

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

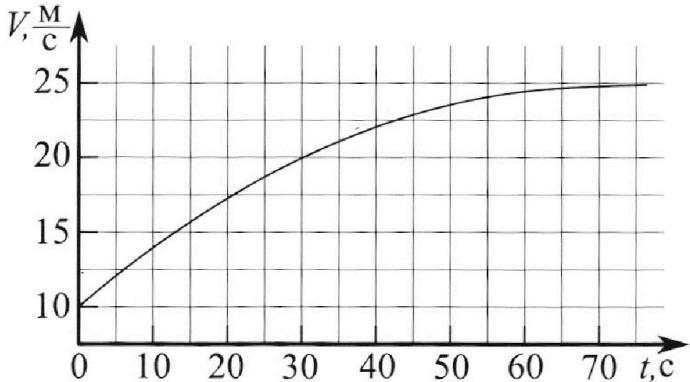
Вариант 11-01

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 ?

Треугольная точность численного ответа на первый вопрос ориентировано 10%. ✓

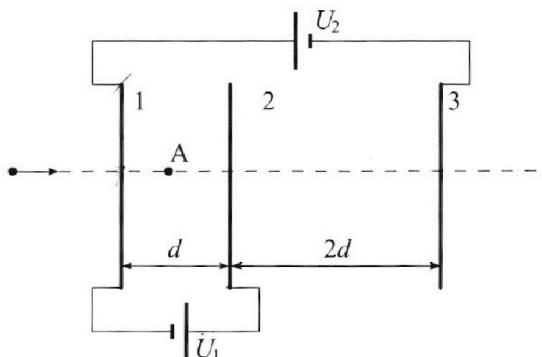


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный 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 $\Delta\nu$ растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta\nu = kp_w$. 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

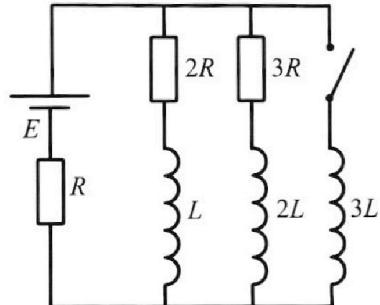
Вариант 11-01

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

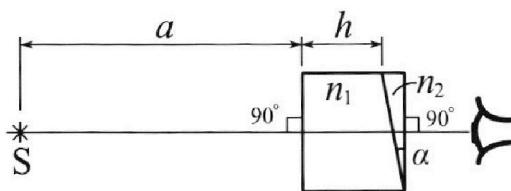
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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.

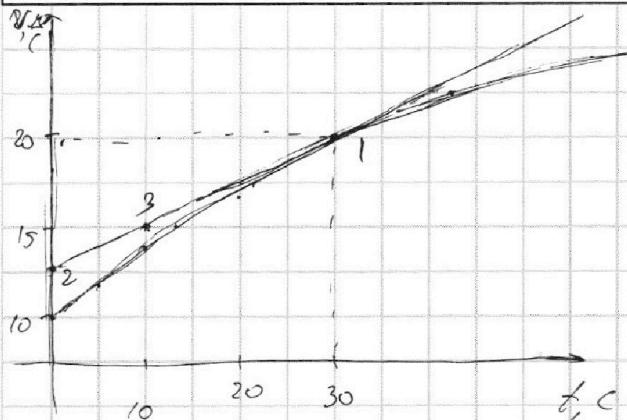
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Логарифм ~~по~~ градуснику касательную к угаданку

$v(t)$ в точке 1, где $v_1 = 20 \text{ м/с}$. Поскольку ускорение это первое производное скорости по времени, то угловой коэффициент касательной и есть a , - ускорение автомобиля при скорости $v_1 = 20 \text{ м/с}$.

