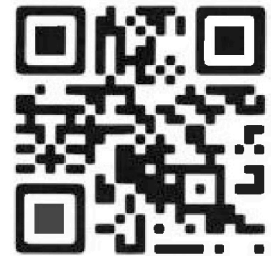




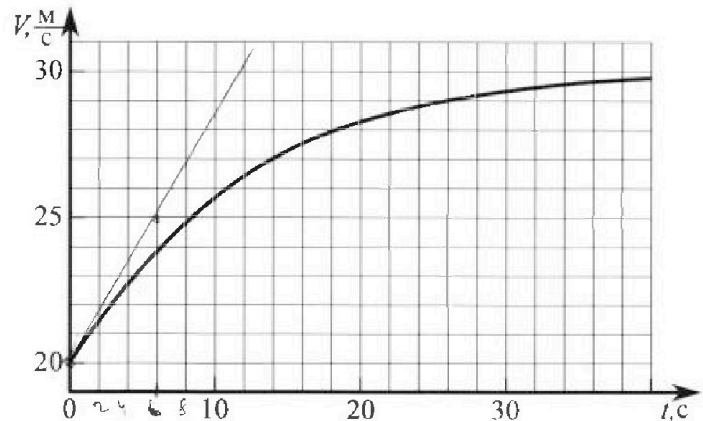
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



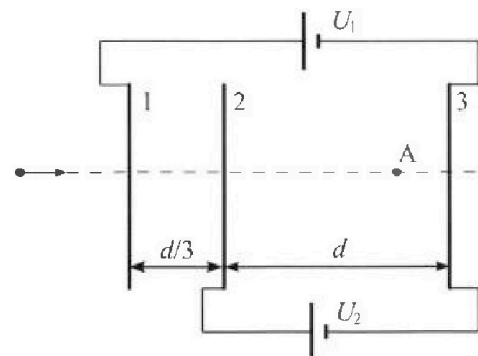
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численного ответа на первый вопрос 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  $\Delta v$  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/(м<sup>3</sup>·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

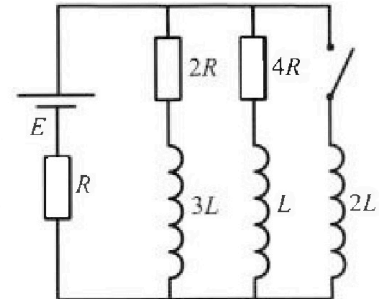
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



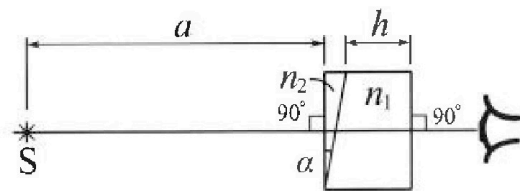
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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

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) =  $20 \text{ м/с}$

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

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

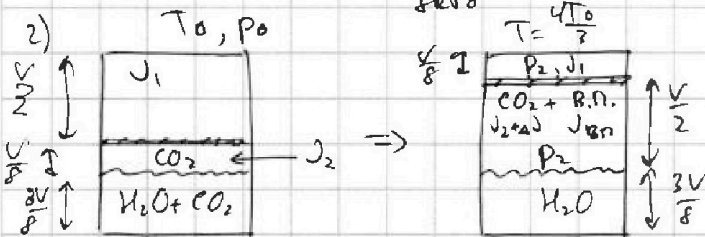
МФТИ

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  $\frac{V}{2} - \frac{3V}{8} = \frac{V}{8}$ . Поверхность невест и в равновесии  $\Rightarrow$  давление в

объект ~~на~~ ~~части~~ ~~одинаково~~  $\Rightarrow$  давл  $P_0$ . Запишем уравнения состояния: верхняя:  $P_0 \frac{V}{2} = J_1 RT_0$ ; нижняя:  $P_0 \frac{V}{8} = J_2 RT_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow$  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  $T = 373K = 100^\circ C$ , давление насыщенного пара равно атмосферному:  $P_{\text{нат}} = P_{\text{атм}}$ .

