



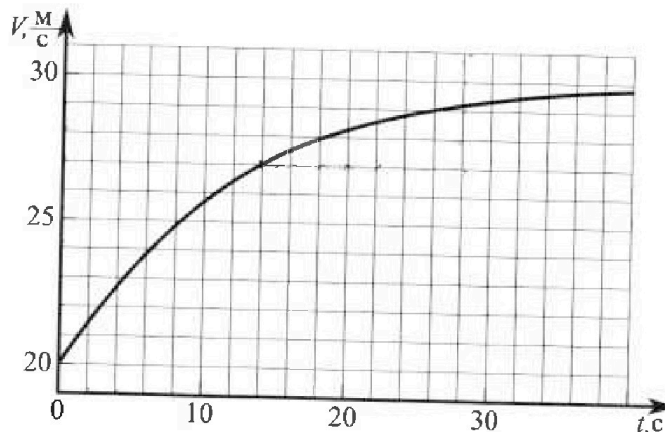
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



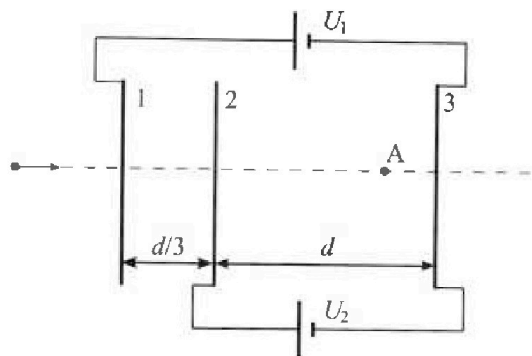
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости  $V_1 = 27$  м/с.
  - 2) Найти силу сопротивления движению  $F_1$  при скорости  $V_1$ .
  - 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости  $V_1$ ?
- Требуемая точность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

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-02

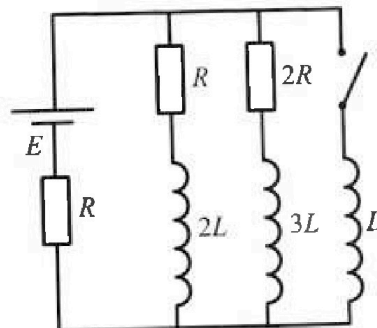
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



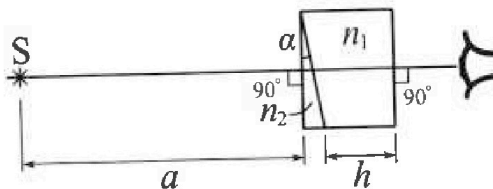
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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:

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

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

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

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

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

исходная от рывка на будущее колесо.

По тангенсу дается угол (углы и проводим касательные кривой, найдем угол - тангенс, и тангенс угла и не проводя касательных, просто применив закон кос. и графику и по нему определим касат.

$$a = \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{14 \text{ с}} = \frac{2}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \quad (\text{по условию уже тангенс угла})$$

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

$$M \cdot a = F_t - F_t \rightarrow F_t = M \cdot a + F_t \rightarrow \text{Поиск мощности:}$$

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

Тогда эту энергию можно на проводим или соответственно составим

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

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

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 ит

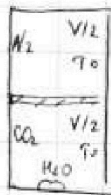
$V/4$  - жидкой

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

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

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

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



Решено:

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

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

$D_{II}$  - кол-во вещества в заданном 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 массы жидкого эфира и верхней пер, соответствующий давлению  $p_{атм}$  и до  $T = 373 \text{ K}$

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

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

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

$D_{II} = 2 D_{21}$  (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!

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

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

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

$$P' (7 - 1 - K R T_0) = 4 P_{ATM}$$

$$P' \geq \frac{4 P_{ATM}}{7 - 1 - 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{4}} = P_{ATM} \cdot \frac{4}{6 - 0,5 \cdot \frac{3}{4}} = P_{ATM} \cdot \frac{28}{24 - 5,6} = P_{ATM} \cdot \frac{28}{18,4}$$

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

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;

$d; d/3$

Угловыми  
сетки пренебрегаем!

$U_1 = 2U$

$U_2 = U$

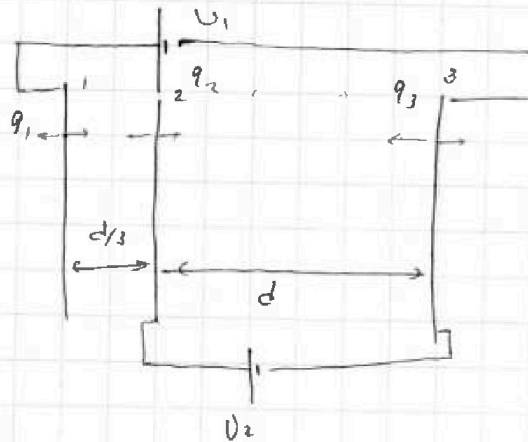
$m; q > 0$

$V_0$  - не расходуем

от сетки один

батарейкой.