Из градусника получим, что (две точки 2 и 3):

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{15 - 12.5}{10 - 0} = \frac{2.5}{10} = 0.25 \text{ м/с}^2$$

Поскольку логарифм угадалеский, ровноство окажется правильным:

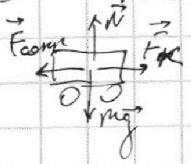
$$a \approx 0.25 \text{ м/с}^2$$

По условию сила сопротивления пропорциональна скорости:

$$F_{\text{сопр}} = K v, \text{ где } K - \text{коэф. пропорциональности}$$

Для начального состояния равенство $a=0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow F_k - F_{\text{сопр}} = 0 \Rightarrow F_k = F_{\text{сопр}} \Rightarrow F_k = K v_k, v_k - \text{скорость}$$



в конце района. Из угаданка видно, что $v_k \approx 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

$$K = \frac{F_k}{v_k} = \frac{500 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 20 \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{м}}$$



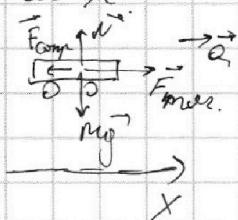
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

(Продолжение)

Теперь рассмотрим момент времени $t=30\text{с}$, когда $v_i = 20\text{м/c}$.



В проекции на горизонтальную ось x :

$$F_{\text{норм}} - F_{\text{комп}} = ma,$$

$$F_{\text{макс, движение}} = F,$$

$$F_i = F_{\text{норм}} + ma_i = kv_i + ma,$$

$$F_i \approx \frac{20\text{Н}}{\text{м/c}} \cdot 20\text{м/c} + 1800\text{кг} \cdot 0,25\text{м/c}^2 =$$

$$\approx 400\text{Н} + 450\text{Н} \approx 950\text{Н}.$$

$$F_i \approx 950\text{Н}.$$

Рассмотрим малый промежуток времени δt , за который произошло движение F_i на величину, равную:

$$P = \frac{dF}{dt} = \frac{F_i \cdot dS}{dt} = F_i \cdot \frac{ds}{dt} = F_i \cdot v_i = 950 \cdot 20 = 19000\text{Вт} = 19\text{кВт}.$$

dS - перемещение за dt (очевидно, что направление перемещения совпадает с направлением F_i , поэтому формула $P = F \cdot ds \cos 0^\circ$ применима вид $P = F \cdot ds$)

Ответ: $a_i \approx 0,25\text{м/c}^2$; $F_i \approx 950\text{Н}$; $P_i \approx 19\text{кВт}$.

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!

Задача?

из условия равнодействия

Две конечные состояния: $P_{\text{верх}} = P_{\text{ниж}}$. (б-верхнее; н-нижнее).

Из закона Менделесова - Капиллярона:

$$PV = DRT \Rightarrow P = \frac{DRT}{V}$$

$$\frac{V_B R \frac{5}{4} T_0}{V_B} = \frac{V_H R \frac{5}{4} T_0}{V_H}$$

$$\frac{V_B}{V} = \frac{V_H}{V}$$

$$V_B = \frac{20}{11.5} V_H = \frac{4}{11} V_H \Rightarrow V_H = \frac{11}{4} V_H = \text{const}$$

$$\begin{array}{|c|c|} \hline & \frac{V_B}{V} \\ \hline & ? \\ \hline \end{array} \quad V_H = V - \frac{V}{3} - \frac{V}{7} =$$

минимум

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

Поскольку в конечном состоянии разница температур и
жидкости, то в любой момент ~~разности~~ $V_H' + \Delta V = \frac{11}{9} V_B$
~~из условия~~.

Рассмотрим начальный момент времени (до нагревания)

V'_H и V'_B - добавки к начальному состоянию.

$$P_B V_B = \frac{5}{4} D_B R T_0$$

аналогично конечному состоянию

$$P_0 V'_B = D_B R T_0$$

$$\frac{V_B R T_0}{V'_B} = \frac{V'_H R T_0}{V'_H}$$

$$P_0 = \frac{V_B R T_0}{V'_B}$$

$$V'_B \cdot V'_H = V'_H \cdot V'_B$$

$$V'_B = \frac{(V_H - P_0 K \frac{V}{4}) V'_H}{V'_H}$$

$$V'_B = \left(V_H - \frac{K V_B R T_0 V}{V'_H \cdot 4} \right) \frac{V'_H}{V'_H}$$

$$V'_B + V'_H + \frac{V}{4} = V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V'_B + V'_H = \frac{3}{4} V$$

$$V'_H = \frac{3}{4} V - V'_B$$

подстановки

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!

