



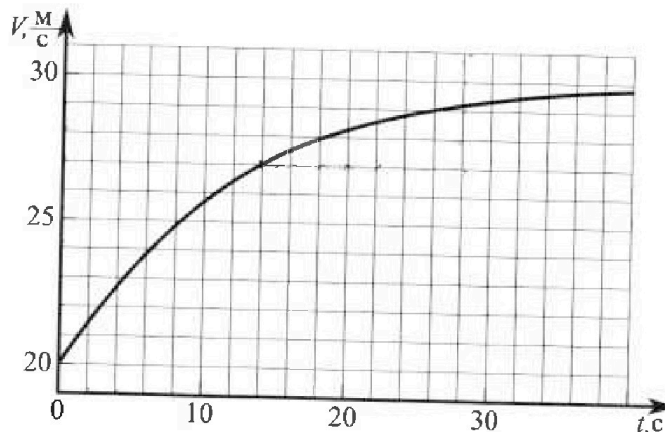
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



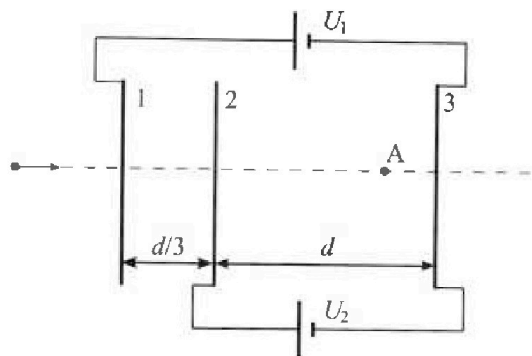
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости  $V_1 = 27$  м/с.
  - 2) Найти силу сопротивления движению  $F_1$  при скорости  $V_1$ .
  - 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости  $V_1$ ?
- Требуемая точность 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.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) 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.



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

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-02

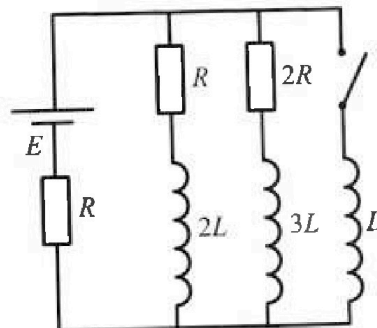
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



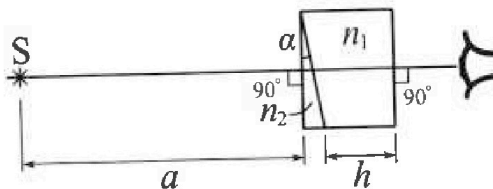
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 разность 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 будущее колесо.

По рывку можно считать, что (здесь и проводим касательную кривую, найдем коэф-т наклона, не забываем про ось и не проводим касательную просто применив закон Ньютона к графику и по нему определим коэф-т.

$a = \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{14 \text{ с}} = \frac{2}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$  (здесь можно использовать формулу:  $\frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$ )

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

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

3)  $F_t$  - еще тяга, развиваемая двигателем при скорости  $v_2$ .

$m \cdot a = F_t - F_t \rightarrow F_t = m \cdot a + F_t \rightarrow$  Пошагово мощность:

$P = F_t \cdot v_2 = P_0 = m \cdot a \cdot v_2 + F_t \cdot v_2$

Поэтому эту энергию можно на протяжении всей скорости считать постоянной

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

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

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

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 мет

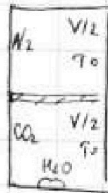
$V/4$  - жидкой

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

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

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

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



Решено:

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

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

$\Delta_{II}$  - кол-во вещества в воображаемом состоянии в верхней части сосуда до движения;  $\Delta_{21}$  - в нижней. Согласно условию давлением насыщенного пара при максимальной температуре можно пренебречь  $\rightarrow$

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

$p$  - давление в системе до начала движения

2) Рассмотрим состояние системы сосуда.

