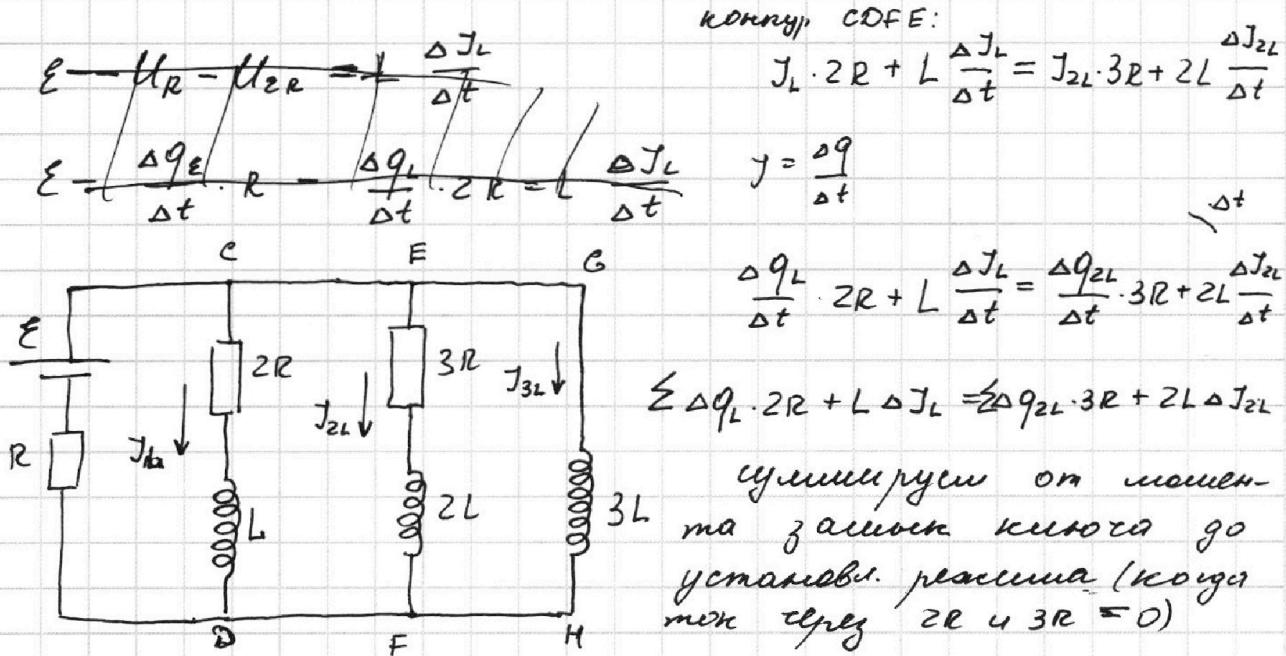
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



сразу появляются
затем
остаются

$$J_L \cdot 2R = J_{2L} \cdot 3R$$

$$J_{2L} = \frac{J_L \cdot 2}{3} = \frac{2E}{11R} \cdot \frac{2}{3} = \frac{2E}{11R}$$

$$q_L \cdot 2R + L \left(0 - \frac{3E}{11R}\right) = q_{2L} \cdot 3R + 2L \left(0 - \frac{2E}{11R}\right)$$

$$q_L \cdot 2R - \frac{3LE}{11R} = q_{2L} \cdot 3R - 2L \cdot \frac{2E}{11R}$$

$$q_L \cdot 2R - \frac{3LE}{11R} = q_{2L} \cdot 3R - \frac{4LE}{11R} \quad (1)$$

контур EGHF: $J_{2L} \cdot 3R + U_{2L} = U_{3L}$

$$\frac{\Delta q_{2L}}{\Delta t} \cdot 3R + 2L \frac{\Delta J_{2L}}{\Delta t} = 3L \cdot \frac{\Delta J_{3L}}{\Delta t} \quad | \cdot \Delta t$$