$$U_6 \left(\frac{3}{4}V - V'_6 \right) = \left(\frac{1}{4}U_6 - \frac{K U_6 R T_0 V}{V'_6} \right) \frac{V'_6}{\cancel{\frac{3}{4}V}}$$

$$U_6 \left(\frac{3}{4}V - V'_6 \right) = U_6 \left(\frac{1}{4}V - \frac{K R T_0 V}{V'_6} \right) V'_6$$

$$\frac{3}{4}V - V'_6 = \frac{1}{4}V' - K R T_0 V$$

$$\frac{15}{4}V'_6 = \frac{3}{4}V + K R T_0 V \Rightarrow V'_6 = \frac{1}{5}V + \frac{4}{15}K R T_0 V -$$

$$\cancel{\frac{15}{4}V'_6} = V - V'_4 - K R T_0 V \Rightarrow \frac{1}{5}V + \frac{4 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3}}{15 \cdot 5 \cdot 10^3} V =$$

$$\left\{ \frac{15}{4}V'_6 + K R T_0 V = \frac{3}{4}V \right. \quad = \frac{1}{5}V + \frac{16}{75}V < \frac{31}{75}V \Rightarrow$$

$$\left. 9V'_4 + V'_6 = \frac{3}{4}V \right. \quad \text{бесстол} \Rightarrow V'_4 = \frac{3}{4}V - \frac{31}{75}V =$$

$$\frac{1}{4}V'_6 - V'_4 = K R T_0 V \Rightarrow V = \left(\frac{225 - 129}{4 \cdot 75} \right) =$$

$$V'_4 V'_6 = U_H \cdot V'_6 \quad = \frac{101}{4 \cdot 75} V$$

$$\cancel{U_H} \frac{U'_6}{U'_H} = \frac{V'_6}{V'_H} = \frac{\frac{31}{75}V}{\frac{101}{4 \cdot 75}V} = \frac{124}{101}$$

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 φ_1 , φ_2 и φ_3 - потенциалы 1, 2 и 3-ей сечек
соответственно. Тогда, поскольку сечки подключены к
источникам ЭДС, то:~~

$$\varphi_3 - \varphi_1 = 4U \quad \Rightarrow \quad \varphi_3 - \varphi_2 = 3U.$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U$$

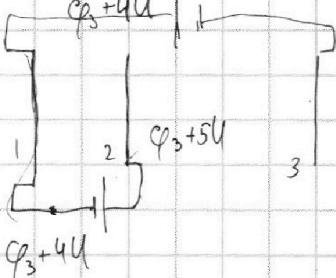
~~Отсюда и из ЗЧД сразу находим ответ на п. 2:~~

$$K_1 + E_{n1} = K_2 + E_{n2}$$

$$K_1 - K_2 = E_{n2} - E_{n1} = q\varphi_2 - q\varphi_1 = qU$$

~~• Пусть φ_1 , φ_2 и φ_3 - потенциалы 1, 2 и 3-ей сечек~~

~~соответственно. Тогда, поскольку сечки подключены к
источникам ЭДС:~~



$$\varphi_1 - \varphi_3 = U_2 = 4U$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U_1 = U$$

Отсюда и из ЗЧД находим ответ на п. 2:

$$K_1 + E_{n1} = K_2 + E_{n2}$$

$$K_1 - K_2 = E_{n2} - E_{n1} = q\varphi_2 - q\varphi_1 = q(\varphi_2 - \varphi_1) = qU.$$

Поскольку электрическое поле между ~~нас~~ сечками
можно считать однородным, то $U = E \cdot d$, где E - напряженность
эл. поля. Тогда ускорение частиц:

$$a = \frac{qE}{m} = \frac{F_{нр}}{m} = \frac{qU}{md}$$

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

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

~~Вдалике от сепок действие полей на не
электрических полях сепок на гасину отсутствует.
В силу того, что скорость гасини менеется мало
под влиянием электрического поля, движущие
помехи неизвестны, скорость гасини в токе, φ~~

Рассмотрим систему из двух сепок в бесконечности.