Решение:



Вот если бы было  
столько же сеток  
на расстоянии  $\rightarrow$   
 $\rightarrow$  суммарный  
заряд на всех  
отличался 0.

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

$$\rho_1 - \rho_3 = 2U = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{4}{3}d - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{3} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} \cdot d - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{4}{3}d$$

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

$$\rho_2 - \rho_3 = U = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} \cdot d + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} \cdot d - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \cdot d$$

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

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.

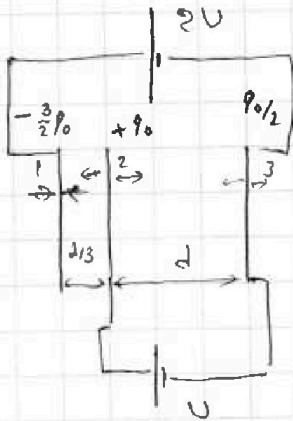
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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:

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

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

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

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

(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 пренебрежимо 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



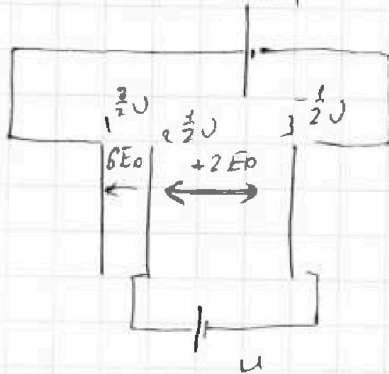
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Все системы отсчета имеют одинаковую ориентацию осей. Пусть ось  $x$  направлена вправо. Пусть ось  $y$  направлена вверх. Пусть ось  $z$  направлена из плоскости рисунка.

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

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

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



$$f_1 - f_3 = 2U$$

$$f_2 - f_3 = U$$

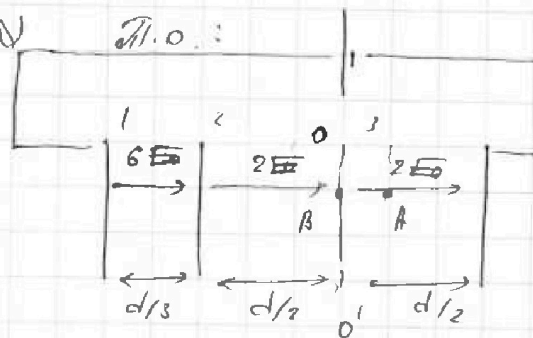
$$f_1 - f_2 = U$$

Пусть  $f_3$  — потенциал в центре диэлектрика. Тогда потенциалы в воздухе равны  $f_1$  и  $f_2$ .

В центре диэлектрика  $U = -2E_0 \cdot x = \frac{1}{2}U$

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

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



$$\int E = -E_0$$

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

П.о. — ось  $OO'$  — ось  $x$

Пусть ось  $x$  направлена вправо. Пусть ось  $y$  направлена вверх. Пусть ось  $z$  направлена из плоскости рисунка.

Пусть ось  $x$  направлена вправо. Пусть ось  $y$  направлена вверх. Пусть ось  $z$  направлена из плоскости рисунка.

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

$W = q \cdot U$ , получим разность потенциалов  $U$  между пластинами.

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

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

Ответ: 1)  $\frac{qU}{m d}$ ; 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:

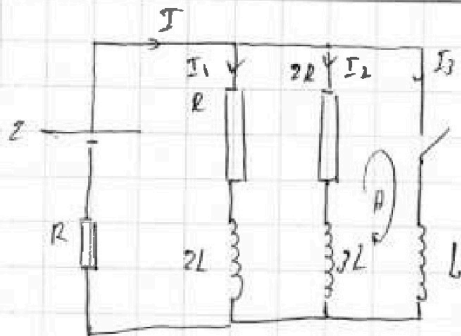
1  2  3  4  5  6  7

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:

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

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

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

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

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

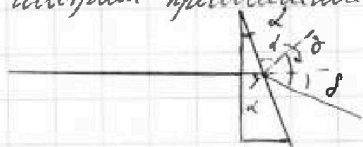
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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 точке.



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

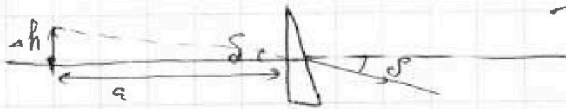
$$\delta = n_2 \cdot \alpha$$

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)  $n_1 = n_2 = 1,0 \rightarrow$  лучи преломляются аналогично тому, что мы рассматривали выше, только в воздухе.

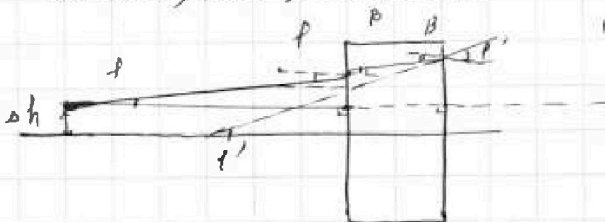
Таким образом, не зная геометрического преломления для наблюдателя. Длинна луча еще преломляется, поэтому высота  $\Delta h$   $\Delta h = a \cdot \beta = 200 \cdot 3 \cdot 10^{-2} = 6 \text{ см}$  - геометрическим преломлением по сравнению с вертикальным лучом пренебречь.



