



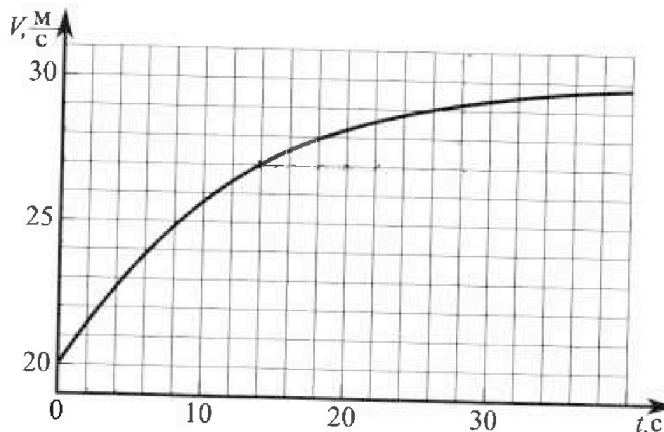
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 300$  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  $F_k = 405$  Н.



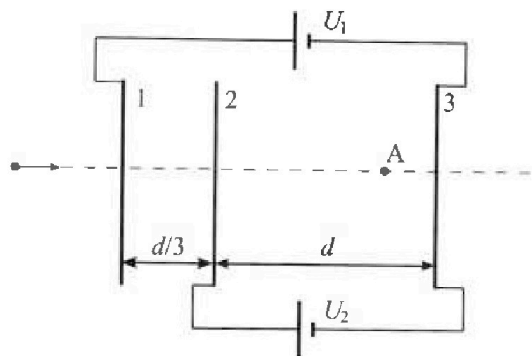
- Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости  $V_1 = 27$  м/с.
  - Найти силу сопротивления движению  $F_1$  при скорости  $V_1$ .
  - Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости  $V_1$ ?
- Требуемая точность численного 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 азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объем  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объем его верхней части стал равен  $V/6$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объеме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объем 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 объема жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- Определите конечное давление в сосуде  $P$ . 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  $U_1 = 2U$  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  $2d/3$  от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-02

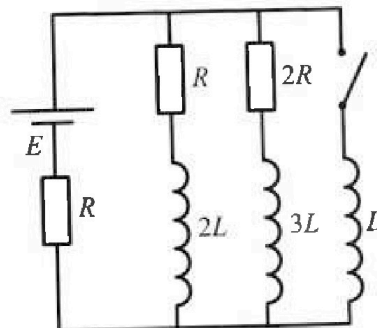
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



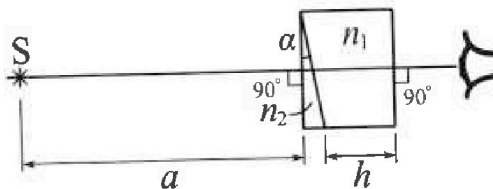
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  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  $a = 200$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  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  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,8$ ,  $n_2 = 1,6$ , 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!

$m = 300 \text{ кг}$

$P = \text{const}$

$F_k = 405 \text{ Н}$

Решение:

$P = F \cdot v = \text{const} \cdot v$  (по условию)

Мы видим, что график скорости к концу рывка отрицательного значения  $30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

1) Значит:  $a = \frac{dv}{dt} \rightarrow$  ускорение двигателя при  $v_1 = 27 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  можно найти как разницу касательной к графику в этой точке.

с другой стороны, в установившемся режиме  $F_t = v = F_k$

Поэтому  $P = F_k \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 405 \text{ Н} \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 12150 \text{ Вт} = \text{const} \cdot v = P_0$

исходность от рывка на вращающемся колесе.

По радиальной донести массы (железа и проводящего касательного тока), который колесо - нежелезо, не стравить массы и не проводящий касательного, просто применив закон Ньютона к графику и по нему определив касательную.

$a = \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{14 \text{ с}} = \frac{2}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$  (касательная к графику в точке  $v_1 = 27$ )

2) Для движения со скоростью  $v_2$ :  
 $m \cdot a = \frac{P}{v_1} - F_{\text{сопр}} \rightarrow F_t = \frac{P}{v_1} - m \cdot a = \frac{405 \cdot 30 \text{ Вт}}{27} - \frac{600}{7}$

$F_t = \frac{1350 \cdot 7 - 600}{7} \text{ Н} = F_t = \frac{450}{7} \text{ Н} - \frac{600}{7} \text{ Н} = \frac{2550}{7} \text{ Н}$

3)  $F_t$  - сила тяги, развиваемая двигателем при скорости  $v_2$ .

$m \cdot a = F_t - F_1 \rightarrow F_t = m \cdot a + F_1 \rightarrow$  Пошаговая мощность:  
 $P = F_t \cdot v_2 = P_0 = m \cdot a \cdot v_2 + F_1 \cdot v_2$

Поэтому эта энергия излучения на проводящем или вращающемся состоянии

$\Delta_2 = \frac{F_t \cdot v_2}{P_0} = \frac{\frac{2550}{7} \cdot 27}{12150} = \frac{2550 \cdot 27}{7 \cdot 45 \cdot 9 \cdot 30} = \frac{255}{7 \cdot 45}$

$\Delta_2 = \frac{15 \cdot 17}{7 \cdot 15 \cdot 3} = \frac{17}{21}$

Ответ: 1)  $\frac{2}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ; 2)  $\frac{2550}{7} \text{ Н}$ ; 3)  $\Delta_2 = \frac{17}{21}$

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!