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

$\rightarrow$  при температуре  $T$  кол-во молей этикинового газа:

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

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

$p'$  - конечное давление в сосуде  $\rightarrow$  две жид сверху и снизу:

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

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

$\Delta_{II} = 2 \Delta_{21}$  (из 1)). Заменим полученную систему уравнений:

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

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

$$p' = 4p$$

$$(p' - p_{атм}) \cdot V \cdot \frac{7}{12} = \frac{4}{3} \Delta_{21} RT_0 + k \cdot \frac{p'}{16} \cdot V \cdot \frac{4}{3} RT_0$$

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!

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

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

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

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

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

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

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!

$U_1 = 2U$

$U_2 = U$

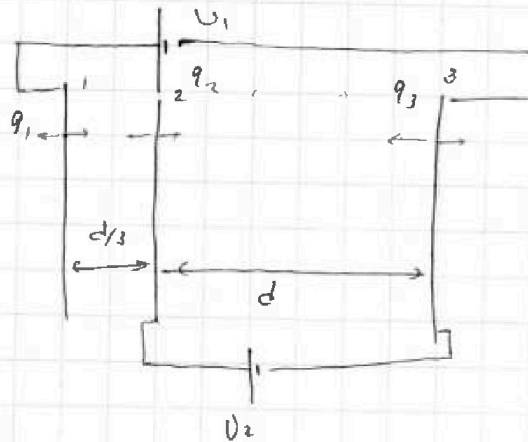
$m; q > 0$

$V_0$  - не расходуем

от сетки один

баллончик.

Решение:



Вот такое уравнение  
сетки углубление  
пренебрежимо  $\rightarrow$   
 $\rightarrow$  суммарный  
заряд на всех  
сетках 0.

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

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

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

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

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

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.

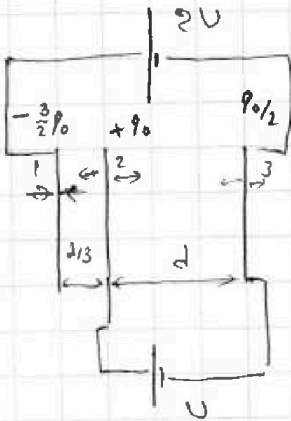
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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 буре

Напряженность можно ускорения электр. 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 взаимодействие после этого не нужно, во всяком случае оно предельно мало по сравнению с кинетикой, поэтому его учитывать не будем.

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

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

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

См. предоставленные решения на спец. 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



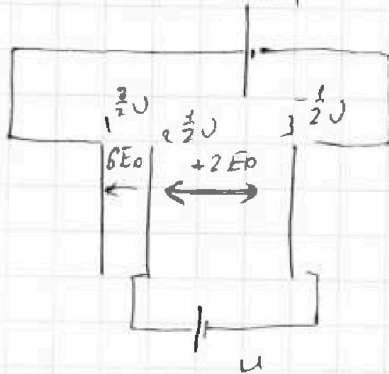
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Все системы отсчета имеют одинаковую ориентацию осей. Пользуясь формулами преобразования Лоренца, найдите скорость движения системы отсчета, в которой расстояние между точками равно  $2d$ .

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

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

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



$$f_1 - f_3 = 2U$$

$$f_2 - f_3 = U$$

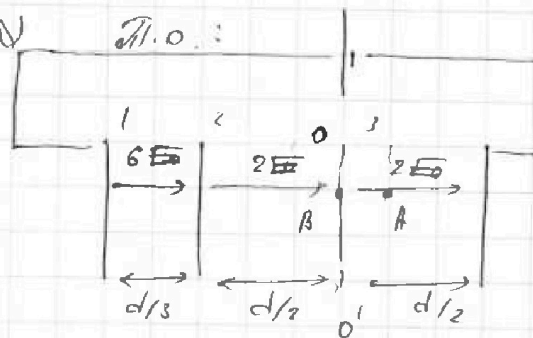
$$f_1 - f_2 = U$$

Используя формулы преобразования Лоренца, найдем скорость движения системы отсчета.

