



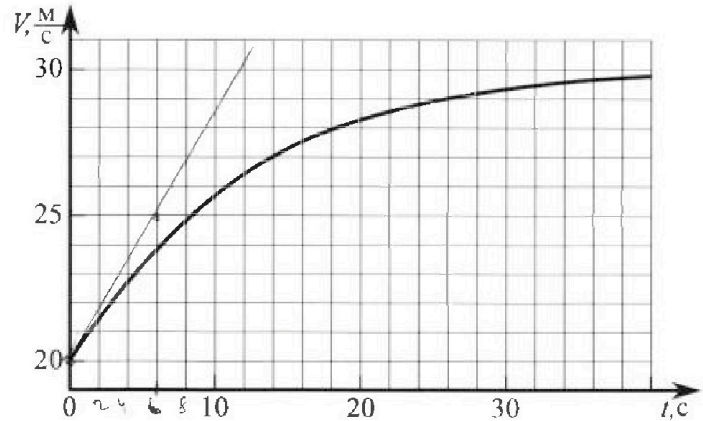
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



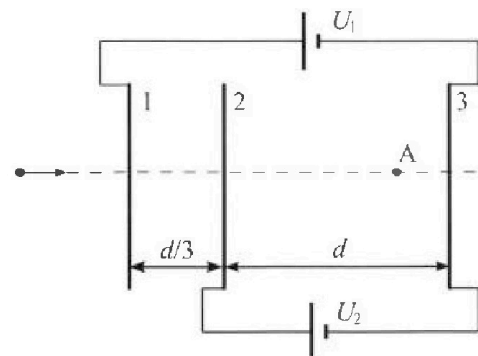
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 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: $\Delta v = kpw$. 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.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 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.



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 --- кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

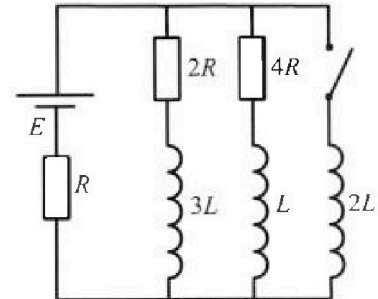
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



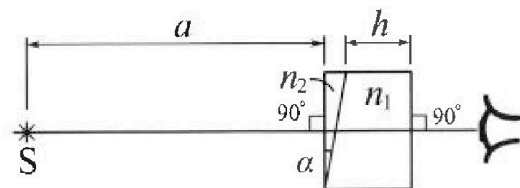
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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) Ка кой 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 $n_v = 1,0$. 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 $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

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"/>	<input 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 1 1) По определению ускорение $a = \frac{dv}{dt}$, где v — тангенс угла наклона касательной к графику $v(t)$ в данной точке. Проведем касательную, тогда получаем $a_0 \approx \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5 \text{ м/с}}{6 \text{ с}} = \frac{5}{6} \text{ м/с}^2$
Ответ: $a_0 = \frac{5}{6} \text{ м/с}^2$

2) Запишем II З.Н. для любого момента времени:

$ma = F_T - F_c$ (1), F_T — сила тяги, возникающая из-за передачи мощности от двигателя на переднее колесо; F_c — сила сопротивления.

По условию $N = F_T \cdot v = \text{const}$

В конце (из графика) $a_k \approx 0$, по условию $F_k = 200 \text{ Н}$, $v_k \approx 30 \text{ м/с}$

(из графика). \Rightarrow подставим в (1): $0 = \frac{N}{v_k} - F_k \Rightarrow N = F_k \cdot v_k$

$$N = 200 \text{ Н} \cdot 30 \text{ м/с} = \underline{6.000 \text{ Вт}}$$

В начале: $ma_0 = \frac{N}{v_0} - F_0$; v_0 (из графика) = 20 м/с

$$F_0 = -ma_0 + \frac{N}{v_0} \quad F_0 = -240 \cdot \frac{5}{6} + \frac{6.000}{20} = -200 + 300 = \underline{100 \text{ Н}}$$

Ответ: $F_0 = 100 \text{ Н}$

3) $N = F_0 \cdot v_0 + P_{\text{пол}}$, $P_{\text{пол}}$ — полезная мощность,
мощность, идущая на преодоление сил трения сопротивления.

$$\frac{F_0 v_0}{N} = \frac{100 \cdot 20}{6.000} = \left(\frac{1}{3}\right) \quad \text{Ответ: } \underline{\frac{1}{3}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

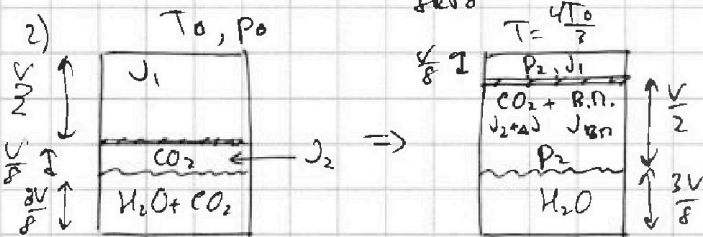


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Печать QR-кода недопустима!