Решено:

$V$  - насыщенный  
метилэтерводородный  
эфирный пар  
Триш ит

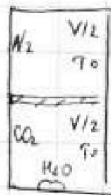
$V/4$  - жидкой

$$T = 4 \bar{3} = 373 \text{ K} \rightarrow$$

$$\rightarrow V/6 \quad \text{масса}$$

$$k = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot \text{Т}а$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3$$



Решение:

$$\Delta D = k p \omega$$

1) До начала движения: Система в равновесии  $\rightarrow$  давление в обеих частях сосуда равно.

$D_{II}$  - кол-во вещества в изобразимом состоянии в верхней части сосуда до нагревания;  $D_{21}$  - в нижней.

Согласно условию давлением насыщенного пара при кипении метилэтерного эфира пренебрежем  $\rightarrow$

$$\left. \begin{aligned} p \cdot \frac{V}{2} &= D_{II} RT_0 \\ p \cdot \frac{V}{4} &= D_{21} RT_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{D_{II}}{D_{21}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{1} = 2 \quad (1)$$

$p$  - давление в системе до начала нагревания

2) Рассмотрим состояние системы сосуда.

Согласно условию, при  $T$  жидкий газ в фл не растворяется  $\rightarrow$

$\rightarrow$  при температуре  $T$  кол-во жидкого метилэтерного эфира:

$$D_2 = D_{21} + k \cdot p \cdot \frac{V}{4}$$

Согласно условию объем жидкости уменьшился  $\rightarrow$  масса пара в нижней части сосуда или нижней части сосуда  $p_{атм}$  и верхней пер, соответствующий давлению  $p_{атм}$  и до  $T = 373 \text{ K}$

$p'$  - конечное давление в сосуде  $\rightarrow$  две жидки сверху и снизу.

$$p' \cdot \frac{V}{6} = D_{II} RT$$

$$\text{Для жидки снизу: } (p' - p_{атм}) \cdot \left( V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} \right) = (D_{21} + k \cdot p \cdot \frac{V}{4}) \cdot RT$$

$D_{II} = 2 D_{21}$  (из 1)). Запишем полученную систему уравнений:

$$\begin{cases} p \cdot \frac{V}{4} = D_{21} RT_0 & \rightarrow p = \frac{4 D_{21} RT_0}{V} \\ p' \cdot \frac{V}{6} = 2 D_{21} R \cdot \frac{4}{3} T_0 & \rightarrow p' = \frac{2 \cdot 6 \cdot 4}{3 \cdot 1} \cdot \frac{D_{21} RT_0}{V} = \frac{16 D_{21} RT_0}{V} \\ (p' - p_{атм}) \cdot V \left( \frac{12 - 2 - 3}{12} \right) = \left( D_{21} + k \cdot p \cdot \frac{V}{4} \right) \cdot \frac{4}{3} RT_0 \end{cases}$$

$$\frac{D_{21} RT_0}{V} = \frac{p'}{16}$$

$$p' = 4p$$

$$(p' - p_{атм}) \cdot V \cdot \frac{4}{12} = \frac{4}{3} D_{21} RT_0 + k \cdot \frac{p'}{16} \cdot V \cdot \frac{4}{3} RT_0$$

См. предложенное решение на соседней странице



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!

$$(P' - P_{ATM}) \cdot V \cdot \frac{4}{12} = \frac{4}{12} \cdot \frac{P'}{16} \cdot V + K \cdot \frac{P'}{16} \cdot V \cdot \frac{4}{3} R T_0$$

$$\frac{4}{12} P' - \frac{4}{12} P_{ATM} = \frac{P'}{12} + \frac{P'}{12} K R T_0$$

$$\frac{4}{12} P' - \frac{P'}{12} - \frac{P'}{12} K R T_0 = \frac{4}{12} P_{ATM}$$

$$P' (4 - 1 - K R T_0) = 4 P_{ATM}$$

$$P' \cdot \frac{4 P_{ATM}}{4 - 1 - 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{4}} = P_{ATM} \cdot \frac{4}{6 - 0,5 \cdot \frac{3}{4}} = P_{ATM} \cdot \frac{28}{24 - 5,6} = P_{ATM} \cdot \frac{28}{18,4}$$

$$\text{Ответ: } 1) 2; 2) P_{ATM} \cdot \frac{280}{186}$$

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!

Дано:

проводящие  
сетки;

$d; d/3$

Углубление  
сетки пренебрежимо!

$U_1 = 2U$

$U_2 = U$

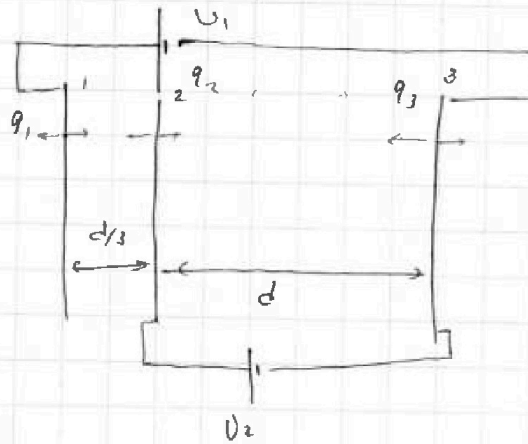
$m; q > 0$

$V_0$  - не расходуем

от сетки один

баллончик.