$$\sum \Delta q_{2L} \cdot 3R + 2L \cdot \Delta J_{2L} = 3L \cdot \Delta J_{3L}$$

$$q_{2L} \cdot 3R + 2L \left(0 - \frac{2E}{11R}\right) = 3L \left(\frac{E}{R} - 0\right)$$

$$q_{2L} \cdot 3R - \frac{4LE}{11R} = \frac{3LE}{R}$$

$$q_{2L} \cdot 3R = \frac{4LE}{11R} + \frac{3LE}{R} = \frac{4LE + 33LE}{11R} = \frac{37LE}{11R}$$

$$q_{2L} = \frac{37LE}{11R} \cdot \frac{1}{3R} = \frac{37LE}{33R^2} \quad (2) \text{ подставиво } (2) \text{ в } (1):$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

$$q_L \cdot 2R = q_{2L} \cdot 3R + \frac{3L\epsilon}{11R} - \frac{4L\epsilon}{11R} = q_{2L} \cdot 3R - \frac{L\epsilon}{11R} =$$
$$= \frac{\cancel{37L\epsilon \cdot 3R}}{\cancel{33R^2}} - \frac{L\epsilon}{11R} = \frac{37L\epsilon}{11R} - \frac{L\epsilon}{11R} = \frac{36L\epsilon}{11R}.$$

$$q_L = \frac{36L\epsilon}{22R^2}$$

$$\text{Ответ: а) } J_{10} = \frac{3\epsilon}{11R}$$

$$\delta) \frac{\Delta J_{3L}}{\Delta t} = \frac{2\epsilon}{11L}$$

$$\delta) \Delta q_{2L} = \frac{36L\epsilon}{22R^2}$$

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

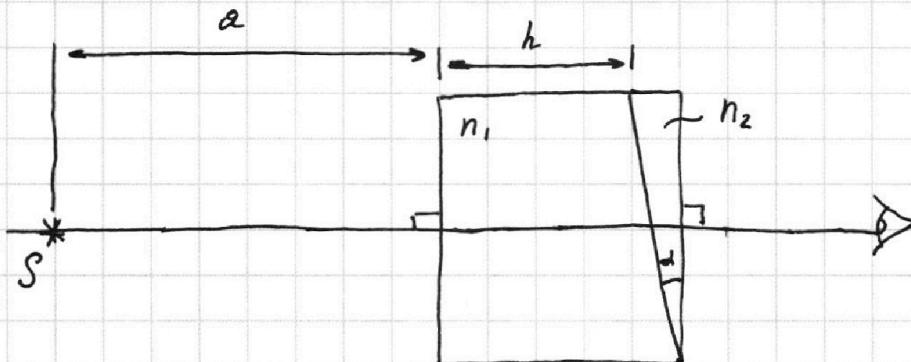
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$$n_2 = 1,7$$

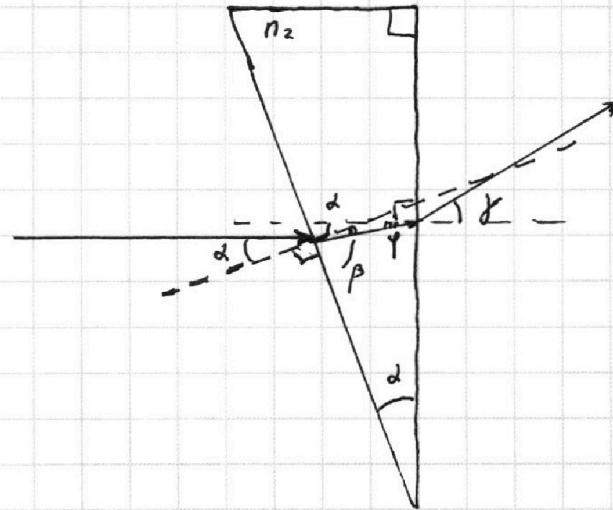
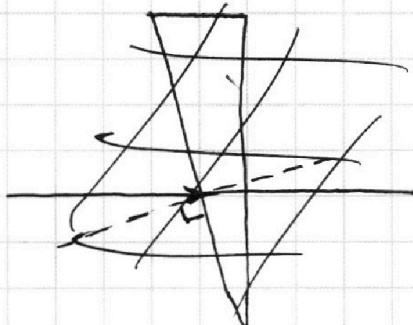
$$a = 194 \text{ cm}$$