Задача 2 1) Пусть до нагревания в верхней части J_1 газообразного CO_2 , в нижней — J_2 . В нижней части газообразный CO_2 замещает $\frac{V}{2} - \frac{3V}{8} = \frac{V}{8}$. Поверхность невест и в равновесии \Rightarrow давление в обеих частях одинаково P_0 . Запишем уравнения состояния:

верхней: $P_0 \frac{V}{2} = J_1 R T_0$; нижней: $P_0 \frac{V}{8} = J_2 R T_0 \Rightarrow$

\Rightarrow искомое $\frac{J_1}{J_2} = \frac{P_0 \frac{V}{2}}{P_0 \frac{V}{8}} = 4$. Ответ: $\frac{J_1}{J_2} = 4$.



В.П. - возникшие пары;

при $T = 373\text{K} = 100^\circ\text{C}$, давление паров равно атмосферному: $P_{\text{пар}} = P_{\text{атм}}$.

Упр-е состояния для верхней части после нагрева: $P_2 \cdot \frac{V}{8} = J_2 R T$; $P_0 \cdot \frac{V}{2} = J_1 R T_0$

$\Rightarrow P_2 = \frac{J_2 R T}{\frac{V}{8}} = \frac{J_2 R T_0}{\frac{V}{8}} \cdot \frac{4}{3} = \frac{P_0 \cdot 4}{3} = \frac{16 P_0}{3}$

В нижней части: $P_2 = P_{\text{CO}_2} + P_{\text{B.P.}}$; P_{CO_2} - парциальное давление углекислого газа после нагрева:

$\frac{16 P_0}{3} - P_{\text{атм}} = P_{\text{CO}_2}$; $P_{\text{CO}_2} \cdot \frac{V}{2} = (J_2 + 0) \cdot R T \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{P_{\text{CO}_2} V}{2} = \frac{J_2 R T}{4} + \Delta J R T \quad (*) \Rightarrow J_2 R T = \frac{P_2 V}{8} = \frac{16 P_0 V}{3 \cdot 8} = \frac{P_0 2V}{3} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{P_{\text{CO}_2} V}{2} = \frac{2 P_0 V}{3 \cdot 4} + \Delta J R T \Rightarrow P_{\text{CO}_2} = \frac{P_0}{3} + 2 \frac{\Delta J R T}{V}$

$\frac{16 P_0}{3} - P_{\text{атм}} = \frac{P_0}{3} + 2 \frac{\Delta J R T}{V} \Rightarrow \frac{15 P_0}{3} = P_{\text{атм}} + 2 \frac{\Delta J R T}{V} \Rightarrow 5 P_0 = P_{\text{атм}} + \frac{2 \Delta J R T}{V}$

$\Delta J = k P_0 \frac{3V}{8}$; $P_{\text{атм}} = P_{\text{атм}}$ по закону Гей-Люссака

$5 P_0 = P_{\text{атм}} + \frac{2 R T}{V} \cdot k P_0 \frac{3V}{8} \Rightarrow 5 P_0 = P_{\text{атм}} + \frac{3}{4} k R T P_0 \Rightarrow (5 - \frac{3 k R T}{4}) P_0 = P_{\text{атм}}$

$P_0 = P_{\text{атм}} \cdot \frac{1}{5 - \frac{3 k R T}{4}} = \frac{4 \cdot P_{\text{атм}}}{20 - 3 k R T}$

$P_0 = \frac{4}{20 - 3 \cdot 0,016 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^8} P_{\text{атм}}$
 $P_0 = \frac{4}{20 - 5,4} P_{\text{атм}} \Rightarrow P_0 = \frac{4}{14,6} P_{\text{атм}} \Rightarrow P_0 = \frac{20 P_{\text{атм}}}{73}$ Ответ: $P_0 = \frac{20 P_{\text{атм}}}{73}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

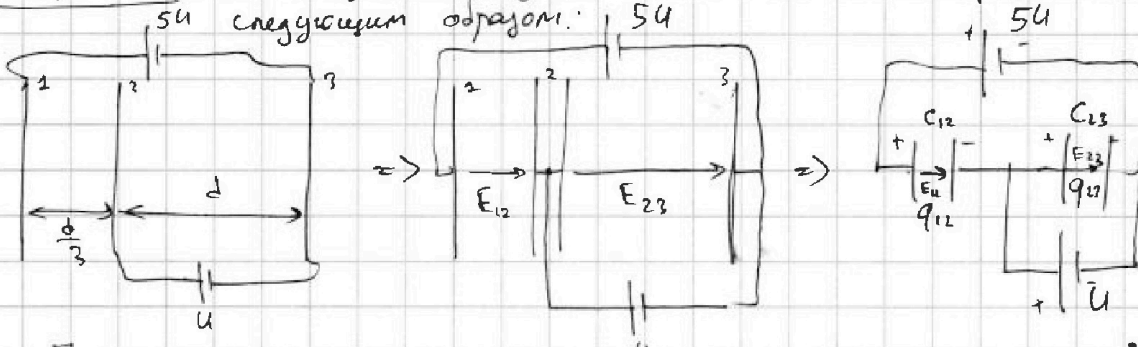
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Задача 3