Решение:



Вот оно главное  
отношение зарядов  
нулевой сетки →  
→ сумма зарядов  
равна нулю.

$q_1$  - заряд на первой сетке,  $q_2$  - на второй,  $q_3$  - на третьей;  $\int \rho -$  минусусь сеток.

$$\varphi_1 - \varphi_3 = 2U = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{4}{3}d - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{3} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} \cdot d - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{4}{3}d$$

$$\frac{4U\epsilon_0 S}{d} = \frac{4}{3}q_1 - \frac{q_2}{3} + q_2 - \frac{4}{3}q_3 \Rightarrow \frac{12U\epsilon_0 S}{d} = 4q_1 - q_2 + 3q_2 - 4q_3$$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = U = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} \cdot d + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} \cdot d - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \cdot d$$

$$\frac{2U\epsilon_0 S}{d} = q_1 + q_2 - q_3$$

Ищем систему уравнений:

$$\begin{cases} q_1 + q_2 + q_3 = 0 \\ \frac{12U\epsilon_0 S}{d} = 4q_1 + 2q_2 - 4q_3 \\ \frac{2U\epsilon_0 S}{d} = q_1 + q_2 - q_3 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} q_1 + q_2 + q_3 = 0 \\ \frac{6U\epsilon_0 S}{d} = 2q_1 + q_2 - 2q_3 \\ \frac{2U\epsilon_0 S}{d} = q_1 + q_2 - q_3 \end{cases}$$

$$2q_1 + q_2 - 2q_3 = 3q_1 + 3q_2 - 3q_3$$

$$\boxed{q_3 - 2q_2 = q_1}$$

$$q_3 + q_1 + q_2 = 0$$

$$q_3 + \frac{q_1}{2} + \frac{q_2}{2} - q_3 + 2q_2 = 0 - \frac{q_1}{2}$$

$$3q_2 = -2q_1 \Rightarrow$$

$$\boxed{q_1 = -\frac{3}{2}q_2}$$

$$-\frac{3}{2}q_2 + q_2 + q_3 = 0 \Rightarrow q_3 = +\frac{1}{2}q_2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

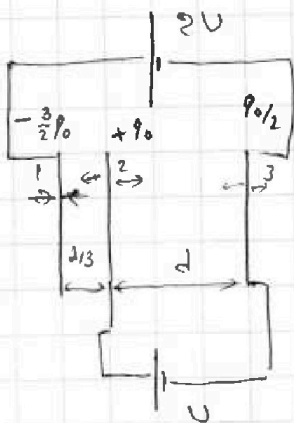
решение которой представлено на странице:

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!

]  $q_2 = +q_0 \Rightarrow q_1 = -\frac{3}{2}q_0; q_3 = \frac{1}{2}q_0$



1) Проверка:

$$2U = -\frac{3}{4} \frac{q_0}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{4}{3}d + \frac{q_0}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{3} + \frac{q_0}{2\epsilon_0 S} \cdot d - \frac{q_0}{4\epsilon_0 S} \cdot \frac{4}{3}d$$

$$2U \frac{\epsilon_0 S}{d} = -2q_0 \Rightarrow \frac{q_0}{6} + \frac{q_0}{2} - \frac{q_0}{3}$$

$$2U \frac{\epsilon_0 S}{d} = \frac{q_0}{6} (-6 + 3 + 3 - 2) = -\frac{3q_0}{3} = -q_0$$

$$U = -\frac{3}{4} \frac{q_0}{\epsilon_0 S} \cdot d + \frac{q_0}{2\epsilon_0 S} d - \frac{q_0}{4\epsilon_0 S} d$$

(1)  $\frac{2U \epsilon_0 S}{d} = -\frac{3}{2} q_0 + q_0 - \frac{1}{2} q_0 = -q_0$

Скорости →  
→ расстановка зарядов в поле

Напряженность можно ускорения электрона в области между пластинами 2 и 3:

$$m a = q \cdot E_{23} = q \cdot \left( \frac{q_0}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_0}{4\epsilon_0 S} - \frac{3}{4} \frac{q_0}{\epsilon_0 S} \right) = q \cdot \left( -\frac{q_0}{2\epsilon_0 S} \right) = \frac{q_0}{d}$$

$$\frac{-q_0}{\epsilon_0 S} = \frac{2U}{d}$$

$$\frac{1}{a} = \frac{qU}{m d}$$

Именно q (1)

2) Запишем ЗСЭ для т. 2 и 3:

$K_2 \rightarrow \Pi_2 = K_3 \rightarrow \Pi_3$ , где  $K_2$  и  $K_3$  - кин. энергии при пролёте электрона 2 и 3;

$\Pi_2$  и  $\Pi_3$  - потенциальные энергии электрона при пролёте электрона 2 и 3.