$$\alpha = 91^\circ / \text{рад}$$

$$h = 9 \text{ cm}$$

$$n_2 = 1,7$$

1) луч, идущий + 1 призме не преломляется
и попадает в 2 призму



Закон преломления
света:

$$n_2 \cdot \sin \alpha = n_1 \cdot \sin \beta$$

$$\text{из геометрии: } \alpha = \beta + \varphi \rightarrow \varphi = \alpha - \beta$$

на в преломл. на другой грани:

при малых
углах

$$\sin x \approx x \approx \varphi$$

$$\begin{aligned} n_2 \cdot \sin \varphi &= n_1 \cdot \sin \beta \\ \text{или} \quad \int n_2 \cdot \varphi &= n_1 \cdot \beta \\ n_2 \cdot d &= n_1 \cdot d \\ \varphi &= \alpha - \beta \end{aligned}$$

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!

$$\begin{cases} n_2 \cdot (\alpha - \beta) = n_6 \cdot \gamma \\ n_6 \cdot \alpha = n_2 \beta \end{cases}$$

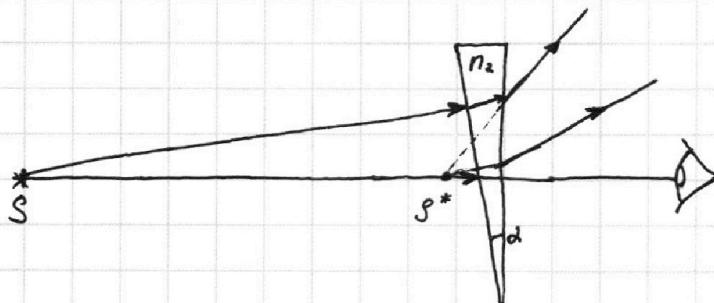
$$n_2 \alpha - n_2 \beta = n_6 \cdot \gamma$$

$$n_2 \alpha - n_6 \cdot \alpha = n_6 \cdot \gamma$$

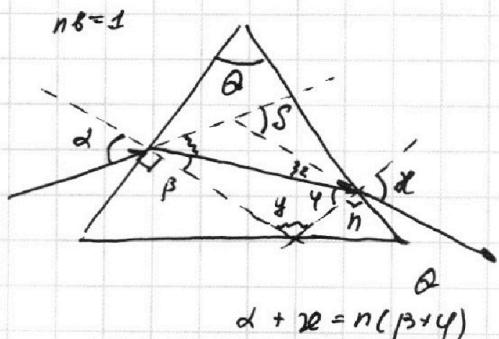
$$\alpha (n_2 - n_6) = n_6 \cdot \gamma$$

$$\gamma = \frac{\alpha (n_2 - n_6)}{n_6} = \frac{0,1 \cdot (1,7 - 1)}{1} = 0,1 \cdot 0,7 \approx 0,07 \text{ рад}$$

2) м.к. $n_1 = n_6 = 1$, то 1 прозрачную можно вовлечь
и считать воздухом, тогда следующая ситуация:



м.к. прозрачна тонкая, то она отклоняет все
лучи на определ. угол. Показали это



$$\begin{aligned} n \cdot \sin \alpha &= n \cdot \sin \beta \\ n \cdot \sin \gamma &= \delta \end{aligned}$$

