



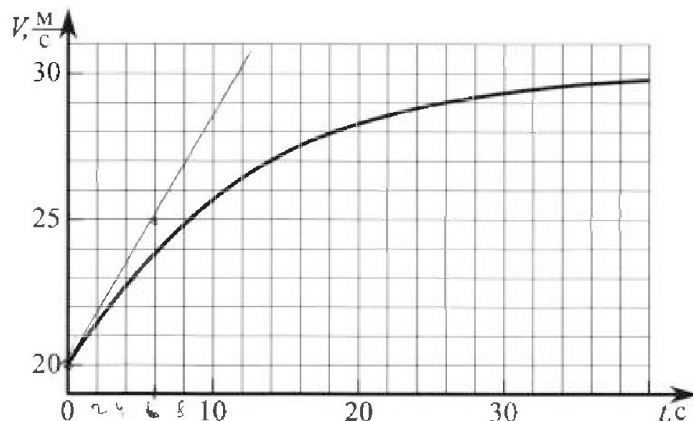
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



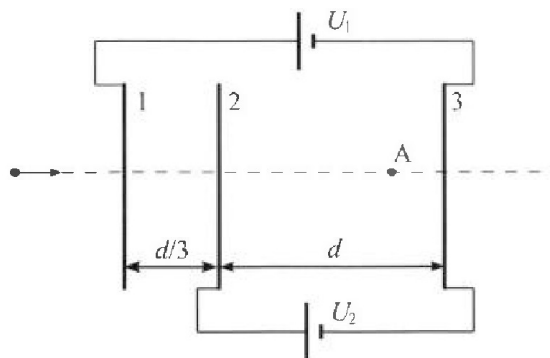
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
 - Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
 - Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
- Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом 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 объем $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объем его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. 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 A на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

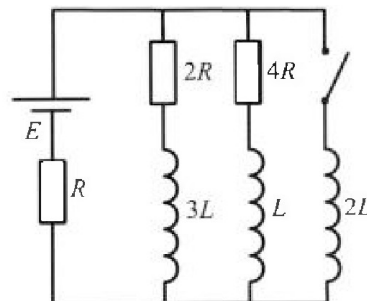
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



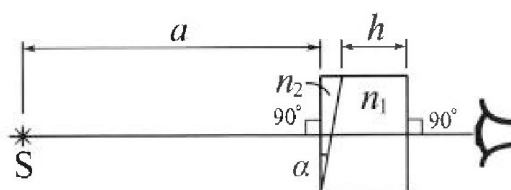
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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. Проведя касательную, мы 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): $0 = \frac{N}{v_k} - F_k \Rightarrow N = F_k \cdot v_k$
 $N = 200 \text{ Н} \cdot 30 \text{ м/с} = 6.000 \text{ Вт}$

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

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

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.

$$\frac{F_0 v_0}{N} = \frac{100 \cdot 20}{6.000} = \frac{1}{3} \quad \text{Ответ: } \frac{1}{3}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

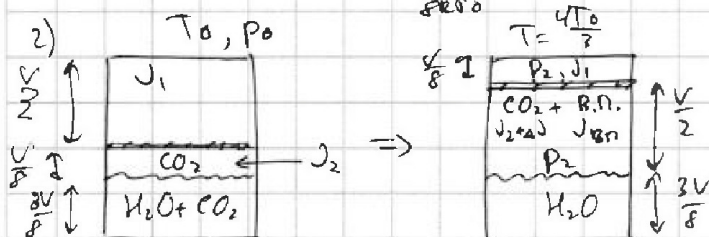
Задача 2 1) Пусть до нагревания в верхней части J_1 газообразного CO_2 , в нижней — J_2 . В нижней части газообразный CO_2 замещает

$$\frac{V}{2} - \frac{3V}{8} = \frac{V}{8}$$

Поршень невест и в равновесии $\Rightarrow$ давление в обеих частях одинаково $\Rightarrow$ давит 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 $\frac{J_1}{J_2} = \frac{p_0 \frac{V}{2} R T_0}{p_0 \frac{V}{8} R T_0} = 4$. Ответ! $\frac{J_1}{J_2} = 4$.