Упр-е состояние для верхней части после нагрева:  $P_2 \cdot \frac{V}{8} = J_1 RT$ ;  $P_0 \cdot \frac{V}{2} = J_1 RT_0$

$\Rightarrow P_2 = \frac{J_1 RT}{\frac{V}{8}} = \frac{J_1 RT_0}{\frac{V}{2}} \cdot \frac{4}{3} = \frac{P_0 \cdot 4}{3} = \frac{16P_0}{3}$

В нижней части:  $P_2 = P_{CO_2} + P_{\text{нат}}$ ;  $P_{CO_2}$  - парциальное давление углекислого газа после нагрева:

$\frac{16P_0}{3} - P_{\text{нат}} = P_{CO_2}$   $P_{CO_2} \cdot \frac{V}{2} = (J_2 + 0) \cdot RT \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{P_{CO_2} V}{2} = \frac{J_1 RT}{4} + \Delta J RT \quad (*) \Rightarrow J_1 RT = \frac{P_2 V}{8} = \frac{16P_0 V}{3 \cdot 8} = \frac{P_0 2V}{3} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{P_{CO_2} V}{2} = \frac{2P_0 V}{3 \cdot 4} + \Delta J RT \Rightarrow P_{CO_2} = \frac{P_0}{3} + 2 \frac{\Delta J RT}{V}$

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

$\Delta J = k P_0 \frac{3V}{8}$ ;  $P_{\text{нат}} = P_{\text{атм}}$  по закону Гейсса

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

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

$P_0 = \frac{4}{20 - 3 \cdot 0,016 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^8} P_{\text{атм}}$

$P_0 = \frac{4}{20 - 5,4} P_{\text{атм}} \Rightarrow P_0 = \frac{4}{14,6} P_{\text{атм}} \Rightarrow P_0 = \frac{20 P_{\text{атм}}}{73}$  Ответ:  $P_0 = \frac{20 P_{\text{атм}}}{73}$

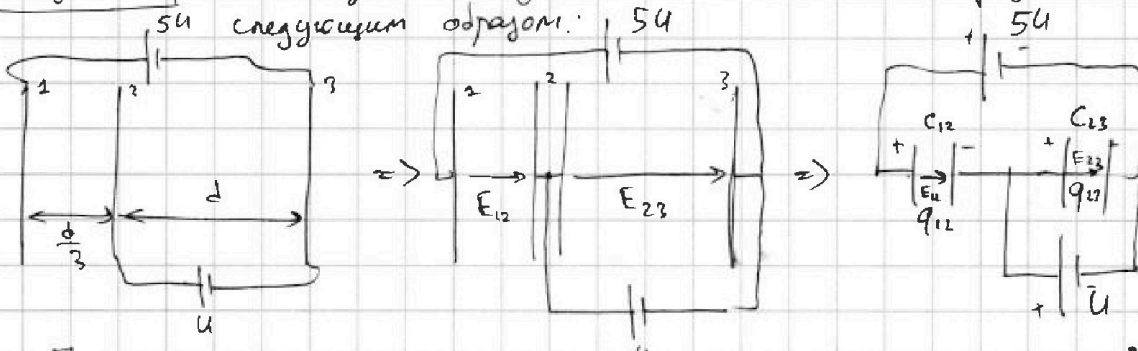


1  2  3  4  5  6  7

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

Задача 3

Данную схему можно эквивалентно представить  
следующим образом:



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

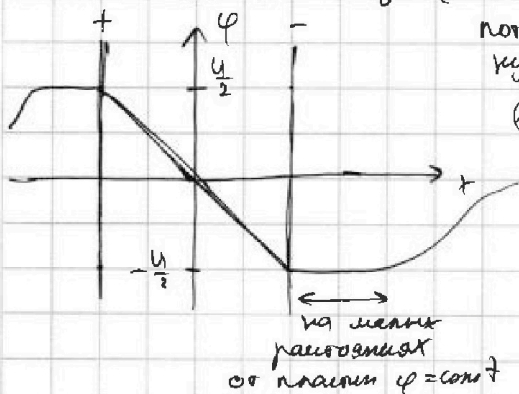
1) Между пластинами 2 и 3 находится как обычно в поле конденсатора 23  $E_{23}$  (поле конденсатора 12 скомпенсировано и равно нулю внутри его пластин и за ними).  $m|a_{23}| = |F_{кп23}| \Rightarrow |a_{23}| = \frac{q \cdot |E_{23}|}{m}$ ;  $U = E_{23} \cdot d \Rightarrow$   
 $\Rightarrow E_{23} =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

Ответ:  $|a_{23}| = \frac{qU}{md}$

2) По  $\Delta K$  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  $\varphi$  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:

$$\varphi_0 = \varphi_{E23} + \varphi_{12}; \quad \varphi_{12} = -\frac{U}{2} \text{ (из графика)}$$

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

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

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

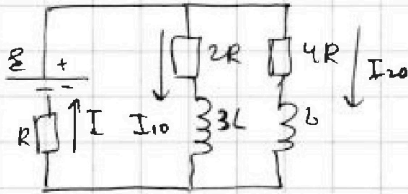
- 1  2  3  4  5  6  7

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 размыкании ключа и уст. regime:

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

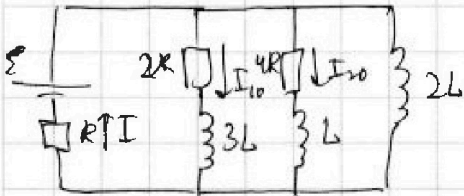


$$I = I_{10} + I_{20}$$

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

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

2) Множество поток в катушках уменьшая не может  $\Rightarrow$  ток через все катушки сразу после замыкания ключа такие же, как сразу до.

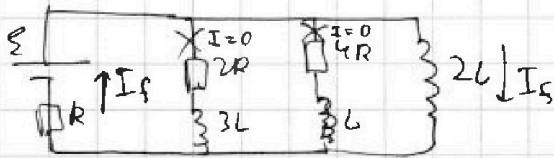


II З.Кирхгофа:  $I R - \varepsilon + 2L \dot{I}_{20} = 0$   
 $\dot{I}_{20}$  - скорость возрастания тока в катушке  
 $2L$  сразу после замыкания ключа.

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

Ответ:  $\frac{2\varepsilon}{7L}$

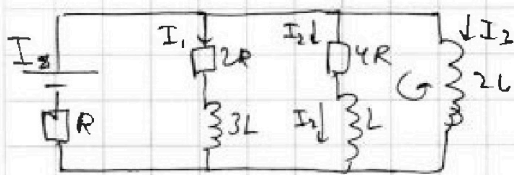
3) В уст. regime схема примет следующий вид:



$I_5$  - ток. В уст. regime;

$$I_5 = \frac{\varepsilon}{R}$$

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  $4R$

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

$$\Rightarrow 4R q_2 = L(0 - I_{20}) + 2L(I_5 - 0) \Rightarrow 4R q_2 = \frac{2L\varepsilon}{R} - \frac{L \cdot \varepsilon}{7R} = \frac{13L\varepsilon}{7R}$$

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

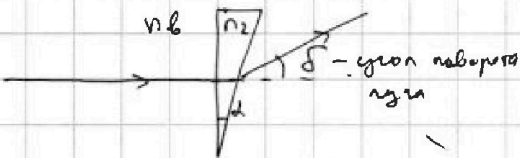
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

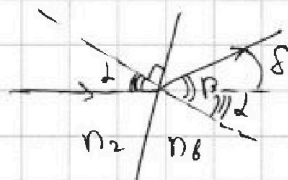
МФТИ

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  $\in n_1$ , можно считать воздушной (не влияет на ход луча).