менее учи

$$\begin{cases} \alpha = n \beta \\ \delta = n \gamma \end{cases} \quad \textcircled{1}$$

$$\gamma = 180 - \theta$$

$$\beta + \gamma + \delta = 180$$

$$\beta + \gamma = \theta$$

$$\begin{aligned} \delta &= \alpha - \beta + \gamma - \theta \\ &= \alpha + \gamma - (\beta + \theta) = \end{aligned}$$

$$= \alpha + \gamma - \theta =$$

$$= n \theta - \theta = \theta (n - 1)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

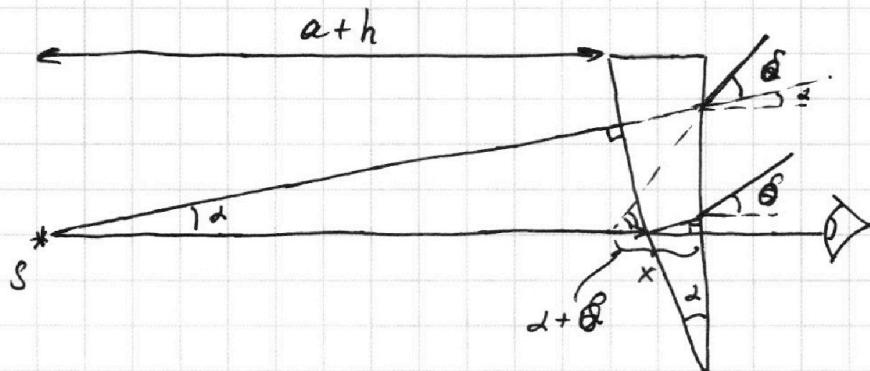
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

⇒ призма формирует изображение трех
линейных узлах

$$\delta = d(n-1)$$



$$d + \delta = d + d(n-1) - d = d \cdot n$$

$$(d+h)d = x \cdot n d$$

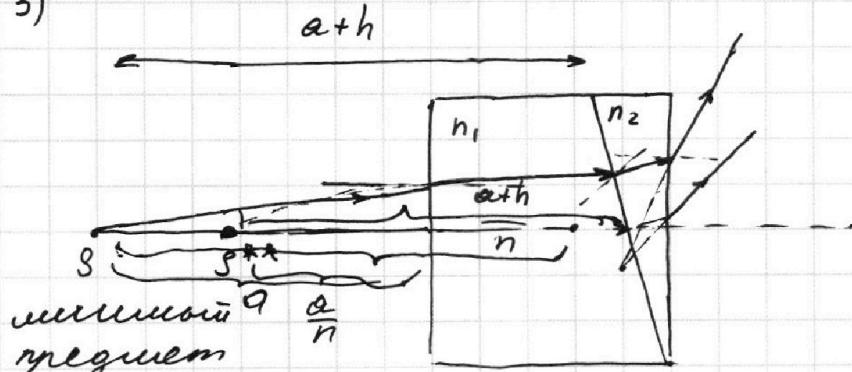
$$\delta = d(n-1)$$

$$x = \frac{(d+h)d}{n d} = \frac{d+h}{n}$$

$$\text{расст: } d+h - x = d+h - \frac{d+h}{n} =$$

$$= \frac{(d+h)(n-1)}{n} = \frac{203 \cdot 0,7}{1,7} = \frac{2030}{17}$$

3)



$$\text{отс: } (d) d(n-1) =$$

$$\delta \frac{d}{n}$$

$$\delta / d + \frac{d}{n} - \frac{d}{n}$$

$\frac{a}{n}$ от 1 призмы и он явно не сработал
призма рассеяла свет и образовала $\frac{a}{n}$
второй рассеял свет $a - \frac{a}{n} + \frac{a}{n} + \frac{a}{n} - \frac{a}{n} = \frac{a + a - a}{n} = \frac{a}{n}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