$K_3 - K_2 = \Pi_2 - \Pi_3$ . Про электронами после удара не нужно, во всяком случае они взаимодействуют только по направлению с электронами, поэтому не учитывайте их бр.

$$\Pi_2 - \Pi_3 = q \cdot d \cdot \left( \frac{q_0}{4\epsilon_0 S} + \frac{3}{4} \frac{q_0}{\epsilon_0 S} - \frac{q_0}{2\epsilon_0 S} \right) = q \cdot d \cdot \frac{q_0}{2\epsilon_0 S} = -\frac{q \cdot d \cdot U}{d} = -q \cdot U$$

$$K_3 - K_2 = \Pi_2 - \Pi_3 = -q \cdot U$$

3) Скорость  $v_0$ , данная в условии = скорость на бесконечности, где её потенциальная энергия 0.

См. предоставленные решения на сайт кафедры.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



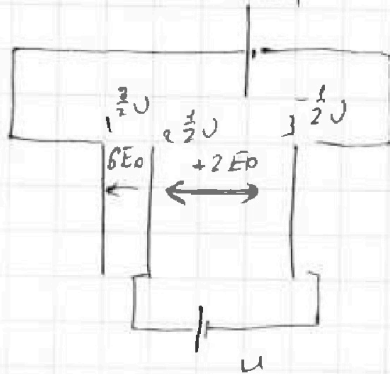
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Все системы оток поле нем. Найти в форму пространства, ориентированного относительно нулей, потенциалов.

$$\int E_0 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$-\frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} = \frac{U}{2d}$$

$$E_0 = -\frac{U}{2d}$$



$$f_1 - f_3 = 2U$$

$$f_2 - f_3 = U$$

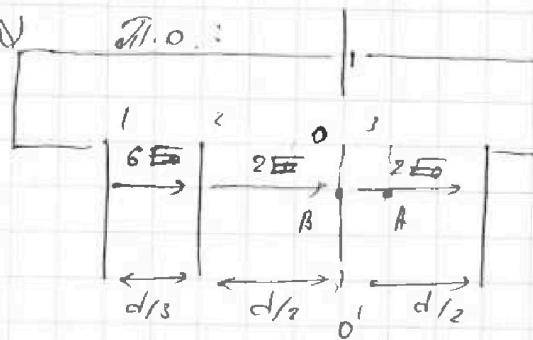
$$f_1 - f_2 = U$$

Уч. с. учитываем что учитываем формулу для работы сил электростатических.

Ван мы можем 2 найти форму, где которой  $-2E_0 \cdot x = \frac{1}{2} U$

$$+2 \cdot \frac{U}{2d} \cdot x = \frac{1}{2} U$$

$$x = \frac{d}{2}$$



$$\int E = -E_0$$

$$Ed = \frac{U}{2}$$

П.о. точка  $OO'$  - ось симметрии

и нулей потенциалов  $\rightarrow$  при проходе из нулей потенциалов будут иметь скорость, равную скорости в начале.

Тогда запишем ЗЭД где функция  $y$  т.к. находится в точке  $OO'$  в т. А.

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} - q \cdot 2E_0 \cdot \left( \frac{2d}{3} - \frac{d}{2} \right)$$

$W = q \cdot f$ , получим разит против поле

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} - q \cdot 2E_0 \cdot \frac{1}{6} d = \frac{mV^2}{2} - q \frac{Ed}{3} = \frac{mV^2}{2} - \frac{qU}{6}$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{qU}{6} \rightarrow V^2 = V_0^2 + \frac{qU}{3m} \rightarrow V = \sqrt{V_0^2 + \frac{qU}{3m}}$$

ответ: 1)  $\frac{qU}{md}$ ; 2)  $-q \cdot U$ ; 3)  $\sqrt{V_0^2 + \frac{qU}{3m}}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

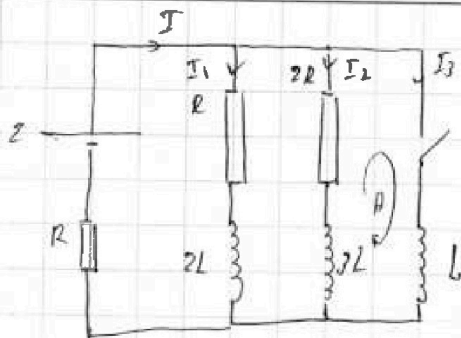
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

Дано:

все элементы  
идеальные



Решено:

1) В пер. моменты  $\frac{dI}{dt} = 0$

$$I_{20} = \frac{\varepsilon}{3R}$$

2) Токи в катушках не могут течь совместно

2) Сразу после замыкания ключа  $I_2 = I_{20}$ ;  $I_1 = I_{10} = \frac{\varepsilon}{2R}$ ;  $I_3 = 0$

$$I = \frac{\varepsilon}{3R} + \frac{\varepsilon}{2R} = \frac{5\varepsilon}{6R} \rightarrow \text{для внешнего контура:}$$

$$\varepsilon - L \frac{dI}{dt} = R \cdot I = \frac{5}{6} \varepsilon \rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\varepsilon}{6L}$$

3) Когда процесс установился, ток в  $R$ :  $I_{10} = \frac{\varepsilon}{2R}$ ; ток в  $2R$ :  $I_{20} = \frac{\varepsilon}{3R}$ ; ток в  $L$ :  $I_{30} = \frac{\varepsilon}{2R}$