Данную схему можно эквивалентно представить следующим образом:



Ёмкости полученных конденсаторов 12 и 23 равны: $C_{12} = \frac{3\epsilon_0 S}{d}$, $C_{23} = \frac{\epsilon_0 S}{d}$.

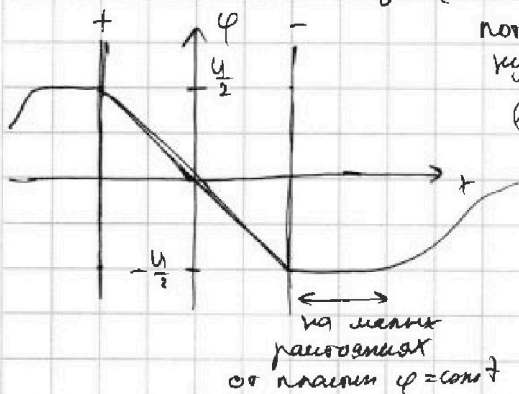
1) Между пластинами 2 и 3 находится как раз в поле конденсатора 23 E_{23} (поле конденсатора 12 скомпенсировано и равно нулю внутри его пластин и за ними). $m|a_{23}| = |F_{кп23}| \Rightarrow |a_{23}| = \frac{q \cdot |E_{23}|}{m}$; $U = E_{23} \cdot d \Rightarrow \Rightarrow E_{23} = \frac{U}{d} \Rightarrow |a_{23}| = \frac{q \cdot U}{m \cdot d}$

Ответ: $|a_{23}| = \frac{qU}{md}$

2) По ΔK об изменении кин. энергии: $\Delta K_{23} = A_{23}$; $A_{23} = q \cdot E_{23} \cdot d = qU$

Ответ: $K_3 - K_2 = \Delta K_{23} = qU$

3) У одиночного конденсатора график потенциала φ от координаты x имеет следующий вид: (U - напряжение на конденсаторе). В центре симметричного



потенциал в центре симметричного конденсатора равен нулю. Потенциал аддитивен \Rightarrow потенциал в центре на конденсатора 23 равен:

$$\varphi_0 = \varphi_{E_{23}} + \varphi_{12}; \quad \varphi_{12} = -\frac{U}{2} \text{ (из графика)}$$

$$\varphi_A = \varphi_0 + E_{23} \cdot \frac{d}{4} = -\frac{U}{2} - \frac{U}{d} \cdot \frac{d}{4} = -\frac{3U}{4}$$

$$\text{З.С.Э: } \frac{mv_0^2}{2} + q \cdot \varphi_0 = \frac{mv_A^2}{2} + q \cdot \varphi_A$$

v_A - ск-сть частицы в т.А

$$v_A^2 = v_0^2 + \frac{2q}{m} \cdot \frac{3U}{4} \Rightarrow v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{3qU}{2m}}$$

Ответ: $v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{3qU}{2m}}$

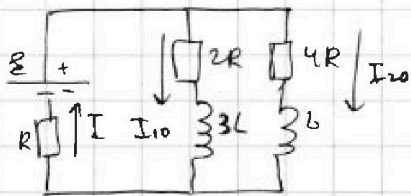
- 1 2 3 4 5 6 7

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

Задача 4

1) Схема при разомкнутом ключе и уст. режиме!

В уст. режиме $I = \text{const} \Rightarrow \dot{I} = 0 \Rightarrow$
 \Rightarrow напряжения на катушках равны нулю.

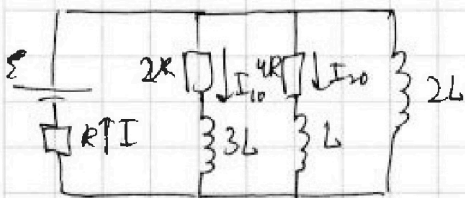


$$I = I_{10} + I_{20}$$

II З.Кирхгофа: $I_{10} \cdot 3L - I_{20} \cdot 4R = 0 \Rightarrow I_{10} = 2I_{20}$
 $I \cdot R - \varepsilon + 4R I_{20} = 0 \Rightarrow I_{20} = \frac{\varepsilon}{7R}$

Ответ: $I_{20} = \frac{\varepsilon}{7R}$

2) Множество токов в катушках уменьшается не может \Rightarrow токи через все катушки сразу после замыкания ключа такие же, как сразу до.