В.П. - возмущение поршня;

при $T = 373 \text{ K} = 100^\circ \text{C}$,
давление насыщенного пара равно
атмосферному: $p_{\text{нп}} = p_{\text{атм}}$.

Упр-е состояния для верхней части после нагрева: $p_2 \cdot \frac{V}{8} = J_1 R T$; $p_0 \cdot \frac{V}{2} = J_1 R T_0$

$\Rightarrow p_2 = \frac{J_1 R T_0}{\frac{V}{8}} \cdot \frac{4}{3} = \frac{p_0 \cdot 4}{3} = \frac{16 p_0}{3}$

Поршень всё так же в равновесии.

В нижней части: $p_2 = p_{\text{CO}_2} + p_{\text{нп}}$; p_{CO_2} - парциальное давление углекислого газа

$\Rightarrow \frac{16 p_0}{3} - p_{\text{атм}} = p_{\text{CO}_2}$ после нагрева: $p_{\text{CO}_2} \cdot \frac{V}{2} = (J_2 + J_0) \cdot R T \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{p_{\text{CO}_2} V}{2} = \frac{J_1 R T}{4} + J_0 R T \quad (*) \Rightarrow J_1 R T = \frac{p_2 V}{8} = \frac{16 p_0 V}{3 \cdot 8} = \frac{p_0 2 V}{3} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{p_{\text{CO}_2} V}{2} = \frac{2 p_0 V}{3 \cdot 4} + J_0 R T \Rightarrow p_{\text{CO}_2} = \frac{p_0}{3} + 2 \frac{J_0 R T}{V}$

$(*) \Rightarrow \frac{16 p_0}{3} - p_{\text{атм}} = \frac{p_0}{3} + 2 \frac{J_0 R T}{V} \Rightarrow \frac{15 p_0}{3} = p_{\text{атм}} + 2 \frac{J_0 R T}{V} \Rightarrow 5 p_0 = p_{\text{атм}} + \frac{2 J_0 R T}{V}$

$J_0 = k p_0 \frac{3V}{8}$; p_2 - парциальное давление газа $(p_2 = \frac{16 p_0}{3})$

$5 p_0 = p_{\text{атм}} + \frac{2 R T}{V} \cdot k p_0 \frac{3V}{8} \Rightarrow 5 p_0 = p_{\text{атм}} + \frac{3}{4} k R T p_0 \Rightarrow (5 - \frac{3 k R T}{4}) p_0 = p_{\text{атм}}$

$p_0 = p_{\text{атм}} \cdot \frac{1}{5 - \frac{3 k R T}{4}} = \frac{4 \cdot p_{\text{атм}}}{20 - 3 k R T}$

$p_0 = \frac{4}{20 - 3 \cdot 0,06 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3} p_{\text{атм}}$

$p_0 = \frac{4}{20 - 54} p_{\text{атм}} \Rightarrow p_0 = \frac{4}{14,6} p_{\text{атм}} \Rightarrow p_0 = \frac{20 p_{\text{атм}}}{73}$ 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:

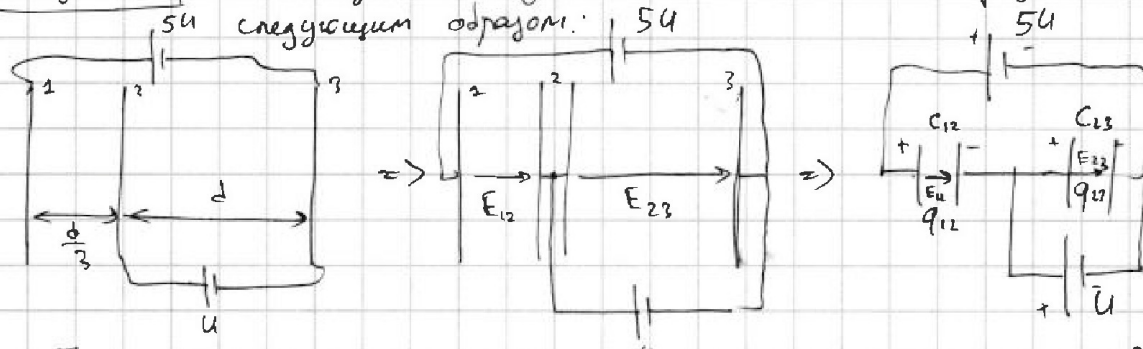
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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: $C_{12} = \frac{3\epsilon_0 S}{d}$,
 $C_{23} = \frac{\epsilon_0 S}{d}$.