Для контура А:

$$-L \frac{dI_1}{dt} + 3L \frac{dI_3}{dt} = -2R \cdot I_2$$

$$L \int dI_1 + 3L \int dI_3 = 2R \int I_2 dt$$

$$L \cdot \left( \frac{\varepsilon}{R} - 0 \right) - 3L \cdot \left( \frac{\varepsilon}{R} - \frac{\varepsilon}{2R} \right) = 2R \cdot q$$

$$q = \frac{L \varepsilon}{2R^2}$$

Ответ: 1)  $\frac{\varepsilon}{3R}$  ; 2)  $\frac{\varepsilon}{6L}$  ; 3)  $\frac{L \varepsilon}{2R^2}$

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

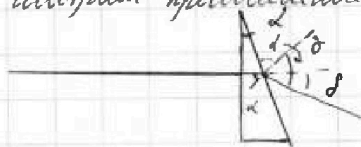
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$n_1, n_2$   
 $n_1 = 1$   
 $a = 200 \text{ нм} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ м}$   
 $\alpha = 9,05 \text{ рад}$   
 $f = 9 \text{ нм}$

Решим:

1)  $n_1 = n_2 = 1,0$ ,  $n_1 = 1,6 \rightarrow$  рассмотрим преломление прямо в любой среде.



$$n_2 \sin \delta = n_1 \sin \alpha = \sin \alpha$$

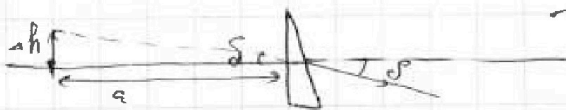
$$\delta = n_2 \cdot \alpha$$

Угол отклонения:

$$\beta = \delta - \alpha = (n_2 - 1) \cdot \alpha = 0,6 \cdot 9,05 \text{ рад} = 5,43 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$$

2)  $n_1 = n_2 = 1,0 \rightarrow$  Свет преломляется аналогично тому, что мы рассматриваем, но в воздухе.

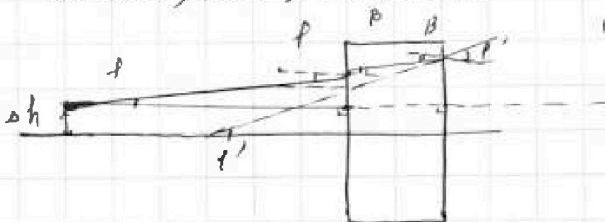
Поскольку преломление не дает горизонтального преломления для наблюдателя. Для него свет преломляется вертикально, поэтому  $\Delta h = a \cdot \beta = 200 \cdot 3 \cdot 10^{-2} = 6 \text{ см}$  - горизонтальное смещение по сравнению с вертикальным светом преломления.



$\rightarrow$  Изображение, которое увидит наблюдатель, будет на расстоянии  $\Delta h$  от источника.

3)  $n_1 = 1,8$ ;  $n_2 = 1,6$ . На протяжении всей задачи  $n_2$  остается постоянным. Тогда для среды  $n_1$  изображение будет обратным в  $n_2$ , расстояние не равно  $\Delta h$  от  $S$ .

Возможно решить угол  $\alpha$  можно считать очень малым, тогда преломление  $n_1$  рассмотрим как плоскость с показателем  $n_1$ , толщиной  $f$ . Рассмотрим преломление в пластине:



Смотрим малые углы  $\rightarrow$

См. предыдущее решение на изгибающей светом.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

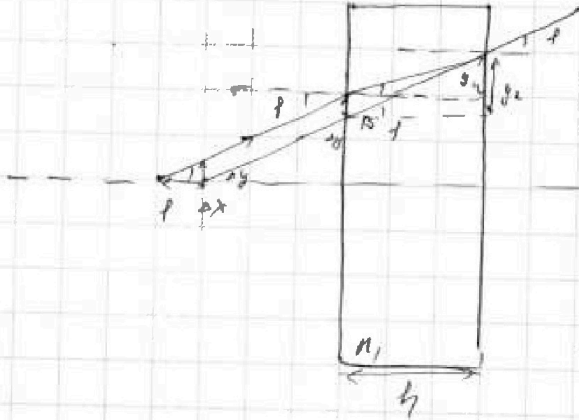
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

Рисунок от руки.

$$t = n_1 \beta \quad (\text{смотрим наши углы})$$



$$\tan \beta \approx \beta = \frac{y_1}{h} \rightarrow y_1 = \beta h$$

$$\tan t \approx t = \frac{y_2}{h} \rightarrow y_2 = n_1 \beta h$$

$$\Delta y = y_2 - y_1 = \beta h (n_1 - 1)$$

$$\tan t = \frac{\Delta y}{\Delta x} = n_1 \beta$$

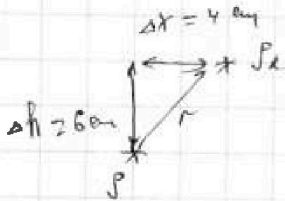
$$\Delta x = \frac{\Delta y}{n_1 \beta} = h \cdot \frac{(n_1 - 1)}{n_1}$$

↓

Для наших горизонтальных смещения углубится  
нам приходится считать.