Позже, если отнести общей сепки φ , то другой ($-\varphi$)

но сб-ами конденсатора, поменяв бесконечности

0. Поскольку наружу конденсатора из сепок
однородно, помешав между теми же самими меж-

$HO \Rightarrow$ же расстояние $\frac{d}{2}$ от сепок (между сепками d)

$\varphi\left(\frac{d}{2}\right) = 0 \Rightarrow$ в этой точке $E_n = 0 = E_p$ \Rightarrow равен $E_k = 0$

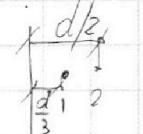
$\Rightarrow V_0 = V_{\infty} \Rightarrow$ посередине между сепками

сепками 1 и 2 $V = 26$.

При равноускоренном движении

$$S = \frac{V_k^2 - V_H^2}{2Q}$$

где V_H — начальная скорость



$\Rightarrow V_k$ — исковая скорость

ищущ изза того, что переходное противодействие напряжения уменьшалось

$$V_u^2 - V_0^2 = \frac{2}{6} \frac{qU}{md} = \frac{1}{3} \frac{qU}{m}$$

$$\text{Отвем: } q = \frac{m}{U}$$

$$V_u^2 = V_0^2 + \frac{1}{3} \frac{qU}{m}$$

$$k_1 - k_2 = qU$$

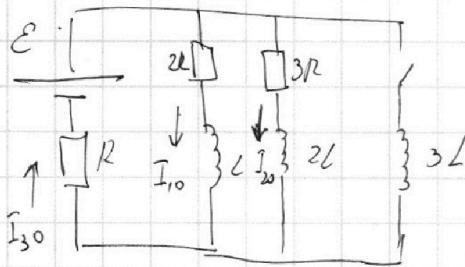
$$V_u = \sqrt{V_0^2 + \frac{1}{3} \frac{qU}{m}}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{1}{3} \frac{qU}{m}}$$

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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

В установившемся режиме дз
затухание которого ток не
изменяется \Rightarrow падение напряжения
на катушке равно нулю.
Пусть токи I_{10} , I_{20} и I_{30} текут,
как показано на рисунке.

Поэтому по правилам Кирхгофа:

$$E = I_{30} R + 2I_{10} R \cancel{+ 3I_{20} R} \quad (1)$$

$$I_{30} = I_{10} + I_{20} \quad (2)$$

В силу параллельности соединения $2R$ и $3R$:

$$2R I_{10} = 3R I_{20}$$

$$I_{20} = \frac{2}{3} I_{10}. \quad (3)$$

Подставим уравнение (3) в ур. 1:

$$E = \left(I_{10} + \frac{2}{3} I_{10} \right) R + 2I_{10} R \cancel{+ 3I_{20} R}$$

$$E = \frac{5}{3} I_{10} R + 2I_{10} R$$

$$\frac{11}{3} I_{10} R = E$$

$$I_{10} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$$

$$I_{10} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$$

Ток через катушки скажем начнемется не
может \Rightarrow сразу после затухания этого тока
остановится неизменным.

Поэтому дз катушка из источника, R и $3L$.

$$E = R \cdot I_{30} - E_i \Rightarrow E_i = -E + R \cdot I_{30} = -E + \frac{5}{11} \frac{E}{R} \cdot R = -\frac{6}{11} E.$$

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!

(продолжение)

$$E_i = -L \frac{dI}{dt} \Rightarrow I'_{3L} = -\frac{E_i}{L} = \frac{6}{\pi} \frac{\epsilon}{Z}$$

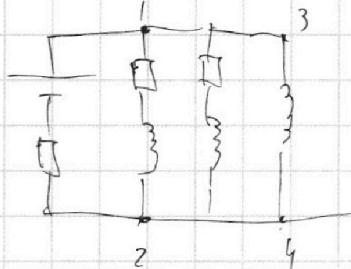
скорость изменения

тока через катушку $3L$

В установившемся при замыкании ключе токи,

ток через $2R$ и $3L$ не текут, ток через $3L$ не изменяется.