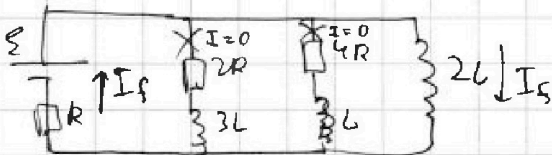
II З.Кирхгофа: $I R - \varepsilon + 2L \dot{I}_{2L} = 0$
 \dot{I}_{2L} - скорость возрастания тока в катушке
 $2L$ сразу после замыкания ключа.

$$\dot{I}_{2L} = \frac{\varepsilon - (I_{10} + I_{20})R}{2L} = \frac{2\varepsilon}{7L}$$

Ответ: $\frac{2\varepsilon}{7L}$

3) В уст. режиме схема примет следующий вид:

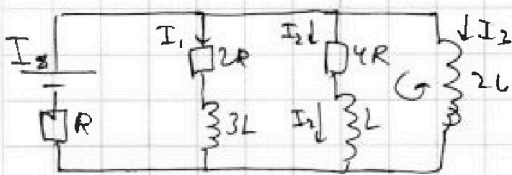
I_f - ток в уст. режиме;



$$I_f = \frac{\varepsilon}{R}$$

В переходном процессе:

II З.Кирхгофа: $I_2 \cdot 4R - L \dot{I}_2 + 2L \dot{I}_3 = 0$



$$I_2 \cdot 4R = L \frac{dI_2}{dt} + 2L \frac{dI_3}{dt}$$

$$4R \cdot I_2 dt = L dI_2 + 2L dI_3 \Rightarrow$$

dq_2 - малый заряд, прошедший через резистор $4R$

$$\Rightarrow \int_0^{q_2} 4R dq_2 = \int_0^{I_2} L dI_2 + \int_0^{I_3} 2L dI_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4R q_2 = L(0 - I_{20}) + 2L(I_f - 0) \Rightarrow 4R q_2 = \frac{2L\varepsilon}{R} - \frac{L \cdot \varepsilon}{7R} = \frac{13L\varepsilon}{7R}$$

$$q_2 = \frac{13L\varepsilon}{28R^2} \quad \text{Ответ: } q_2 = \frac{13L\varepsilon}{28R^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

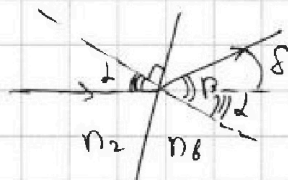
МФТИ

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

Задача 5. 1). Т.к. $n_1 = n_2$, то призму $\in n$, можно считать воздушной (не влияет на ход луча).



На левую грань призмы падает $\perp \Rightarrow$ не преломляется; рассмотрим преломление на правой грани:



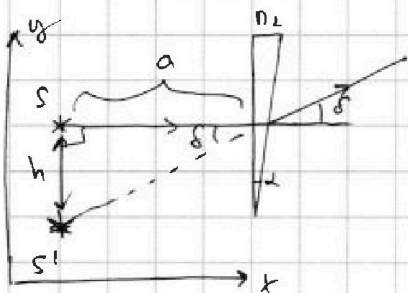
Закон Снелла с учетом малости углов:

$$d n_2 = \beta n_2; \quad \beta = \delta + \alpha \Rightarrow \Rightarrow \delta = \beta - \alpha = d \frac{n_2}{n_1} - \alpha = d \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

$$n_2 = 1.7, \quad d = 0.1 \text{ см} \Rightarrow \delta = 0.1 \cdot 0.7 = 0.07 \text{ рад.}$$

Ответ: 0.07 рад.

2) Как и в пункте 1, призма $n_2 \neq n_1$ не влияет на ход лучей. h -шпоров расстояние.



Т.к. луча тонкая, то изображение не сместится от источника по оси x ; будет только смещение по оси y .

$$\tan \delta = \frac{h}{a}; \quad \delta \ll 1 \Rightarrow h = a \delta = a d \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) = 100 \cdot 0.01 = 1$$

$$\Rightarrow h = 7 \text{ см}$$

Ответ: 7 см

3) Система можно разбить на две тонкие призмы с малым углом и плоско-параллельную пластину:

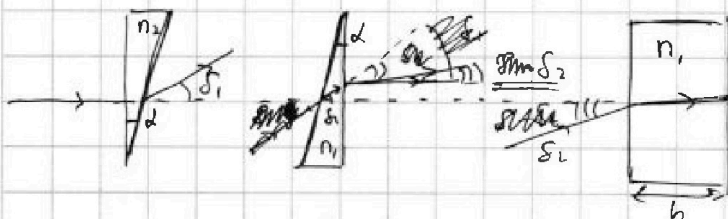
Известно, что плоско-параллельная пластинка не преломляет