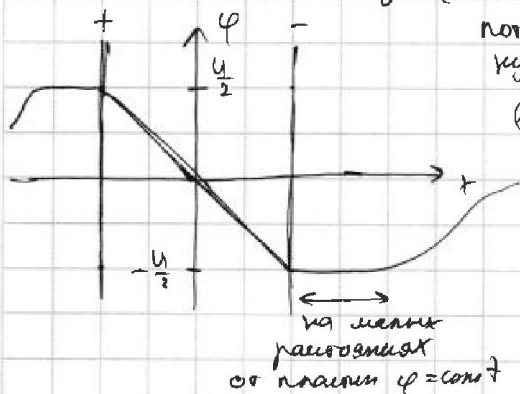
1) Между пластинами 2 и 3 находится заряд q по конденсатору 23
 E_{23} (поле конденсатора 12 скомпенсировано и равно нулю внутри его
пластин и за ними). $mq_{23} = F_{кп23} \Rightarrow |q_{23}| = \frac{q \cdot |E_{23}|}{m}$; $U = E_{23} \cdot d \Rightarrow$
 $\Rightarrow E_{23} = \frac{U}{d} \Rightarrow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

Ответ: $|q_{23}| = \frac{qU}{md}$

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 конденсатора 23 равен:

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

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

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

v_A - ск-сть частицы в т. А

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

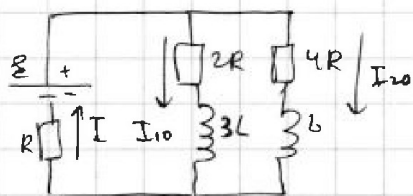
Ответ: $v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{3qU}{m}}$

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
кнопе и уст. режиме:



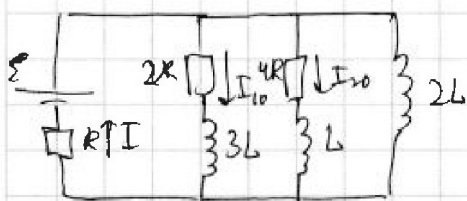
В уст. режиме $I = \text{const} \Rightarrow \dot{I} = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow$ напряжения на катушках равны нулю.

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

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

Ответ: $I_{20} = \frac{E}{7R}$

2) Мгновенно поток в катушках изменяется не может $\Rightarrow$ токи через обе катушки сразу после замыкания кнопы такие же, как сразу до.

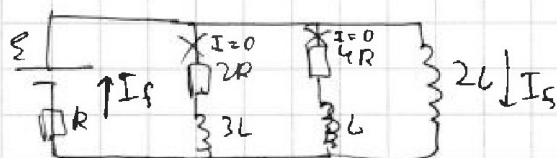


II З.Кирхгофа: $I R - E + 2L \dot{I}_{20} = 0$
 $\dot{I}_{20}$ — скорость возрастания тока в катушке
 $2L$ сразу после замыкания кнопы.

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

Ответ: $\frac{2E}{7L}$

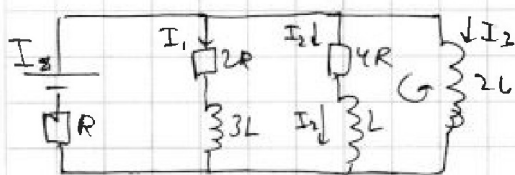
3) В уст. режиме схема примет следующий вид:



I_f — ток в уст. режиме;

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

В переходном процессе:



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

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

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

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

$$\Rightarrow \int_0^{q_2} 4R dq_2 = \int_{I_{20}}^0 L dI_2 + \int_0^{I_f} 2L dI_3 \Rightarrow$$

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

$$q_2 = \frac{13LE}{28R^2}$$

Ответ: $q_2 = \frac{13LE}{28R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

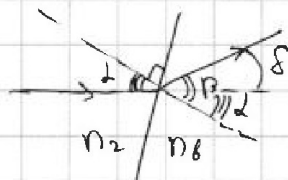
МФТИ

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 призма с n , можно считать воздушной (не влияет на ход луча).