В любой момент времени $I_{12} = I_{34}$. Рассмотрим



$$\cancel{I_{12}=I_{34}} \quad \text{вз } 2R \quad I, \quad \text{а } 2-3 \quad 3L = I_{3L}, \\ \text{тогда:}$$

$$2R \frac{dI}{dt} + L \frac{d^2I}{dt^2} = 3L \frac{dI_{3L}}{dt}$$

$$2R \frac{dI}{dt} + L \frac{d^2I}{dt^2} = 3L \frac{dI_{3L}}{dt}$$

Принимая вначале одни гасини ($\Delta q = \int I dt$):

$$2R \Delta q + L \frac{dI}{dt} = 3L \frac{dI_{3L}}{dt}$$

исходной заряд

$$\Delta q = \frac{L}{2R} (3 \Delta I_{3L} - \Delta I).$$

При I_{3L} в коротком состоянии токов, то $E = R \cdot I_{3L} \Rightarrow$

$$\Rightarrow I_{3L} = \frac{E}{R}. \quad \text{При замыкании ключа } \Rightarrow \Delta I_{3L} = \hat{I}_{3L} = \frac{E}{R}$$

При I в конечном состоянии 0. При замыкании ключа

$$I = I_{10} \Rightarrow \Delta I = 0 - I_{10} = -\frac{3}{\pi} \frac{E}{R}. \quad \text{Тогда } \Delta q:$$

$$\Delta q = \frac{L}{2R} \left(\frac{3E}{R} + \frac{3}{\pi} \frac{E}{R} \right) = \frac{36}{2} \frac{LE}{R^2} = 18 \frac{LE}{R^2}$$

$$\text{Ответ: 1) } I_{10} = \frac{3}{\pi} \frac{E}{R} \quad 2) \quad I'_{3L} = \frac{6}{\pi} \frac{E}{Z} \quad 3) \quad q = 18 \frac{LE}{R^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

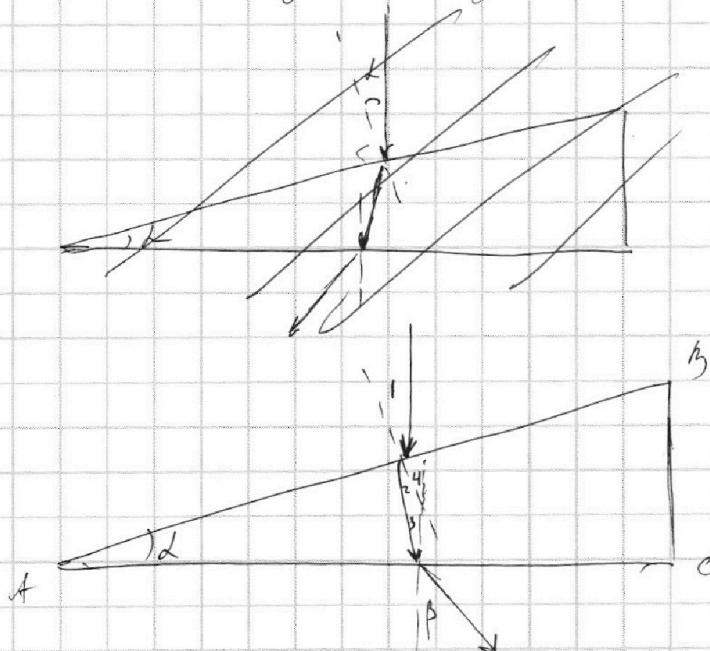
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Поскольку $n_1 = n_2$, то луч будет преломляться
только во второй преграде. Следовательно
перемещение луга:



$\angle 1 = \angle 2$, т.к. получен поворотом AC в перпендикулярне к ней
на \perp .

$$\angle 2 = \frac{\angle 1}{n_2} = \frac{\angle 1}{17} \text{ т.к. } d \text{ малый угол, а } \alpha \text{ узкий}$$

Следов.: $\frac{\sin \angle 1}{\sin \angle 2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \angle 2 = \angle 1 \cdot \frac{n_1}{n_2}$, но $n_1 = 1$.

$\angle 4$ - внешний угол \triangle образованного лучами в первом
преломлении к границам AB и AC. $\angle 4 = \angle$, т.к. $\angle 1 = \angle 2 \Leftrightarrow$

$$\Rightarrow \angle 2 + \angle 3 = \angle 4 = \angle$$

$$\angle 3 = \angle - \angle 2 = \angle - \angle \frac{10}{17} \angle = \frac{7}{17} \angle$$

$$\frac{\angle \beta}{\angle 3} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \angle \beta = n_2 \cdot \angle 3 = \frac{17}{10} \cdot \frac{7}{17} \angle = \frac{7}{10} \angle.$$