П.О. Света: 2) задача: 1)  $y_2$  - это расстояние между  $t$  и  $\beta$  или  
расстояние углубится, на расстоянии не расстоянии  $\Delta h = 0 \cdot (n_2 - 1) \Delta x$   
как расстояние  $S$ . Это углубится является расстоянием  $S$   
и расстояние  $S$  и расстояние  $n_2$ , которое смещает его еще  
вправо на

$$\Delta x = h \cdot \frac{(n_1 - 1)}{n_1} = 9 \text{ см} \cdot \frac{1,8 - 1}{1,8} = 5,0 \text{ см} \approx 4 \text{ см}$$



Поэтому второе расстояние от центра  
до углубится  $t$  света составит:

$$r = \sqrt{\Delta h^2 + \Delta x^2} = \sqrt{36 + 16} \text{ см}^2 =$$

$$= 2\sqrt{13} \text{ см}$$

Ответ: 1)  $S = 30 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$ ; 2)  $\Delta h = 6 \text{ см}$ ; 3)  $r = 2\sqrt{13} \text{ см}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

вне системы сеток пошл. Найдём внутри пространства, ограни-  
ченного сетками поверхность с нулевой потенциальной.

↓  $x$  отсчитывается от левого края (от сетки 1)

Допустим,  $x < d/3$

$$\left(-\frac{3}{2}q_0 - \frac{q_0}{2} + \frac{q_0}{2}\right) \cdot x = 0 \quad - \text{взяли возможность т.е.}$$

↓  $x > \frac{d}{3}$

$$-\frac{3}{2}q_0 \cdot x - \frac{q_0}{2} \cdot x - \frac{q_0}{3} \cdot d + q_0 \cdot \left(x - \frac{d}{3}\right) = 0$$

$$-2x - \frac{d}{3} + x - \frac{d}{3} = 0 \rightarrow$$

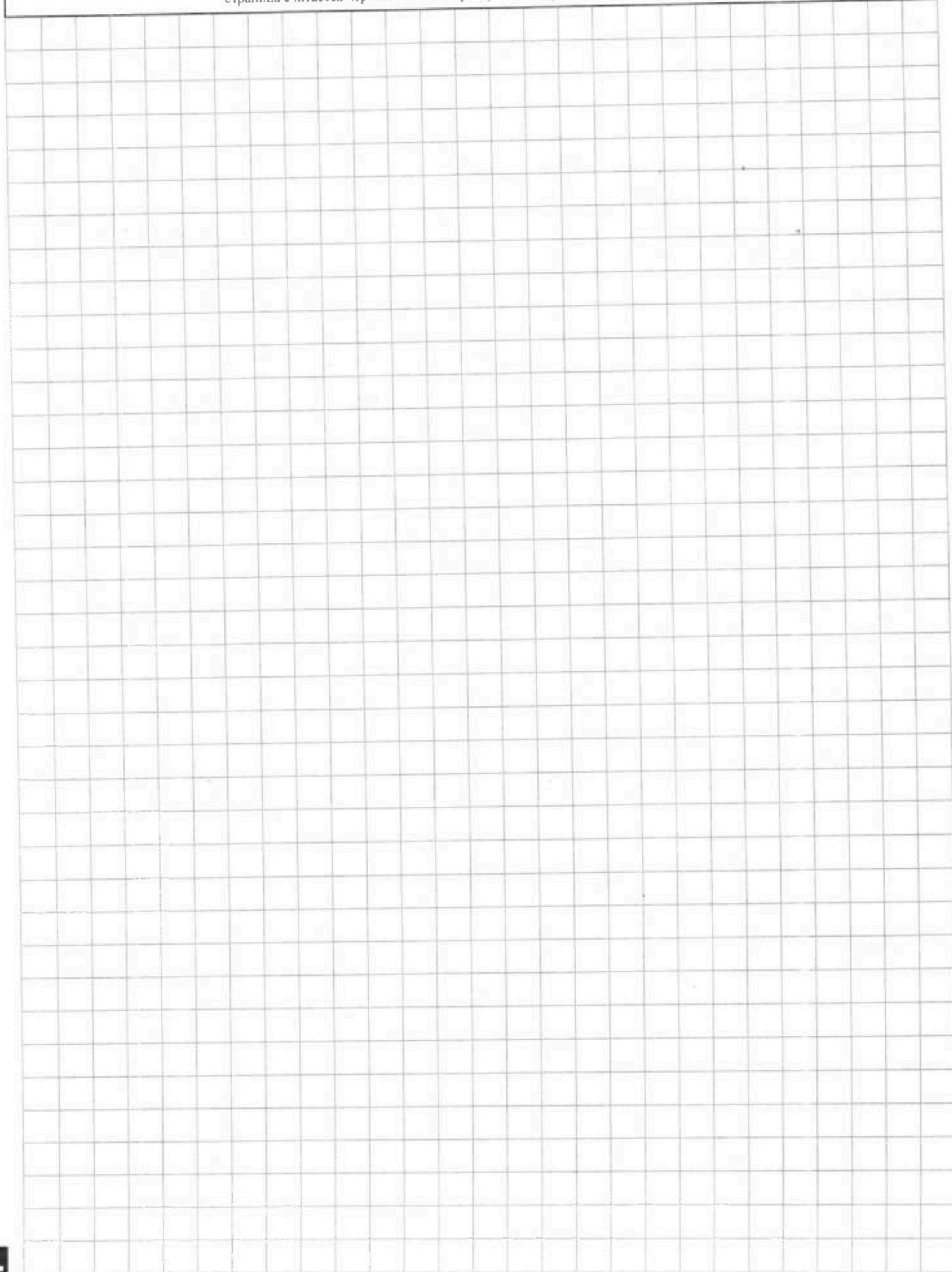


На одной странице можно оформлять только одну задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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