поворачивает луч, но

смещает \Rightarrow ее

можно "заменить"

воздухом толщиной $\frac{h}{n_2} \Rightarrow$

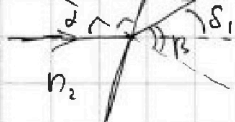


$$\Rightarrow \text{сдвиг за этого преобразование источника сместится по } x \text{ на } \Delta a = h - \frac{h}{n_1} = 14 - \frac{14}{1.4} = 4 \text{ см}$$

Из условия известно, что $\delta_1 \in \delta_2 \in \delta$ (аналогично пункту 1):

$$\delta_1 = d \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) = 0.07 \text{ рад}, \quad \delta_2 = d \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) = 0.07 \text{ рад}, \quad \delta = d \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) = 0.14 \text{ рад}$$

Первое преломление: Снелл; $d n_2 = \beta n_1 \Rightarrow \beta = d \frac{n_2}{n_1}; \quad \delta_1 = \beta - d = d \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

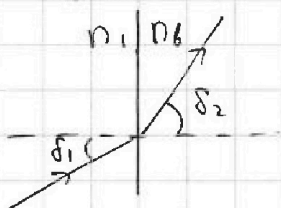
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Второе преломление:

Снова: $(\delta_1 + d)n_2 = \delta n_1$; $\delta = d + \delta_2$

~~$\delta = \delta - d = \frac{n_1}{n_2}(\delta_1 + d) - d = \frac{n_1}{n_2}(\delta_1 + d) - d$~~
 ~~$\Rightarrow \delta = \frac{n_2}{n_1}(d(\frac{n_1}{n_2} - 1) + d) - d = 0$~~

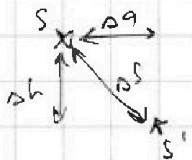
~~Второе преломление:~~ Второе преломление:



$\delta_1 n_1 = \delta_2 n_2 \Rightarrow \delta_2 = d n_1 (\frac{n_2}{n_1} - 1) = d(n_2 - n_1)$

Из пункта 2 следует, что если луч в итоге повернул на δ_2 ,
то смещение изобразится по оси y от. иголка $h = a \delta_2 =$
 $= a \cdot d(n_2 - n_1) = 100 \cdot 0,2 \cdot 0,3 = 3 \text{ см.}$

Итоговое смещение: $\Delta S = \sqrt{h^2 + \Delta a^2} = \underline{5 \text{ см}}$



Ответ: 5 см

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



$$\sigma_1 = \frac{q_{12}}{S} = \frac{12U \cdot \epsilon_0}{d \cdot 8} = \frac{12U \epsilon_0}{d}$$

$$\sigma_2 = -\frac{q_{23}}{S} = -\frac{U \cdot \epsilon_0}{d \cdot 8} = -\frac{U \epsilon_0}{d}$$

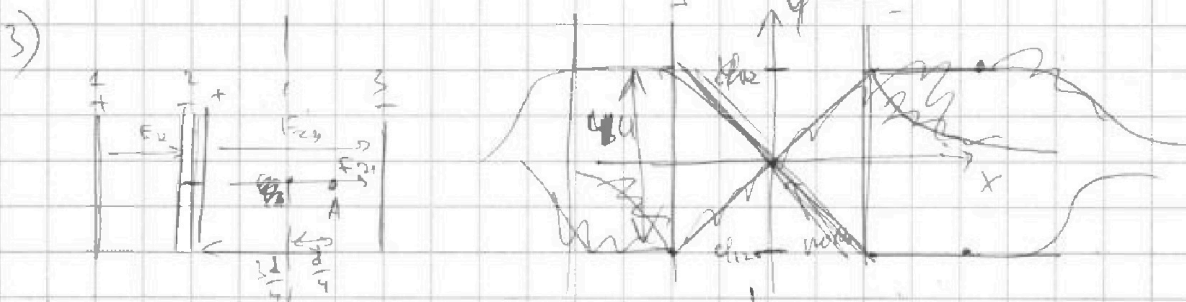
$$\sigma_2 = \frac{q_{12} + q_{23}}{S} = -\sigma_1 + \sigma_2 = \frac{U \epsilon_0 (12 - 1)}{d} = \frac{11U \epsilon_0}{d}$$

2) В одной цепи сетки σ_3 поле как в канд. 23

$$E_{23} = \frac{U}{d}; \quad m(a_{23}) = q|E_{23}| \Rightarrow |a_{23}| = \frac{q}{m} |E_{23}| = \frac{qU}{md}$$