Поскольку перпендикуляр к AC параллелен ходу луча go

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

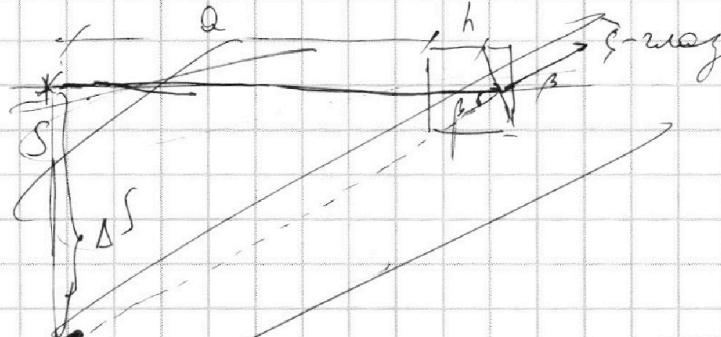
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

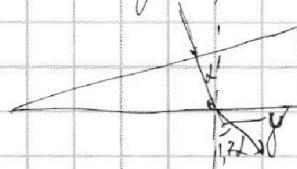
(Численное 1)

Установка, ~~в~~ искалый угол и если $\beta = 0,7L = 0,07$ рад.



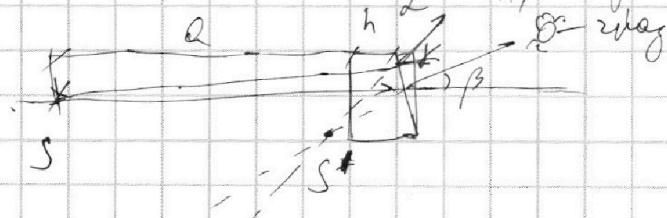
~~S' - изображение, которое видим надчертим~~

Чтобы понять, где находится изображение S' источника, находим ход луча, перпендикулярного границе к источнику угла второй преломки:



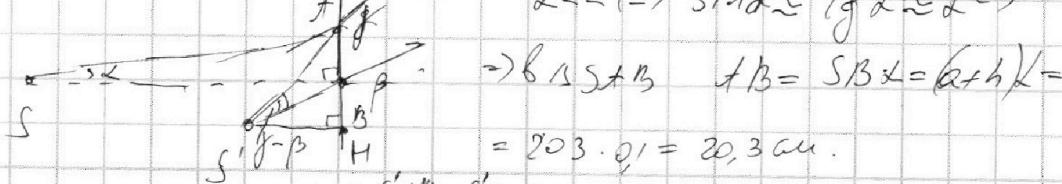
из геометрии (аналогично п. 1) угол
надеясь на вторую формулу $\angle \approx$

$$\frac{f}{h} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow f = 17L$$



Суме вторую преломку можно получить

$$L \approx 1 \Rightarrow \sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha \Rightarrow$$



$$AB = fH - BH = SH\gamma - SH\beta = SH(\gamma - \beta) \Rightarrow SH = \frac{AB}{\gamma - \beta} = \frac{20,3}{0,17 - 0,07} = \cancel{\frac{20,3}{0,1}}$$



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"/> |

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

МФТИ

(проверил нечлен)

$$= 203 \text{ см} = S B$$

$$\text{Найдем } SS' = S' H \cdot \beta = 203 \cdot 0,07 = 14,21 \text{ см.}$$

Ответ: 2) 0,07 рад 3) 14,21 см.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

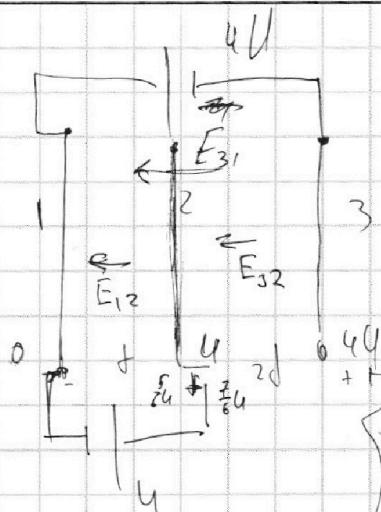
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