На левую грань луч падает $\perp \Rightarrow$ не преломляется, распространяется прямо на правой грани:



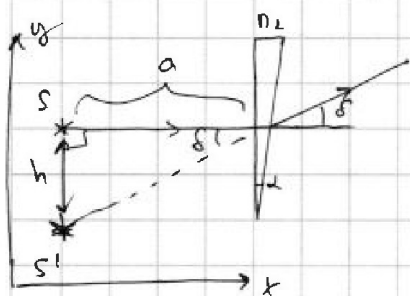
Закон Снелла с учетом малости углов:

$$dn_2 = \beta n_1; \quad \beta = \delta + \alpha \Rightarrow \Rightarrow \delta = \beta - \alpha = n \frac{n_2}{n_1} - \alpha = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

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

Ответ: 0.07 рад.

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



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

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

$$\Rightarrow h = 7 \text{ см}$$

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"

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

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

Из пункта 1 известно, что $\delta_1 = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$ Аналогично пункт 2:

$$\delta_1 = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) = 0.1 \cdot 0.7 = 0.07 \text{ рад}, \quad \delta_2 = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) = 0.1 \cdot 0.7 = 0.07 \text{ рад}$$

Первое преломление: Снелл; $dn_2 = \beta n_1, \Rightarrow \beta = n \frac{n_2}{n_1}; \quad \delta_1 = \beta - \alpha = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$



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:

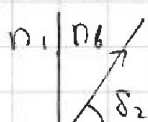
Снова:

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

$$\delta = \delta - d = \frac{n_1}{n_2}(\delta_1 + d) - d = \frac{n_1}{n_2}(\delta_1 + d) - d$$

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

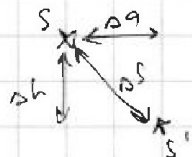
Второе преломление:



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

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

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



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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



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

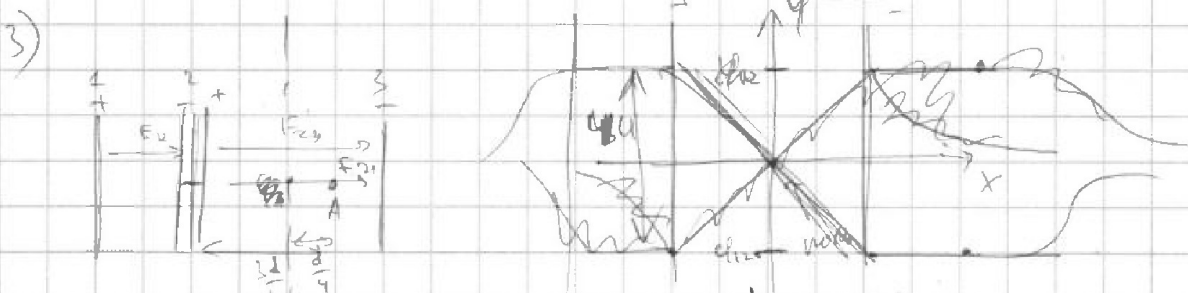
$$\sigma_2 = -\frac{q_{23}}{S} = -\frac{U \cdot 8d}{d \cdot 8} = -\frac{U \epsilon_0}{d}$$

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

2) В одной цепи сетки 23 поле как в конд 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 Тд. сил. кин. энерг: $\Delta K_{23} = A_{\text{вект. сил.}}; \quad A_{\text{вект. сил.}} = F_{\text{инд.}} \cdot d = q \cdot \frac{U}{d} \cdot d = qU \Rightarrow K_3 - K_2 = \Delta K_{23} = qU$