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



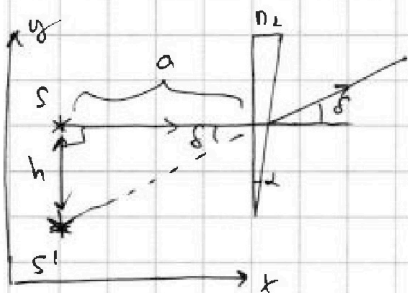
Закон Снелла с учетом малости углов:

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

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

Ответ: 0.07 рад.

2) Как и в пункте 1, призма  $n_2 \neq n_1$  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.

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

$$\Rightarrow h = 7 \text{ см}$$

Ответ: 7 см

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

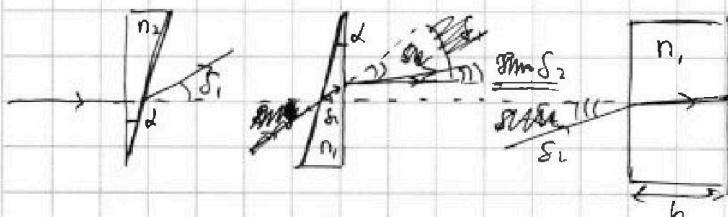
Известно, что плоско-параллельная пластинка не преломляет

поворачивает луч, но

смещает  $\Rightarrow$  ее

можно "заменить"

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

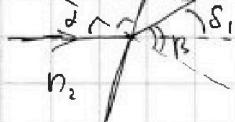


$$\Rightarrow \text{сдвиг за этого изображение источника сместится по x на } \Delta a = h - \frac{h}{n_1} = 14 - \frac{14}{1.4} = 4 \text{ см}$$

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

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

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





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!

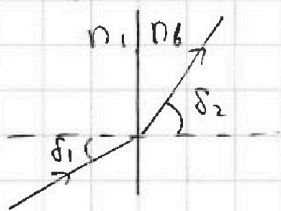
Второе преломление:

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

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

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

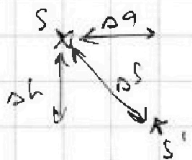
~~Второе преломление:~~ Второе преломление:



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

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

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!



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

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

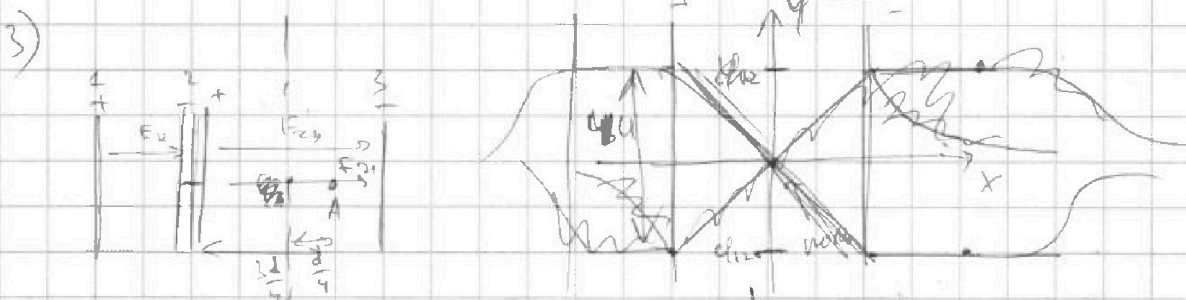
$$\sigma_2 = \frac{q_{12} + q_{23}}{S} = -\sigma_1 + \sigma_2 = \frac{U \cdot 12 \cdot \epsilon_0}{d} - \frac{U \cdot \epsilon_0}{d} = \frac{11U\epsilon_0}{d}$$

2) В одной цепи сетки  $\sigma_3$  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:  $\Delta K_{23} = A_{век} \cdot \sigma_{23}$ ;  $A_{век} \cdot \sigma_{23} =$