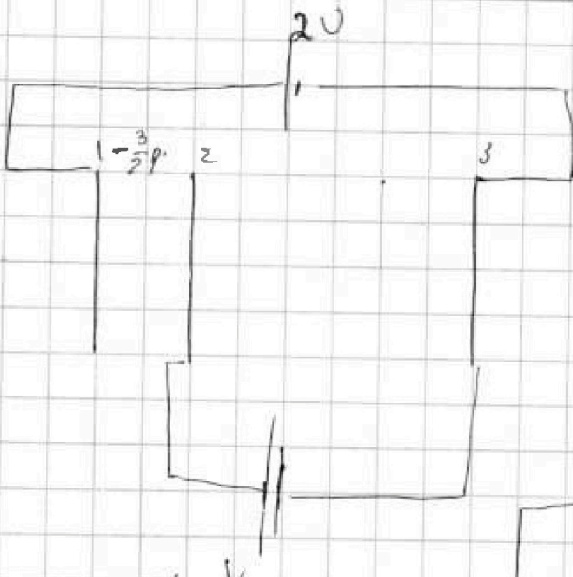


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.  
 Отметьте крестиком номер задачи,  
 решение которой представлено на странице:

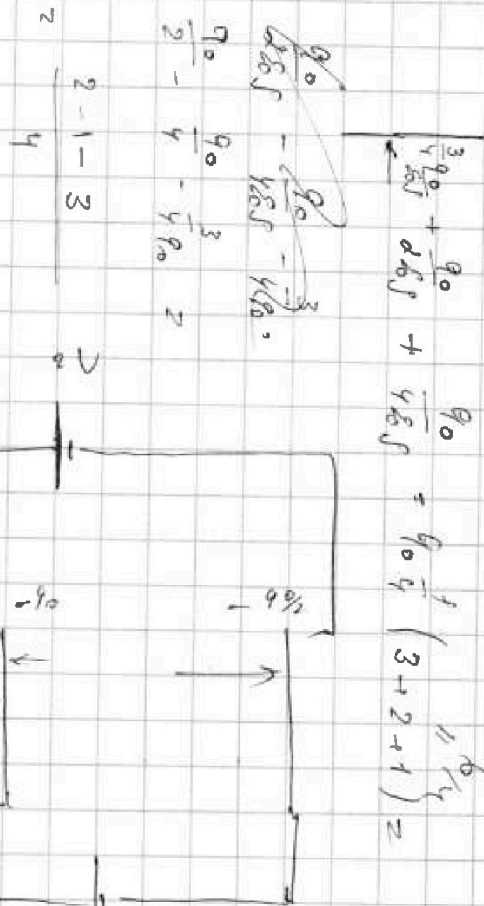
- 1  2  3  4  5  6  7



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



Черновик



$$\frac{3}{4} \cdot \frac{4}{3} - \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{3} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \cdot 1$$

$$1 - \frac{1}{3} - \frac{1}{6} + \frac{1}{2} = 2$$

$$\frac{6 - 2 - 1 + 3}{6} = 1$$

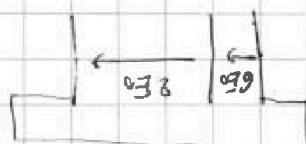
$$\frac{3}{4} \cdot \frac{4}{3} + \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} - \frac{1}{2} \cdot 1$$

$$\frac{3}{4} - \frac{4}{4} - \frac{1}{2} = \frac{3-4-2}{4}$$

$$1 + \frac{4}{3} + \frac{1}{6} - \frac{1}{2} =$$

$$= \frac{6 + 2 + 1 - 3}{6} = 1$$

$$\frac{3}{4} - \frac{1}{4} - \frac{1}{2} = \frac{3-1-2}{4}$$



$$6 \cdot \frac{2}{6+2} = 2$$

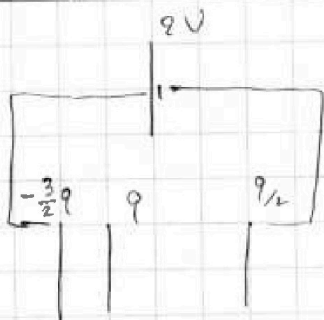
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

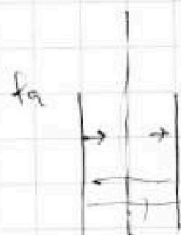
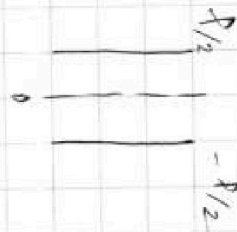
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