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

$\varphi_A = 2\varphi_{12} = 2\varphi_{0A}$ $\varphi_A = \varphi_0 + E_{23} \frac{d}{4}$

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

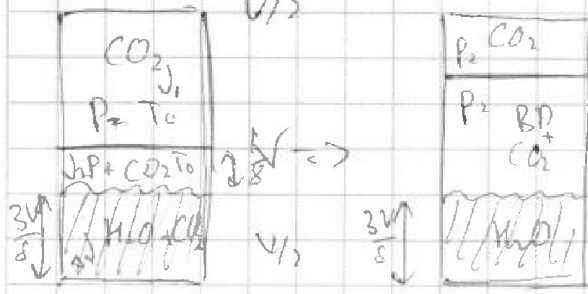
З.С.Д: $\frac{mv_0^2}{2} + q\varphi_{\infty} = \frac{mv_A^2}{2} + q\varphi_A$

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

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

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

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



нормаль невелика $\Rightarrow P \approx P_0$

$$\frac{PV}{2} = \nu R T_0; \quad \frac{P_1 V}{2} = \nu_1 R T_0$$

$$P \cdot \frac{V}{2} = \nu R T_0$$

$$\nu_1 R T_0 = \frac{P_1 V}{2} \Rightarrow \frac{P_1 V}{2} = \frac{P V}{2} \Rightarrow P_1 = P$$

$$P T_0 = \frac{P_1 T_1}{2} = \frac{P V}{2} \Rightarrow \frac{P_1 T_1}{2} = \frac{P V}{2} \Rightarrow \frac{P_1 T_1}{2} = \frac{P T_0}{2} \Rightarrow P_1 T_1 = P T_0$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

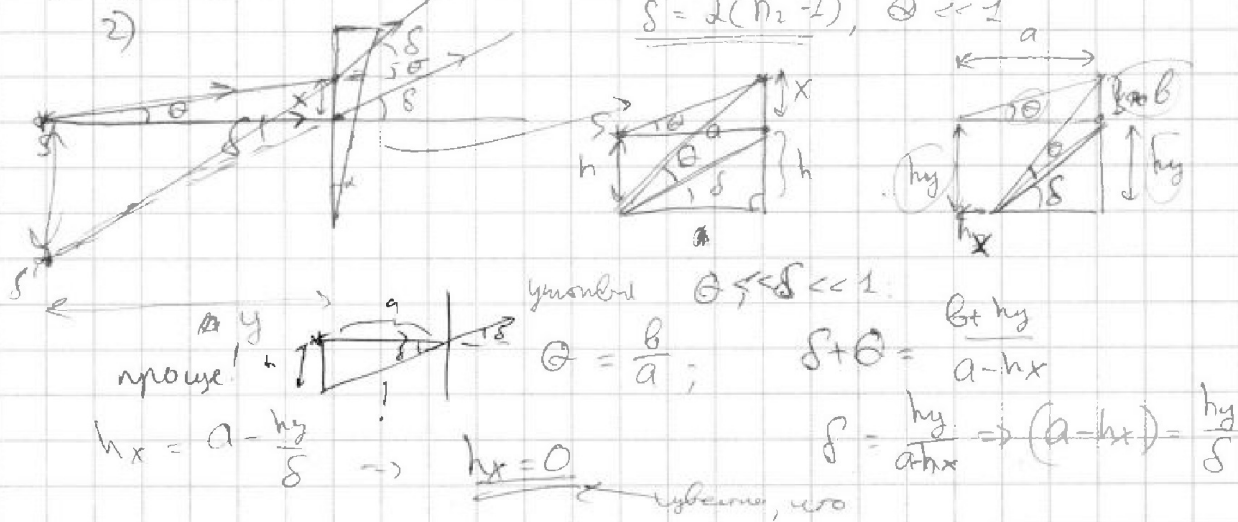
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