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



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

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

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

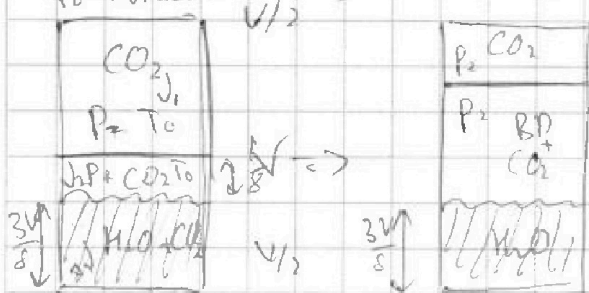
з.с.д.  $\frac{m v_0^2}{2} + q\varphi_{\infty} = \frac{m v_A^2}{2} + q\varphi_A$

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

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

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

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



нормаль известна  $\Rightarrow P = P$

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

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

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

$$R T_0 \nu_2 = \frac{P V}{2} \Rightarrow \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{P V}{2 R T_0} = \frac{P V}{2 R T_0} = 9$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

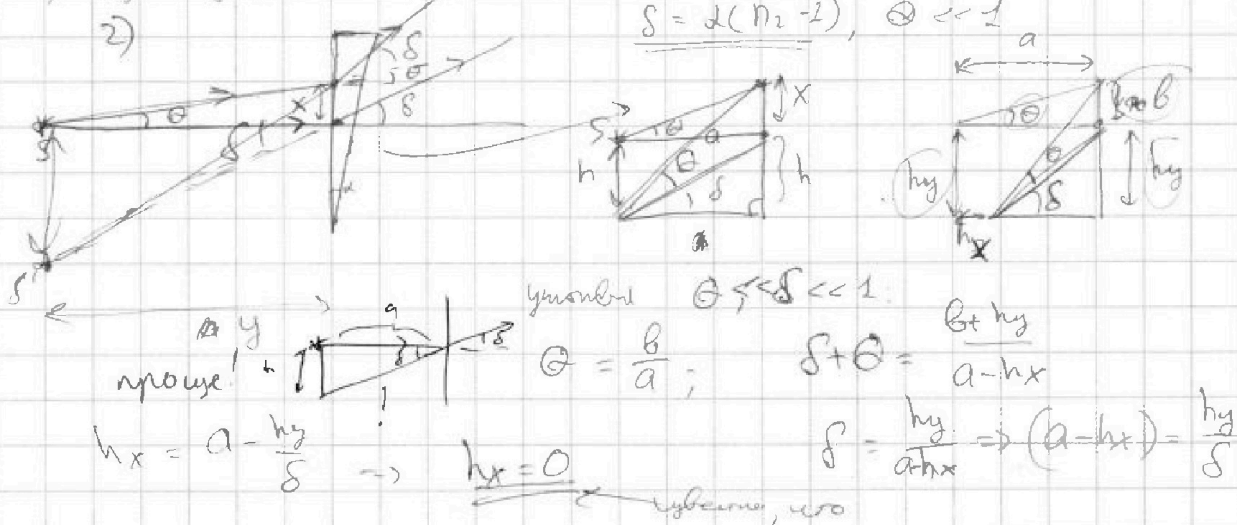
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7



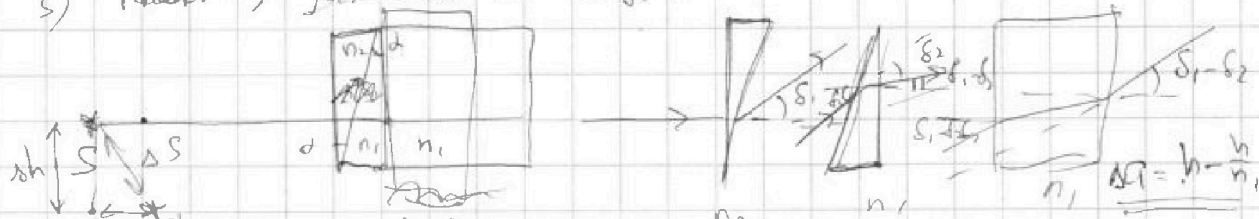
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) переделайте форму на изображение