2) по Тd. сук. кин. энерг: $\Delta K_{23} = A_{вект} \cos \alpha_{23}; \quad A_{вект} \cos \alpha =$

$$= F_{кул23} \cdot d = q \cdot \frac{U}{d} \cdot d = qU \Rightarrow K_3 - K_2 = \Delta K_{23} = qU$$



$\varphi_{\infty} = 0$ $\varphi_0 = \varphi_{12}$ от концы 12! $\varphi_{12} = -2U = -\varphi_0$

~~$\varphi_A = 2\varphi_{12} = 2\varphi_{23}$~~ $\varphi_A = \varphi_0 = E_{23} \frac{d}{4}$

$$\varphi_A = -2U - \frac{U}{4} = -2U - \frac{U}{4} = -\frac{9U}{4}$$

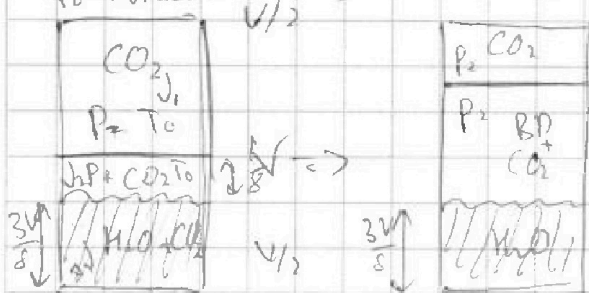
з.с.д. $\frac{m v_0^2}{2} + q\varphi_{\infty} = \frac{m v_A^2}{2} + q\varphi_A$

$$v_0^2 = v_A^2 + \frac{2q}{m} \left(-\frac{9U}{4} \right)$$

$$v_A^2 = v_0^2 + \frac{9qU}{2m}$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{9qU}{2m}}$$

$T_0 \rightarrow \frac{4P_0}{3} = 327K = 100^\circ C$



нормаль известна $\Rightarrow P = P$

$$P \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0; \quad P \frac{V}{8} = \nu_2 R T_0$$

$$P \cdot \frac{V}{8} = \nu_1 R T_0$$

$$\nu_2 R T_0 = \frac{3V}{8} P \Rightarrow \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{3V P}{8 P V} = \frac{3}{8}$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{P V}{\nu_2 R T_0} = \frac{P V}{\frac{3}{8} P V} = \frac{8}{3} = 9$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

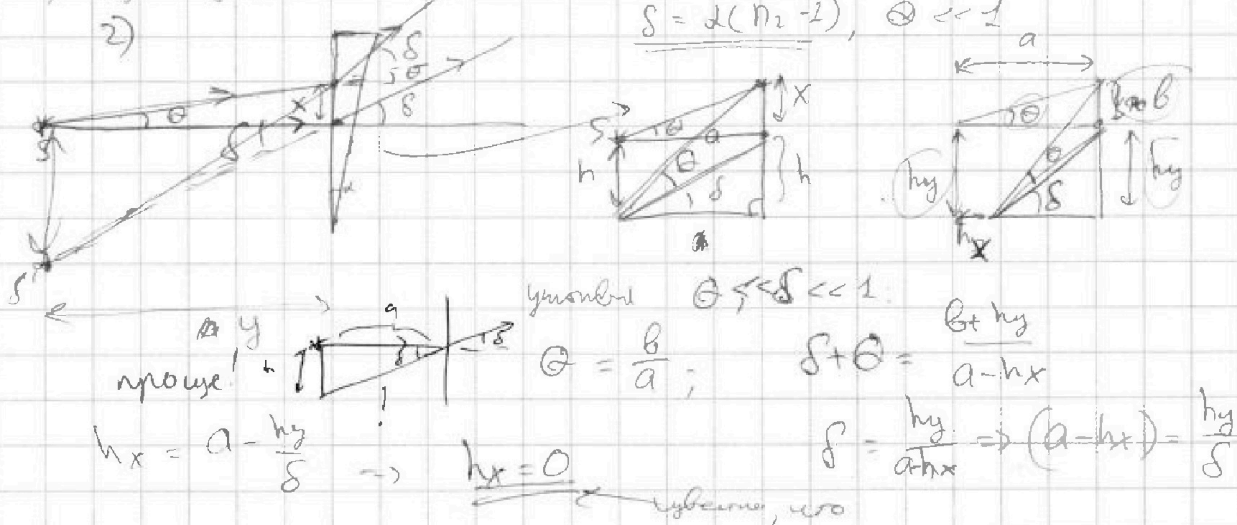
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