В системе отсчета  $S'$  найдем потенциал, где  $-2E_0 \cdot x = \frac{U}{2d}$

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

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



$$\int E = -E_0$$

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

П.о. движется со скоростью  $v$

Используя формулы преобразования Лоренца, найдем скорость движения системы отсчета, в которой расстояние между точками равно  $2d$ .

Тогда запишем ЗЭД для системы  $S'$  и  $S$ , учитывая в момент времени  $t_0$  в  $S$ .

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} - q \cdot 2E_0 \cdot \left( \frac{2d}{3} - \frac{d}{2} \right)$$

$W = q \cdot U$ , получим разность потенциалов  $U$  между точками  $A$  и  $B$  в  $S$ .

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} - q \cdot 2E_0 \cdot \frac{1}{6} d = \frac{m v^2}{2} - q \frac{E d}{3} = \frac{m v^2}{2} - \frac{qU}{6}$$

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{qU}{6} \rightarrow v^2 = v_0^2 + \frac{qU}{3m} \rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + \frac{qU}{3m}}$$

Ответ: 1)  $\frac{qU}{3m}$ ; 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:

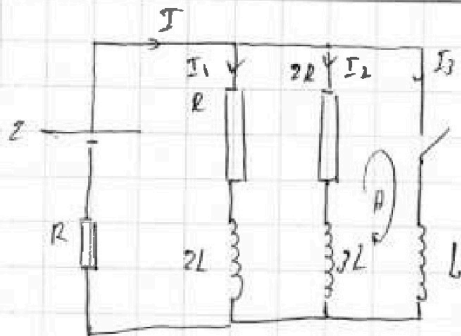
1  2  3  4  5  6  7

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. цепи  $\frac{dI}{dt} = 0$

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

2) Токи в катушках не могут течь совместно

2) Группы цепи замкнуты разом.  $I_2 = I_{20}$ ;  $I_1 = I_{10} = \frac{\varepsilon}{2R}$ ;  $I_3 = 0$

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

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

3) Когда цепь имеет установившееся состояние, ток в пер. цепи:  $I_{10} = \frac{\varepsilon}{2R}$ ; ток в пер. цепи:  $I_{20} = \frac{\varepsilon}{3R}$ ; ток в пер. цепи:  $I_{30} = \frac{\varepsilon}{2R}$

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

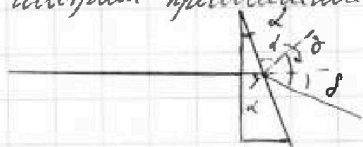
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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 луча в любой среде.



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

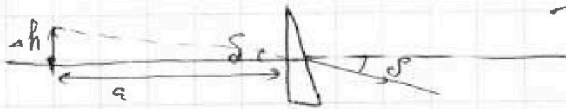
$$\delta = n_2 \cdot \alpha$$

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, только преломление в воздухе.

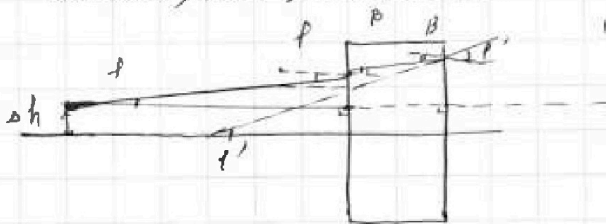
Поскольку преломление не дает горизонтального преломления для наблюдателя. Для него свет преломляется "идеально" вверх на  $\Delta h = a \cdot \beta = 200 \cdot 3 \cdot 10^{-2} = 6 \text{ см}$  - горизонтальное смещение по сравнению с вертикальным светом преломления.



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

3)  $n_1 = 1,8$ ;  $n_2 = 1,6$ . На противоположной стороне преломления  $n_2$  наблюдается преломление. Тогда для луча  $n_1$  изображение будет наблюдаться в  $n_2$ , расстояние не равно  $\Delta h$  от  $S$ .