Чертёжник

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

$$E_{32} = \frac{3U}{2d}$$

$$E_{31} = \frac{4U}{3d}$$

$$q = \frac{\sum E}{m} q = \frac{(E_{12} + E_{31}) q}{m} =$$

~~$$q = \frac{(\frac{U}{d} + \frac{4U}{3d}) q}{m} =$$~~

$$k_1 - k_2 = -f_n = \cancel{U} + qU$$

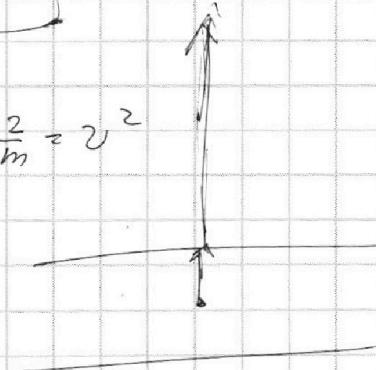
$$= \frac{7U}{3d} q$$

$$q = \frac{3U}{2d} \frac{q}{dm}$$

~~$$S = \frac{v_k^2 - v_\mu^2}{2a}$$~~

$$F_k \cdot \frac{2}{m} = v^2$$

$$\frac{\frac{2}{m} k_2 - \frac{2}{m} k_1}{2 \frac{7Uq}{3d}} = q$$



$$\frac{2(k_1 - k_2) \cancel{d}}{7Uq} = d$$

$$(k_1 - k_2) = \cancel{q} U$$

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!

Чертёжник

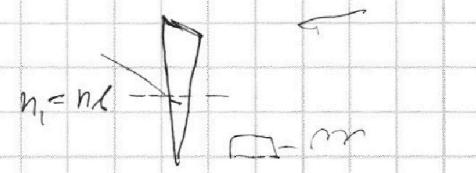
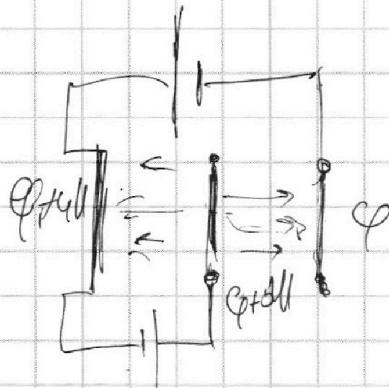
$$K \cdot u_k = F_k$$

$$K = \frac{F_k}{2k} = \frac{500}{25} = 20 \text{ Н/см}$$

$$F_{\text{макс}} = K \cdot U = 400 \text{ Н}$$

Ог

$$\frac{U}{d} \cdot q$$



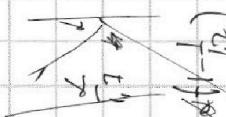
$$I_n = \frac{I^2}{L}$$



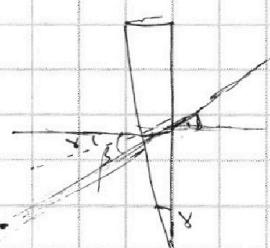
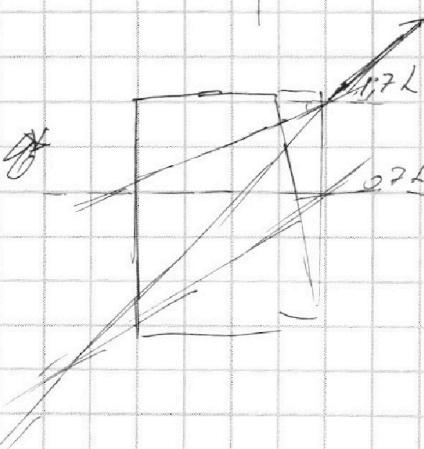
$$2\alpha + \angle I = 3\angle I_{36}$$

$$2\alpha + \angle I = 3\angle I_{31}$$

$$\frac{q_2}{l, \pi}$$



$$1 - \frac{q_2}{l, \pi}$$



$$1 - \frac{q_2}{l, \pi}$$

$$\sin \beta \approx f_0 \beta \approx \beta \Rightarrow \Delta S = (a + h) \beta = \\ = 20_3 \cdot 0,07 = 14,21 \text{ см}^2$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