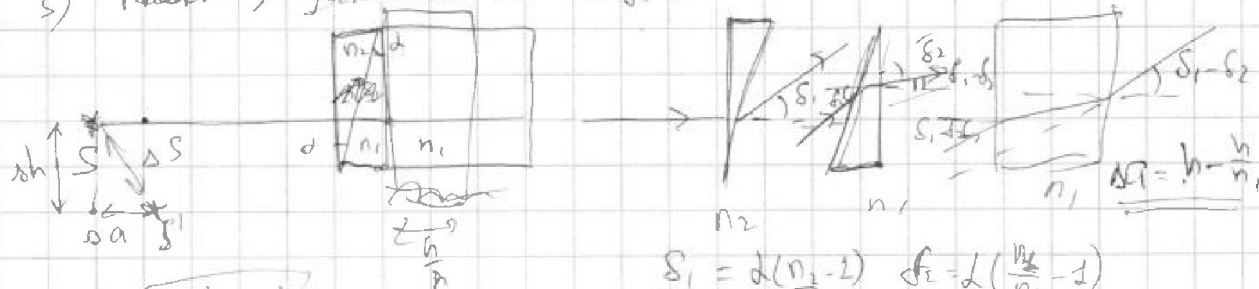
1) передать форму на черновике

2)



$h_y = h = \frac{as}{2} = ad(n_2 - 1) = 100 \text{ см} \cdot 0,04 = 4 \text{ см}$

3) решить задачу на формулу рефракции: h/n

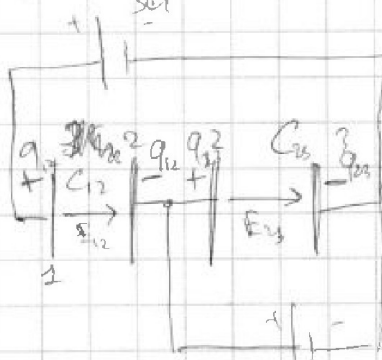
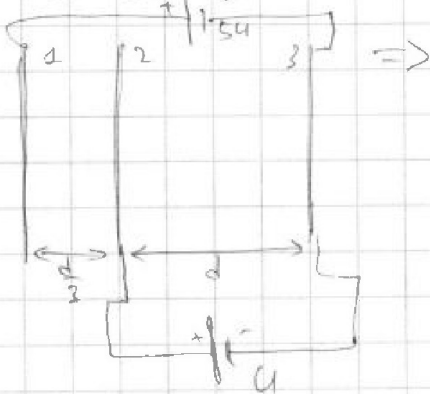


$\Delta s = \sqrt{s_1^2 + s_2^2}$

$\Delta a = \sqrt{s_1^2 + s_2^2}$

3) найти ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 , если сумма дельта равна нулю.

$\phi_1 + \phi_2 + \phi_3 = 0$



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

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

$\frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} = 54$

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

$q_{23} = UC_{23}$

$\frac{q_{12}}{3C_{23}} + U = 54 \Rightarrow \frac{q_{12}}{3C_{23}} = 44 \Rightarrow q_{12} = 12UC_{23}$

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

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

2) ΣM_i (в t момент $\Phi_{\text{мех}}$)
 $ma = F_T - F_c(1)$; F_T - сила, F_c - сопротивление

По упр. $N = F_T \cdot \varphi = \text{const}$

В точке (из шарика) $a \approx 0$; $F_k = 200 \text{ Н}$, $\varphi_k \approx 30 \text{ м/с}$, $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ по условию в (1) $0 = \frac{N}{\varphi_k} - F_k \Rightarrow N = F_k \varphi_k = 200 \cdot 30 \text{ м/с} = 6000$

В начале $ma_0 = \frac{N}{\varphi_0} - F_0 \rightarrow F_0 = \frac{N}{\varphi_0} - ma_0$

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

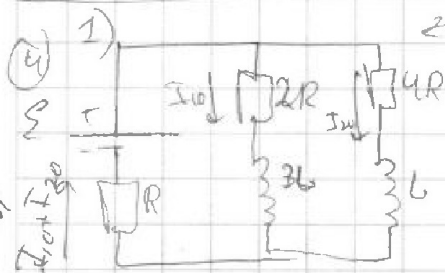
3) ~~задача~~

$N = F_0 \varphi_0 + P_{\text{мех}} \leftarrow \text{полезная мощность}$

содержит мощность $\leftarrow$ мощность при пределе $\leftarrow$ мех. сод.

$$L = \frac{F_0 \varphi_0}{N} = \frac{100 \cdot 40}{6000} = \frac{1}{6} \left(\frac{1}{3} \right)$$

$\leftarrow$ мех. сод.