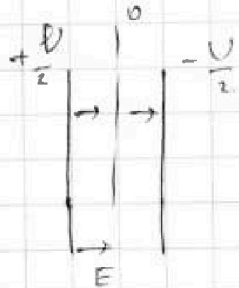


$$\frac{2U \cdot R \cdot R}{d \cdot 2}$$



$$I_1 - I_0 + I_0 - I_2$$

нужно найти  $I_a$ , пос. которой = 0



$$E \cdot d = E \cdot d \cdot \frac{d}{2}$$

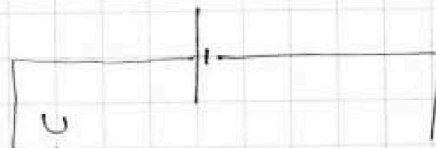
$$\frac{2ERd}{6} = \frac{1}{3} ERd$$

$$\frac{1}{3} ERd$$

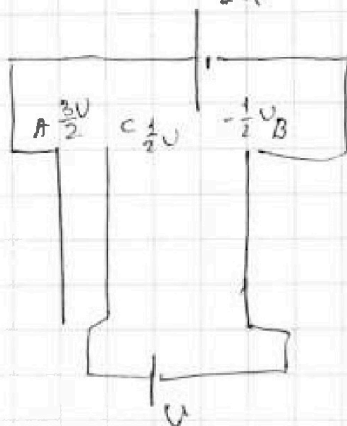
Решения,  $X > \frac{d}{3}$

2	1	2	4-3
3	2	2	6

Зерновина



дойти до нее с одной стороны + дойти до нее с другой стороны -  $2U$



$$I_A - I_B = 2U$$

$$I_C - I_B = U$$

$$I_A - I_C = U$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

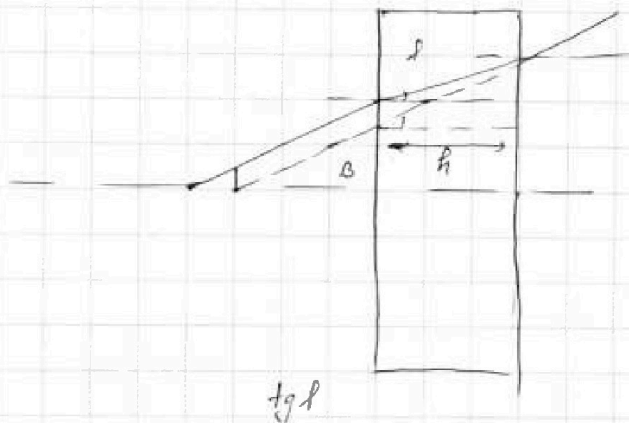
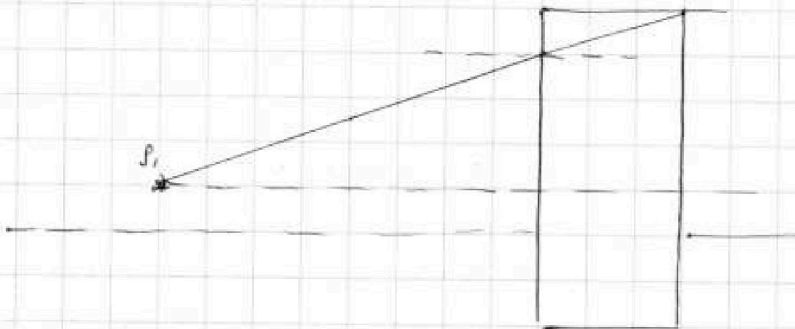
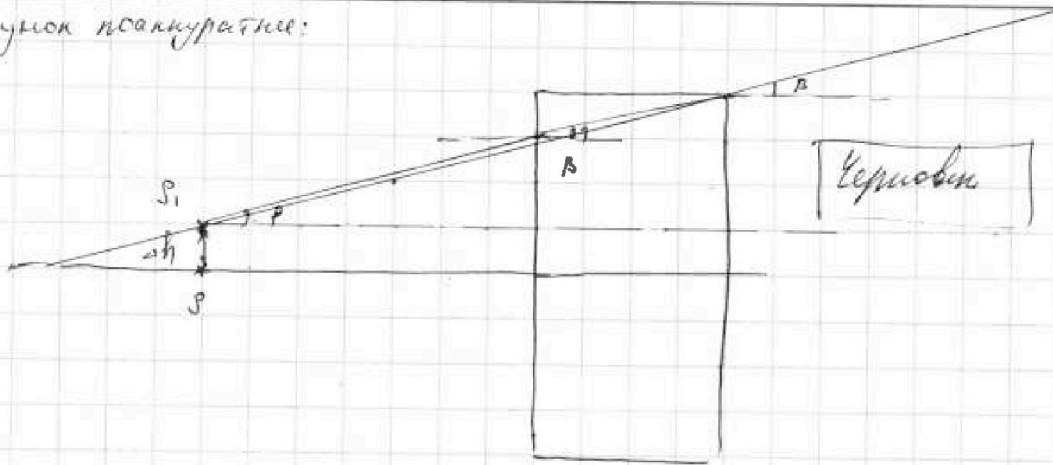
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

Рисунок неаккуратнее:



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

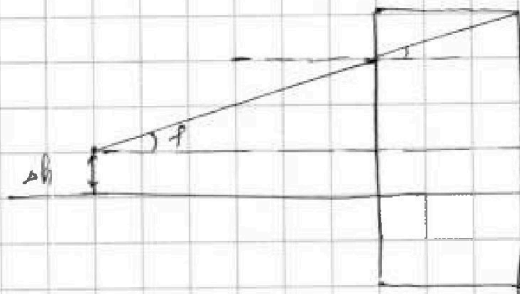


- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

Рисунок поворачивается:



Черновик

$$\begin{array}{r} 52 \overline{) 113} \\ \underline{104} \\ 9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \overline{) 16} \\ \underline{18} \\ - \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \cdot 8 = 64 \\ \underline{5 \cdot 8 = 40} \\ 24 \end{array}$$

8'14

05