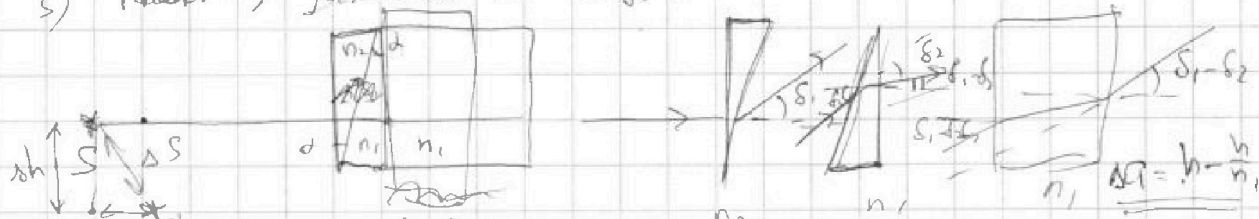
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) переделайте форму на изображение



$hy = h = \frac{a\delta}{n_2 - 1} = 100 \text{ см} \cdot 0,02 = 2 \text{ см}$

3) правильно зависимость от воздуха рефракции n/n_1

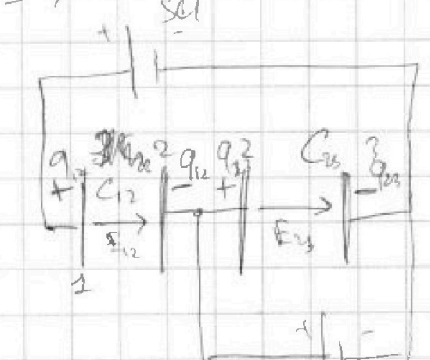
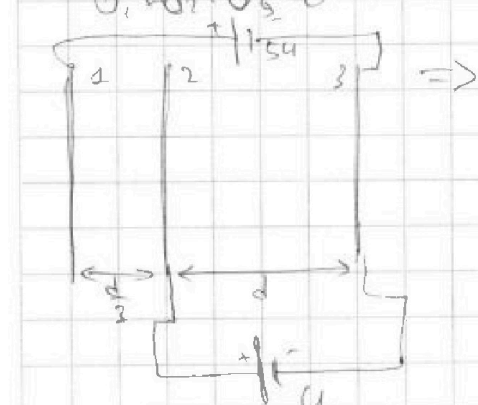


$\Delta S = \sqrt{\delta h^2 + \delta a^2} \Rightarrow$

$S_1 = 2 \frac{a(n_1 - 1)}{n_1}$ $S_2 = 2 \frac{a(n_2 - 1)}{n_2}$

$\Delta a = \frac{2a}{n_1} (n_1 - n_2) = 100 \cdot \frac{1}{1,4} = 71,4 \text{ см}$

3) найти $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, если суммарный заряд равен нулю



$C_{12} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$

$C_{23} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d/3} = 3C_{12}$

$\frac{q_{12}}{C_{12}} + \frac{q_{23}}{C_{23}} = 54$

$\frac{q_{23}}{C_{23}} = U$

$q_{23} = UC_{23}$

$\frac{q_{12}}{3C_{12}} + U = 54 \Rightarrow \frac{q_{12}}{3C_{12}} = 44 \Rightarrow q_{12} = 132UC_{12}$

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, ~~2~~ 2) $m = 240 \text{ кг}$, $F_k = 200 \text{ Н}$

1) ускорение a по определению $a = \frac{dv}{dt} \rightarrow a(0) - \text{критич. значение}$
 2) $a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5 \text{ м/с}}{6 \text{ с}} = \frac{5}{6} \text{ м/с}^2$

2) ΣM_i (в t момент Φ_{max})
 $ma = F_T - F_c$ (1); $F_T - \text{тяга}$, $F_c - \text{сопротивление}$

По ур. $N = F_T \cdot v = \text{const}$

в конце (из ур. (1)) $a \approx 0$; $F_k = 200 \text{ Н}$, $v_k \approx 30 \text{ м/с}$, \Rightarrow

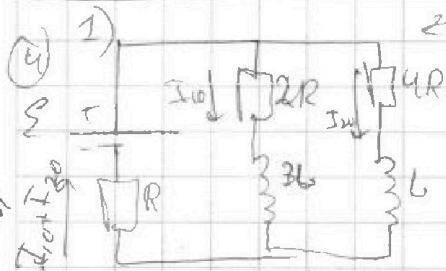
\Rightarrow найдём v (1) $0 = \frac{N}{v_k} - F_k \Rightarrow N = F_k \cdot v_k = 200 \cdot 30 \text{ м/с} = 6000 \text{ Вт}$

в начале $ma_0 = \frac{N}{v_0} - F_0 \rightarrow F_0 = \frac{N}{v_0} - ma_0$

$F_0 = \frac{6000}{40} - 240 \cdot \frac{5}{6} = 300 - 200 = 100 \text{ Н}$

3) ~~3) $F_{\text{тяги}}$~~ $N = F_0 v_0 + P_{\text{тяги}}$ ← полезная мощность

коэффициент полезного действия $\eta = \frac{P_{\text{полез}}}{P_{\text{общ}}} = \frac{F_0 v_0}{N} = \frac{100 \cdot 40}{6000} = \frac{2}{3}$



В ур. решим $I = \text{const}$, $\Rightarrow U_0 = 0$

В обеих катушках.