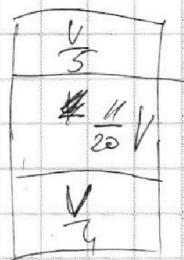


- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Черновик



$$\frac{9}{5}V - \frac{1}{9}V = \frac{16-5}{20} = \frac{11}{20}V$$

$$P_2 = \frac{11}{20}RT$$

~~Equation~~

$$\frac{V_6 RT_0}{\frac{5}{4}V} = \frac{V_k RT_0}{\frac{11}{20}V}$$

~~Equation~~

$$V_6 = \frac{4}{11}V_k$$

~~P~~

$$\Delta V = k \cdot \frac{V}{4} \cdot P_0$$

$$P_k \frac{V}{5} = \frac{5}{4} RT_0 V$$

$$V_6 RT_0 = V$$

$$P_k \frac{V}{20} = \frac{5}{4} RT_0 \frac{4}{5} V_6$$

~~K = k_0 + \alpha t~~

$$\Delta V_H = P_0 V_6$$

$$P_k = \frac{25}{4} \frac{RT_0 V}{V}$$

$$\frac{V_6 RT_0}{V_H} = \frac{(V_k - \Delta V) RT_0}{V_H} P_k = \frac{25}{4}$$

$$\frac{V_6}{V_H} = \frac{k_0 + \alpha t - k P_0 \frac{V}{4}}{V_H}$$

$$P_0 V_6 = V_6 RT_0$$

$$V_6 + V_H = \frac{3}{4}V$$

$$P_k \frac{V}{5} = \frac{5}{4} V_6 RT_0$$

$$P_0 = \frac{V_6}{V_H} m$$

$$P = \frac{dF}{dt} = \cancel{\frac{F \cdot dS}{dt}} = \cancel{F \cdot \cancel{dS}} = \cancel{F \cdot \cancel{dS}}$$

$$\frac{P_0 V_6}{V_H} = \frac{4}{3} \cdot 3 \cdot 10^3 m$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

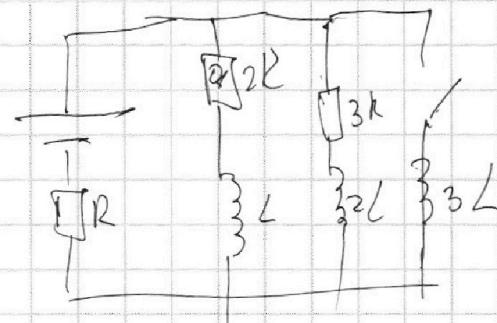
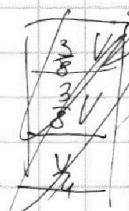
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

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



Чертежи



Л

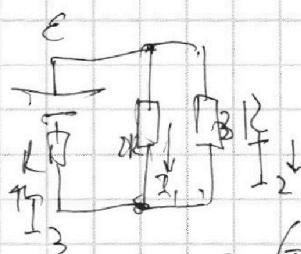
$$I_3' = \frac{E}{Z} = \frac{E}{R+2R+3R}$$

$$E - \frac{5}{3} I_0 R =$$

$$= E - \frac{5}{3} I_0 E_2$$

$$\approx \frac{E}{6}$$

$$I_{30}' = \frac{6}{11} \frac{E}{2} E$$



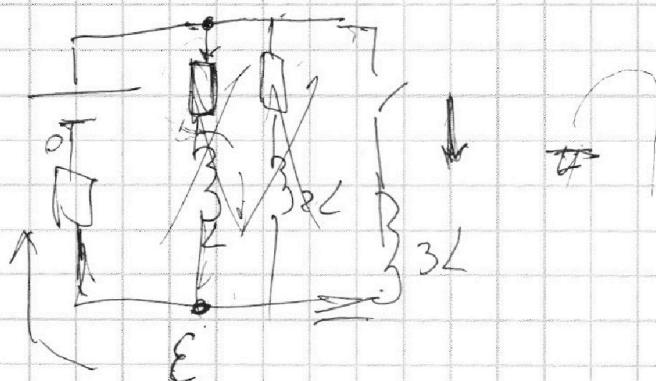
$$E = (I_1 + I_2) R + 2R I_1$$

$$2I_1 R = 3I_2 R$$

$$I_2 = \frac{2}{3} I_1$$

$$E = \frac{5}{3} I_1 R + 2I_1 R = \frac{11}{3} I_1 R$$

$$I_{30} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$$





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"/> |

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

МФТИ