Возможно решить угол  $\alpha$  можно считать очень малым, тогда преломление с погрешностью  $n_1$  рассмотрим как пластину 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:

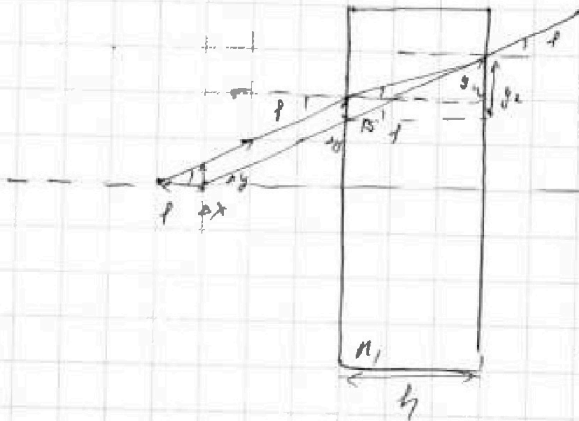
1  2  3  4  5  6  7

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.

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



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

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

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

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

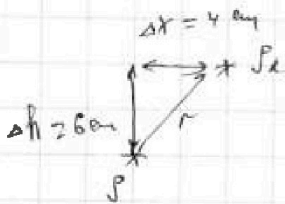
$$\Delta x = \frac{\Delta y}{n_1 \beta} = h \cdot \frac{(n_1 - 1)}{n_1}$$

↓

Для наших горизонтальных смещения углубится  
нам приходится считать.

П.О. Света: ? жррррррр: 1)  $y_2$  - это расстояние между  $t$  и  $\beta$  и  
расстояние углубится, на расстоянии не расстоянии  $\Delta h = 0 \cdot (n_2 - 1) \Delta x$   
как и расстояние  $\beta$ . Это углубится и расстояние и расстояние  $y_2$   
и расстояние  $t$  и расстояние  $n_2$ , которая 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  $t$  и света останется:

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

$$= 2\sqrt{13} \text{ см}$$

Ответ: 1)  $\beta = 30 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$ ; 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



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



$$(p' - p_{atm}) \cdot V \cdot \frac{\gamma}{12} = \frac{\gamma}{3} \cdot \frac{p'}{16} \cdot V + k \cdot \frac{p'}{16} \cdot V \cdot \frac{\gamma}{3} R T_0$$

$$\frac{\gamma}{12} p' - \frac{\gamma}{12} p_{atm} = \frac{p'}{12} + \frac{p'}{12} k R T_0$$

$$\frac{\gamma}{12} p' - \frac{p'}{12} - \frac{p'}{12} \cdot k R T_0 = \frac{\gamma}{12} p_{atm}$$

$$p' (\gamma - 1 - k R T_0) = \gamma p_{atm}$$

$$p' = \frac{\gamma p_{atm}}{\gamma - 1 - 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{4}} = p_{atm} \cdot \frac{\gamma}{6 - 0,6 \cdot \frac{9}{4}} =$$

$$R T_0 = \frac{3}{4} R T$$

$$= p_{atm} \cdot \frac{28}{24 - 5,4} = p_{atm} \cdot \frac{28}{18,6}$$

$$p_2 F \cdot V = 405 \text{ Н.}$$

Величина силы  $F = m \cdot a$

Ответ: 1) 2; 2)

$$\begin{array}{r} 405 \overline{) 135} \\ \underline{-3} \phantom{0} \\ 10 \phantom{0} \\ \underline{-9} \phantom{0} \\ 10 \phantom{0} \\ \underline{-9} \phantom{0} \\ 10 \phantom{0} \\ \underline{-9} \phantom{0} \\ 10 \phantom{0} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 405 \overline{) 9} \\ \underline{-36} \phantom{0} \\ 45 \phantom{0} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 255 \overline{) 15} \\ \underline{-15} \phantom{0} \\ 0 \phantom{0} \end{array}$$

$$0,5 = 0,25$$

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

$$0,25 - 0,25 = 4 - 3150$$

$$\begin{array}{r} + 450 \\ \phantom{+} 7 \\ \hline 2800 \\ 350 \\ \hline 3150 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 3150 \\ \phantom{-} 800 \\ \hline 2850 \end{array}$$