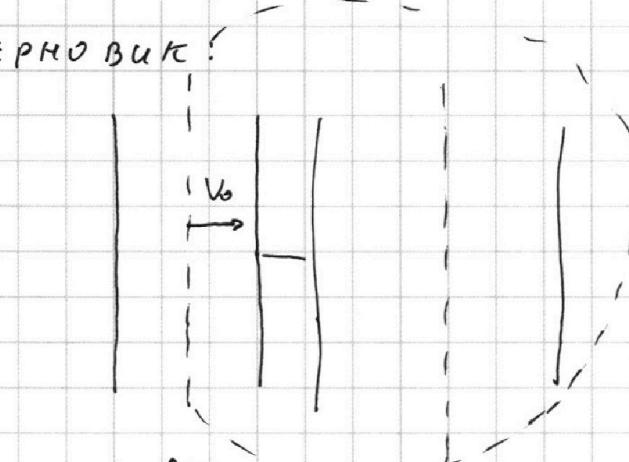


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ.

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

ЧЕРНОВИК!



$$\Delta U_{\text{ст}} + \Delta U_{\text{внеш}} = \Delta U + \underline{Q} ?$$

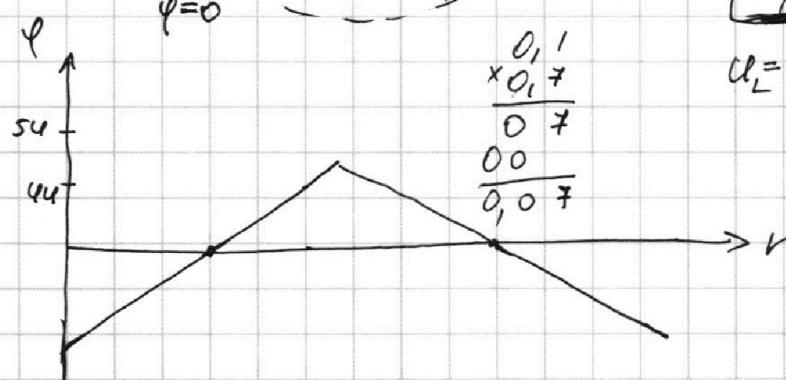
$$q_E E = \Delta U + Q ?$$

$$U = \gamma R = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

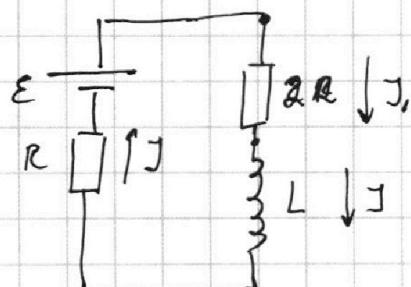
$$\frac{\Delta q}{\Delta t} 2R = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\boxed{\Delta q R = L \Delta I}$$

$U_L = U_R$ а у нас
послед.



$$U_L \neq U_R$$



$$U_L \text{ из } k \gamma / 2 \approx 20 \text{ мВ}$$

$$E = JR + \underbrace{J_1 \cdot 2R + U_L}_{U_R}$$

$$\text{тк } U_L = E - JR - \frac{U_L}{2R}$$

$$J = J_h + J_{3R}$$

$$E - JR - J_{2R} \cdot 2R$$

$$J_C = J_{2R}$$

$$E - (J_{2R} + J_{3R}) \cdot R - J_{2R} \cdot 2R = U_L$$

$$\Delta I$$

$$= L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$E - 3J_{2R} \cdot R$$

$$E - J_{2R} \cdot R - J_{3R} \cdot R - J_{2R} \cdot 2R = U_L$$

$$E - 3 \frac{\Delta q_L}{\Delta t} R - \frac{\Delta q_{2L}}{\Delta t} \cdot R =$$

$$L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$E - 3J_{2R} \cdot R - J_{3R} \cdot R = U_L = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

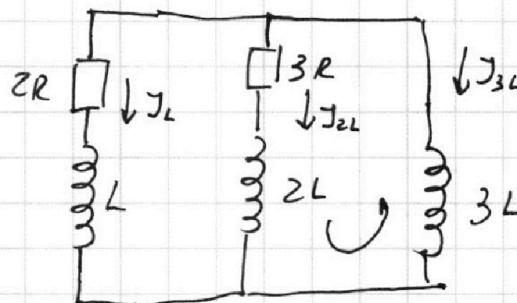
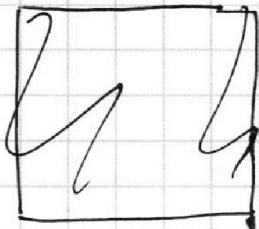