В упр. режиме $I = \text{const}$, $\Rightarrow U_L = 0$

В обеих катушках.

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

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

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

$I_{10} = \frac{2E}{7R}$

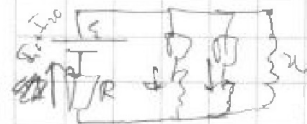
2) Мгновенно после в катушках сдв. не имеет $\rightarrow$ ток I_{10} и I_{20} не меняется, через катушку $2L$ ток не идет (т.к. его не было) $\Rightarrow$

$\rightarrow$ следующий шаг:

В з.к. з.: $(I_{10} + I_{20})R - E + 2LI_{20} = 0$

I_{20} - ток через...

$I_{20} = \frac{E - (I_{10} + I_{20})R}{2L}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

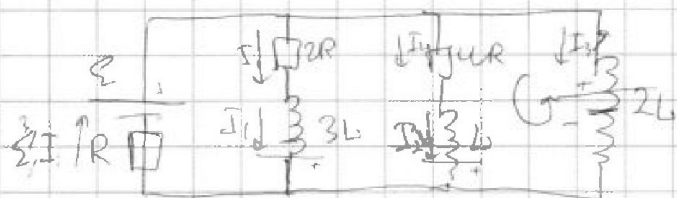
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$I_{2L} = \frac{\mathcal{E} - \frac{3}{2} \frac{\mathcal{E}}{R} R}{2L} = \frac{2\mathcal{E}}{\frac{7}{2}R} = \frac{2\mathcal{E}}{7L}$$

3) В цепи имеются катушки.



$$I_1 = I_2 = I_3 = \dots$$

$$4R \cdot I_2 - L I_2 - 2L I_3 = 0$$

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

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

В цепи:



$$dI_2 = \dots$$

$$\int_0^{q_2} 4R dq_2 = \int_{I_{20}}^0 L dI_2 + \int_0^{\frac{\mathcal{E}}{R}} 2L dI_3 \Rightarrow 4R q_2 = -L \cdot I_{20} + 2L \left(\frac{\mathcal{E}}{R} - 0 \right)$$

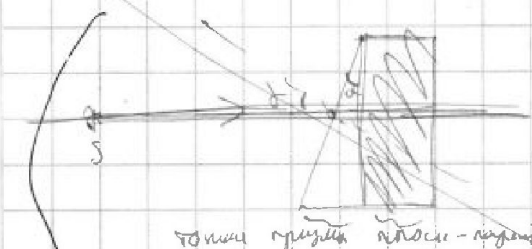
$$4R q_2 = -L \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} + 2L \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$4R q_2 = \frac{L \mathcal{E}}{R} \left(2 - 1 \right) \Rightarrow 4R q_2 = \frac{L \mathcal{E}}{R} \cdot \frac{13}{14}$$

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

5) 1) $n_1 = n_2 \Rightarrow$ можно и учитывать (лучше тоже без учета)

Углом, под которым лучи не меняют
цикл.



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

$$\Rightarrow \alpha n_1 = \beta n_2; \quad \alpha \neq \beta \quad \alpha = \beta \quad \alpha = \beta \quad \alpha = \beta \quad \alpha = \beta$$

$$\alpha_1 + \beta = \alpha \Rightarrow \alpha_1 + \alpha \beta \left(2 - \frac{n_1}{n_2} \right)$$

$$\alpha \approx \alpha_1 \approx 1 \Rightarrow \alpha_1 \cdot n_2 = \alpha \cdot n_1 \Rightarrow \alpha \approx \alpha_1 \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

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

$$\alpha_0 = 0,2 \cdot (1,7 - 1) = 0,14$$

лучи не меняют цикл!!! не все правильно!