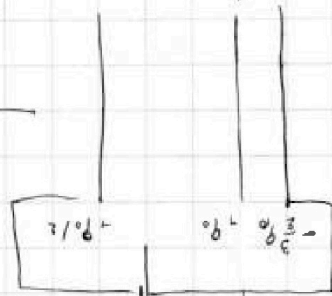
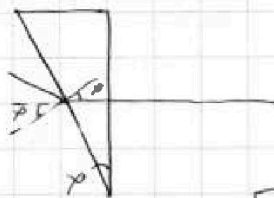
6 the current must be

$$\frac{20 \text{ В}}{d} = \frac{3}{2} (90 - 90 - 56)$$

В установившемся режиме сила тока равна силе сопротивления

$$\begin{array}{r} + 405 \\ \phantom{+} 30 \\ \hline 12150 \end{array}$$

Нужно найти об с этих сетей



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,  $x < d/3$

$$\left(-\frac{3}{2}q_0 - \frac{q_0}{2} + \frac{q_0}{2}\right) \cdot x = 0 \quad - \text{Возможность тупая.}$$

↓  $x > \frac{d}{3}$

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

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

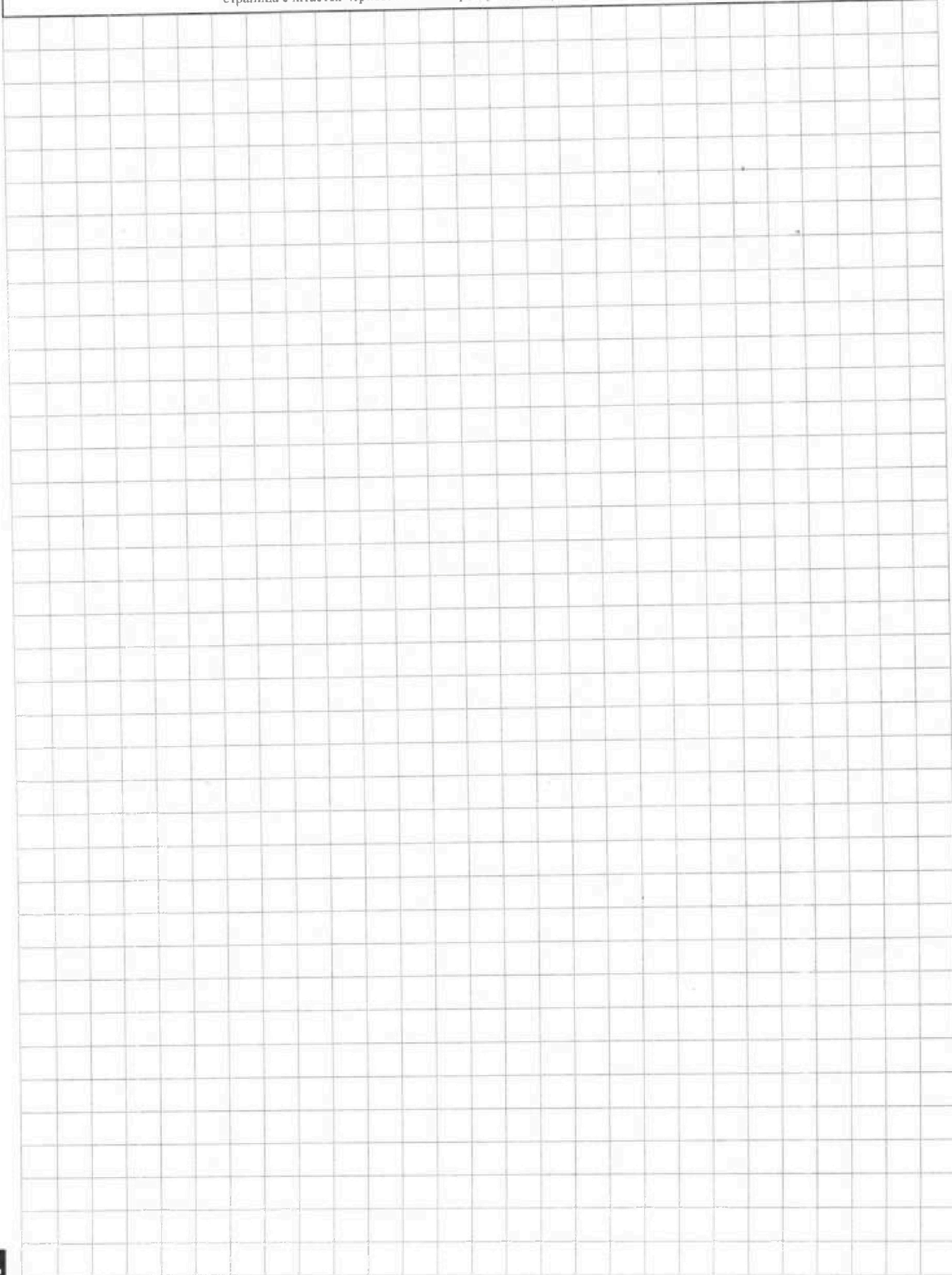


На одной странице можно оформлять только одну задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

 МФТИ

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!



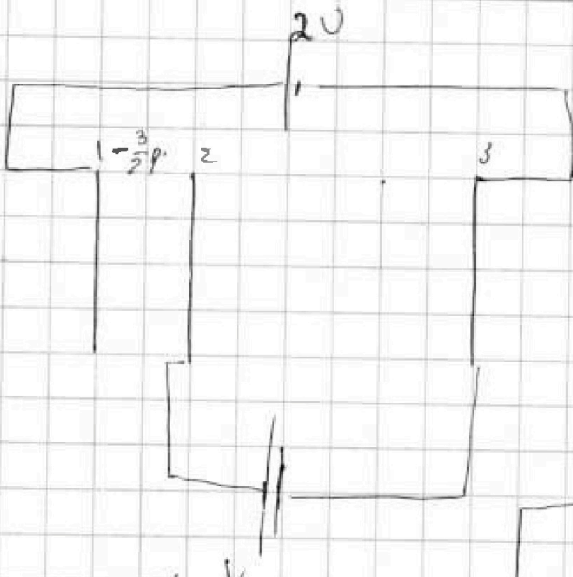


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.  
 Отметьте крестиком номер задачи,  
 решение которой представлено на странице:

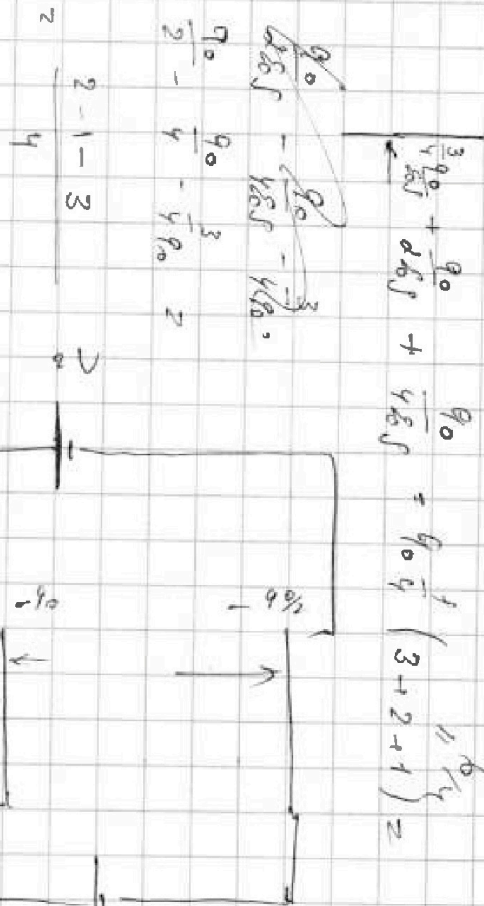
- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