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

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

Чертёж



$$I_L \cdot 2R + U_L = I_{2L} \cdot 3R + U_{2L}$$

$$\frac{\Delta q_L}{\Delta t} \cdot 2R + L \frac{\Delta I_L}{\Delta t} = \frac{\Delta q_{2L}}{\Delta t} \cdot 3R + 2L \frac{\Delta I_{2L}}{\Delta t} \quad | \cdot \Delta t$$

$$\sum \Delta q_L \cdot 2R + L \Delta I_L = \Delta q_{2L} \cdot 3R + 2L \Delta I_{2L}$$

$$q_L \cdot 2R + L \left(0 - \frac{3E}{11R} \right) = q_{2L} \cdot 3R + 2L \left(0 - I_2 \right)$$

q_1 и q_2

$$q_E = q_1 + q_2 + q_3$$

$$U_E = 3L \frac{\Delta I}{\Delta t} = E - I_2 R$$

$$E - I_2 R = 3L \frac{\Delta I_3}{\Delta t}$$

$$I_{2L} \cdot 3R + U_{2L} = U_{3L}$$

$$E - \frac{\Delta q_E}{\Delta t} \cdot R = 3L \frac{\Delta I_3}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta q_{2L}}{\Delta t} \cdot 3R + 2L \frac{\Delta I_{2L}}{\Delta t} = 3L \frac{\Delta I_3}{\Delta t}$$

$$E \Delta t - \Delta q_E R = 3L \Delta I_3$$

$$\Delta q_{2L} \cdot 3R + 2L \Delta I_{2L} = 3L \Delta I_3$$

$$Et = q_E \cdot R = 3L$$

$$q_{2L} \cdot 3R = 2L \cdot I_{2L} = 3L \left(I_3 - \frac{E}{R} \right)$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$q_{2L} \cdot 3R = 2L \cdot I_{2L} = 3L \frac{E}{R}$$

q_{2L}



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

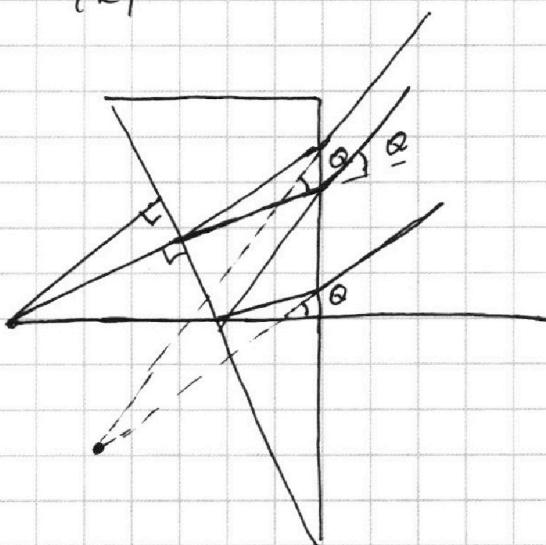
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