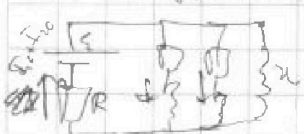
В з.к.: $I_{10} \cdot 2R - I_{20} \cdot 4R = 0 \Rightarrow I_{10} = 2I_{20}$

$(I_{10} + I_{20})R - E + 4R I_{20} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow E = 7RI_{20} \Rightarrow I_{20} = \frac{E}{7R}$

2) Максимально поток в катушках сдвиг не имеет \rightarrow ток I_{10} и I_{20} не меняется, через катушку $2L$ ток не течёт (на его не даёт) \Rightarrow

\rightarrow следующая схема:



В з.к. $(I_{10} + I_{20})R - E + 2L \dot{I}_{20} = 0$

$I_{20} - \text{ток через } \dots \Rightarrow I_{20} = \frac{E - (I_{10} + I_{20})R}{2L}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

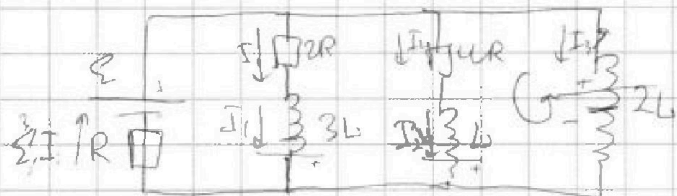
1 2 3 4 5 6 7



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

$$I_{2L} = \frac{\mathcal{E} - \frac{3}{2} \frac{\mathcal{E}}{R} R}{2L} = \frac{2\mathcal{E}}{2L} = \frac{\mathcal{E}}{L}$$

3) В цепи разные токи.

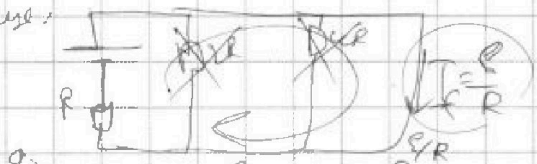


$$U_R \cdot I_2 - L \frac{dI_2}{dt} - 2L \frac{dI_3}{dt} = 0$$

$$U_R I_2 = L \frac{dI_2}{dt} + 2L \frac{dI_3}{dt}$$

$$UR I_2 dt = L dI_2 + 2L dI_3 \Rightarrow$$

В конце:



$$\int_0^{q_2} UR dq_2 = \int_0^{I_{20}} L dI_2 + \int_0^{I_{30}} 2L dI_3 \Rightarrow UR q_2 = -L \cdot I_{20} + 2L \left(\frac{\mathcal{E}}{R} - 0 \right)$$

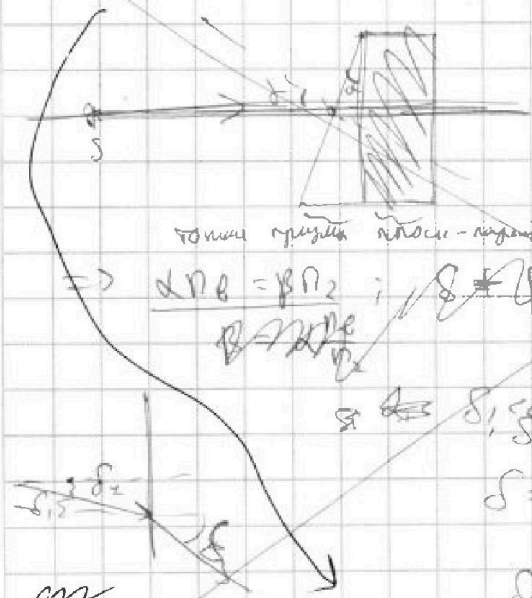
$$UR q_2 = -L \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} + 2L \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$UR q_2 = \frac{L\mathcal{E}}{R} \left(2 - 1 \right) \Rightarrow UR q_2 = \frac{L\mathcal{E}}{R} \cdot \frac{13}{14}$$

$$q_2 = \frac{L\mathcal{E}}{R^2} \cdot \frac{13}{56} = \frac{13}{56} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}$$

5) 1) $n_1 = n_2 \Rightarrow$ шломе и учисовате (дуга томе безупр.)

Учлен, що показує, не менше цією.



$$\Rightarrow \alpha n_1 = \beta n_2$$

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

$$\delta_1 + \beta = \alpha \Rightarrow \delta_1 + \frac{n_1}{n_2} \alpha = \alpha \Rightarrow \delta_1 = \alpha \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right)$$

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

$$\delta_0 = 0,2 \cdot (1,7 - 1) = 0,14$$

дугий рисунок!!! не на правили!