Черновик

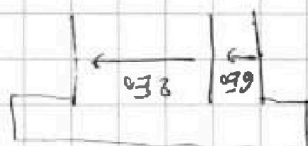


$$\begin{aligned}
 & \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{3} - \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \cdot 1 \\
 & 1 - \frac{1}{3} - \frac{1}{6} + \frac{1}{2} = 2 \\
 & \frac{6 - 2 - 1 + 3}{6} = 1
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 & \frac{3}{4} - \frac{4}{4} - \frac{1}{2} = \frac{3-4-2}{4} \\
 & 1 + \frac{4}{3} + \frac{1}{6} - \frac{1}{2} = \\
 & = \frac{6+2+1-3}{6} = 1
 \end{aligned}$$

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



$$\frac{6I_0}{2} \cdot \frac{1}{6} = I_0$$

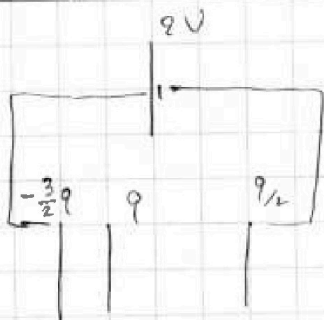
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

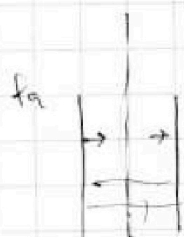
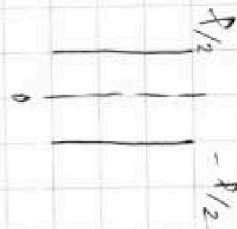
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

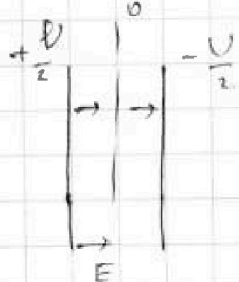


$$\frac{2U \cdot R \cdot R}{d} = 2$$



$$I_1 - I_0 + I_0 - I_2$$

нужно найти токи, по которым...

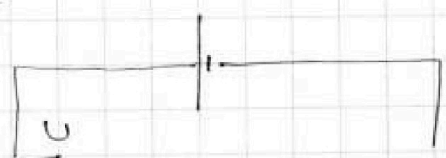


$$E \cdot d = E \cdot \frac{d}{2}$$

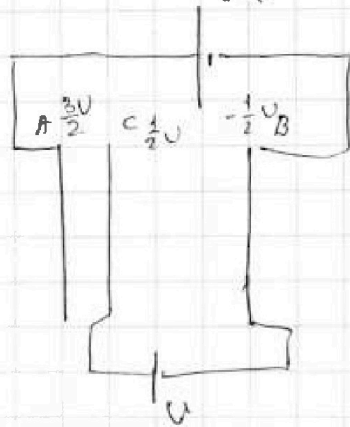
$$\frac{2ER}{6} = \frac{1}{3} ER$$

Решения, X > 3  
 $\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$   
 $\frac{4-3}{6}$

Зерновия



Дать до нее... отсюда - φ



$$\begin{aligned} I_A - I_B &= 2U \\ I_C - I_B &= U \\ I_A - I_C &= U \end{aligned}$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