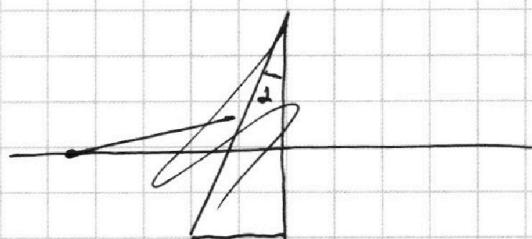
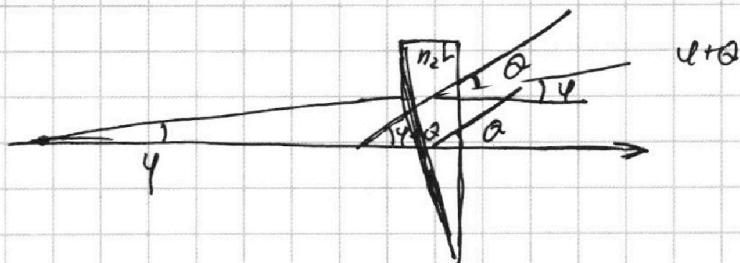
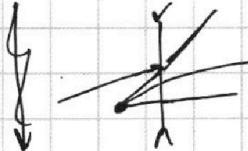
МФТИ

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

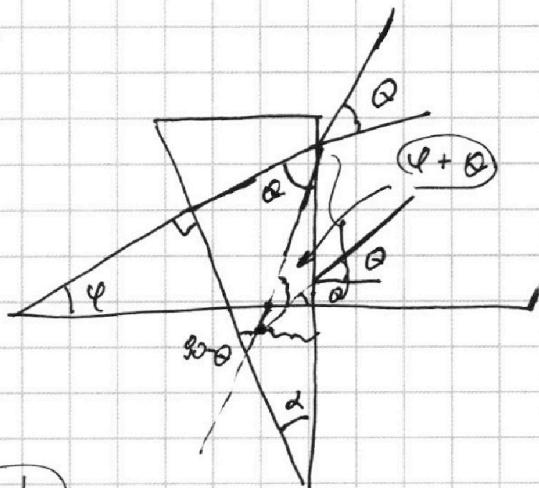
ЧЕРН.



минимум



$x = h$





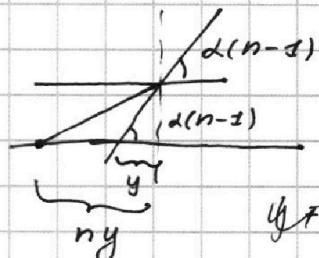
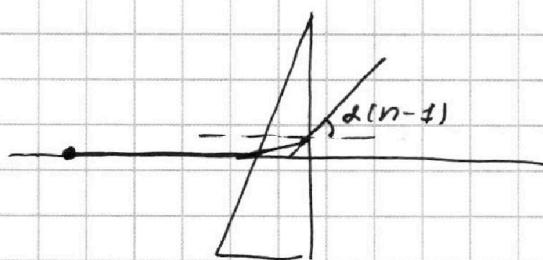
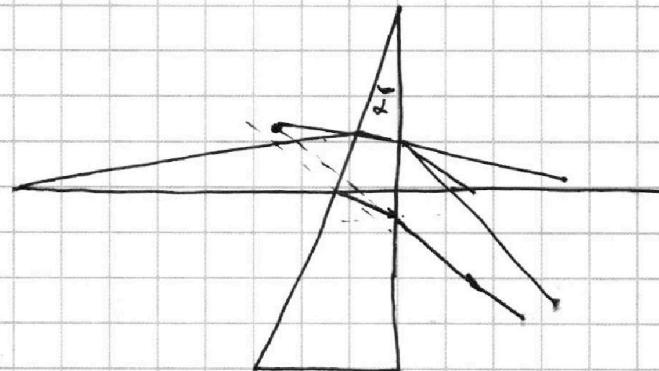
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$$d(n-1) = \frac{x}{y}$$

$$d(n-1) = \frac{n}{d(n-1) \cdot y}$$

$$y = d^2(n-1)^2 y = n$$

$$y = \frac{n}{d^2(n-1)^2}$$

$$ny \cdot x = y \cdot d(n-1)$$

$$x = \frac{n}{d(n-1)} \quad \text{егде} =$$

$\operatorname{tg} \alpha$

$$d(n-1) = \frac{x}{ny}$$

$$ny = \frac{x}{d(n-1)} = \frac{n}{d(n-1)} \cdot d(n-1)$$

$$ny = \frac{y}{d^2(n-1)^2}$$