$h_y = h = \frac{a\delta}{2} = a d(n_2 - 1) = 100 \text{ см} \cdot 0,01 = 7 \text{ см}$

3) правильно зависимость от воздуха рефракции  $n/n_1$



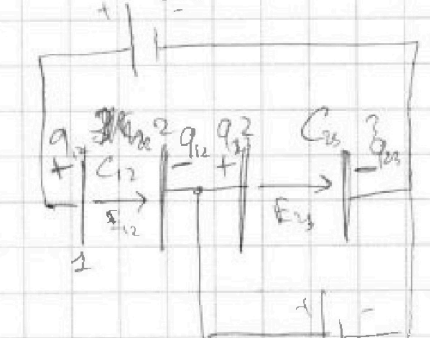
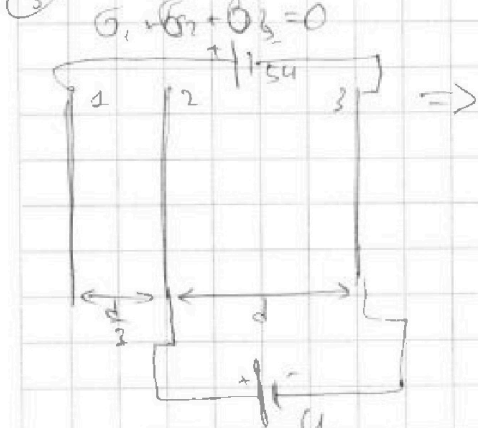
$\Delta S = \sqrt{\delta h^2 + \delta a^2}$

$S_1 = d \frac{(n_2 - 1)}{n_2}$ ,  $S_2 = d \frac{(n_2 - 1)}{n_2}$

$\Delta q = a(S_1 - S_2) = 100 \cdot (1 - 1) = 0$

$\Delta q = a n_2 \frac{h}{n_1} = 100 \cdot 2 \cdot \frac{17}{1,4} = 242 \text{ см}$

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



$C_{23} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_3 S}{d}$   
 $C_{12} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_1 S}{d/3} = 3C_{23}$

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

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

$\frac{q_{12}}{3C_{23}} + U = 5U \Rightarrow \frac{q_{12}}{3C_{23}} = 4U \Rightarrow q_{12} = 12UC_{23}$

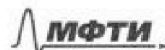
$q_{23} = UC_{23}$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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)  $\Sigma M_i$  (в  $t$  момент  $\Phi_{\text{max}}$ )  
 $ma = F_T - F_c(1)$ ;  $F_T$  - тяга,  $F_c$  - сопротивление

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

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

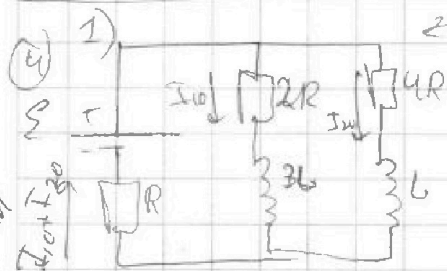
$\Rightarrow$  найдём  $v(1)$   $0 = \frac{N}{v_k} - F_k \Rightarrow N = F_k \cdot v_k = 200 \cdot 30 \text{ м/с} = 6000 \text{ Вт}$

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

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

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

коэффициент полезного действия  $\eta = \frac{P_{\text{пр}}}{N} = \frac{F_0 v_0}{N} = \frac{100 \cdot 40}{6000} = \frac{2}{3} \approx 0.67$



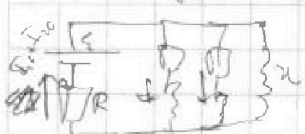
В урн. решим  $I = \text{const}$ ,  $\Rightarrow U_0 = 0$   
 в обеих катушках.

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

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

$\Rightarrow E = 7R I_{20} \Rightarrow I_{20} = \frac{E}{7R}$ ,  $I_{10} = \frac{2E}{7R}$

2) Мгновенно 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)  $\Rightarrow$  следующая схема:



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

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