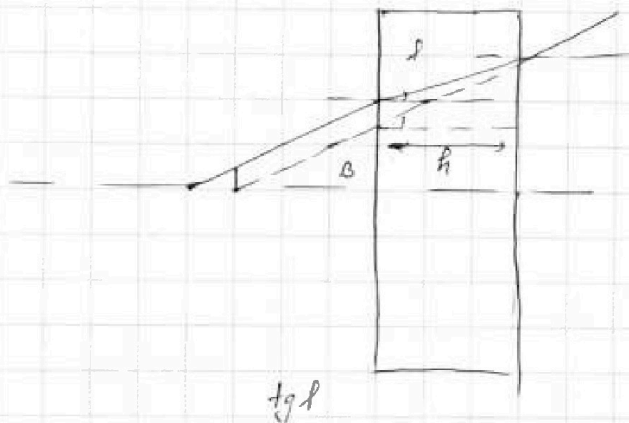
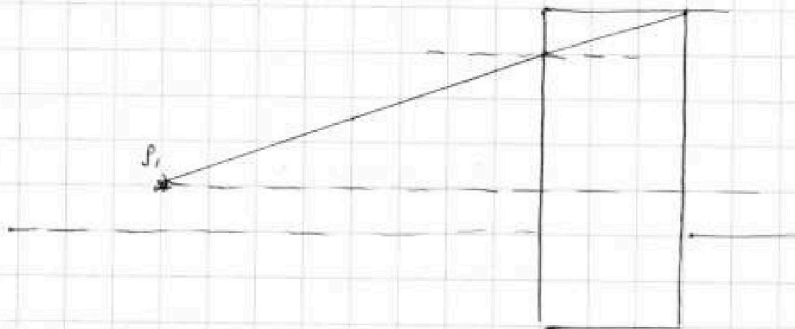
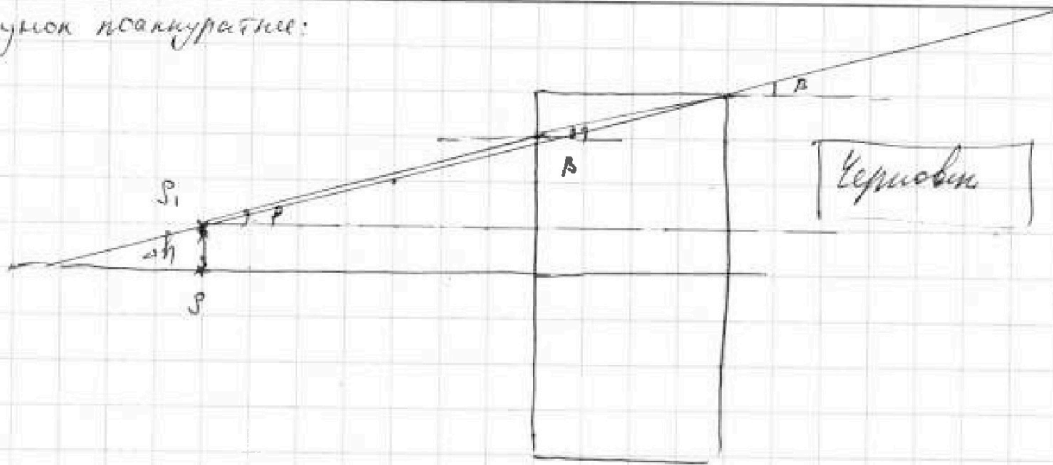
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                                     |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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:

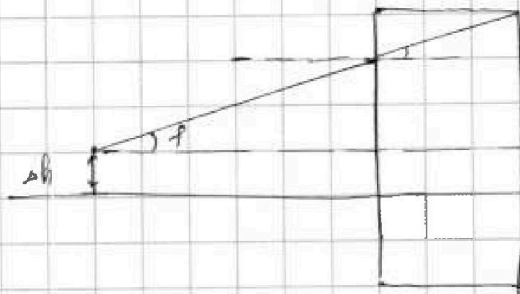
- 1  2  3  4  5  6  7

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

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

$$\begin{array}{r} 36 \overline{) 16} \\ \underline{18} \\ -2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \cdot 8 = 64 \\ 5 \cdot 8 = 40 \\ \hline 90 \end{array}$$

8' x

05