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

3)  $n_1 = 1,8$ ;  $n_2 = 1,6$ . На противоположном крае куполов  $n_2$  обавана прозрачности. Тогда для луча  $n_1$  непрозрачности будет известна высота  $\Delta h$  от  $S$ .

Возможно решение 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 изгибающем стекле.



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

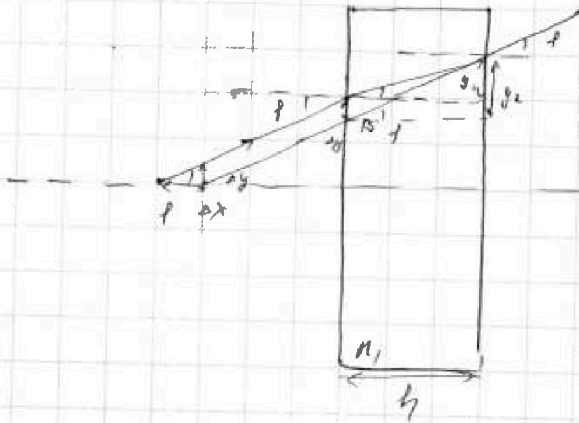
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

Рисунок смуровско.

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



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

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

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

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

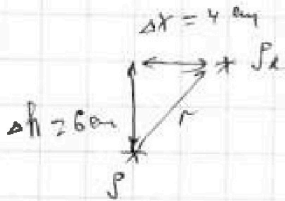
$$\Delta x = \frac{\Delta y}{n_1 \beta} = h \cdot \frac{(n_1 - 1)}{n_1}$$

↓

Для наших горизонтальных смещения углубится  
нам проходящее матином.

П.О. Светит в воздухе: 1)  $y_2$  - проходит шириной  $h$  и  
поуглам углубится, напорядушка не расстояние  $\Delta h = 0 \cdot (n_2 - 1) h$   
как ипотенциал  $\rho$ . Это углубится абсолютная ипотенциал  
ишаскин с ипотенциалом  $n_2$ , которая смещает его  
вправо на

$$\Delta x = h \cdot \frac{(n_2 - 1)}{n_2} = 9 \text{ см} \cdot \frac{1,8 - 1}{1,8} = 5,0 \text{ см} \approx 4 \text{ см}$$



Пока вхождение расстояние от ипотенциала  
ре углубится  $\delta$  ишаскин оставит:

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

$$= 2\sqrt{13} \text{ см}$$

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

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

$$\frac{\gamma}{12} P' - \frac{\gamma}{12} P_{атм} = \frac{P'}{12} + \frac{P'}{12} K R T_0$$

$$\frac{\gamma}{12} P' - \frac{P'}{12} - \frac{P'}{12} K R T_0 = \frac{\gamma}{12} P_{атм}$$

$$P' (\gamma - 1 - K R T_0) = \gamma P_{атм}$$

$$P' = \frac{\gamma P_{атм}}{\gamma - 1 - 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{4}} = P_{атм} \cdot \frac{\gamma}{6 - 0,6 \cdot \frac{9}{4}} =$$

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

$$= P_{атм} \cdot \frac{2,5}{24 - 5,4} = P_{атм} \cdot \frac{2,5}{18,6}$$

$$P_2 F \cdot V = 405 \text{ Н.}$$

Величина силы  $F = m \cdot a$

Ответ: 1) 2; 2)

$$\begin{array}{r} 405 \overline{) 135} \\ -3 \\ \hline 10 \\ -9 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 405 \overline{) 9} \\ -36 \\ \hline 45 \end{array}$$

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

$$0,5 = 0,25$$

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

$$0,25 - 0,25 = 0$$

$$\begin{array}{r} 3150 \\ - 800 \\ \hline 2350 \end{array}$$

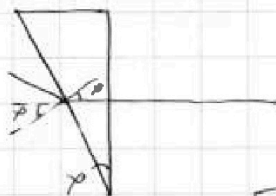
Величина силы  $F = m \cdot a$

$$\frac{2000}{d} = \frac{3}{2} (90 - 90 - 56)$$

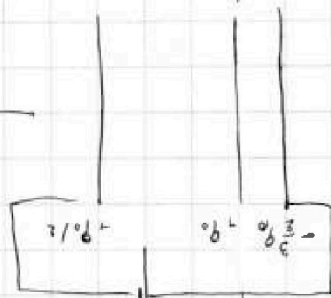
В установившемся режиме  $\frac{1}{2}$  сила тяжести равна силе сопротивления

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

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



Нужно найти  $\alpha$  и  $\mu$  с учетом потерь



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,  $x < d/3$

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

↓  $x > \frac{d}{3}$

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

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

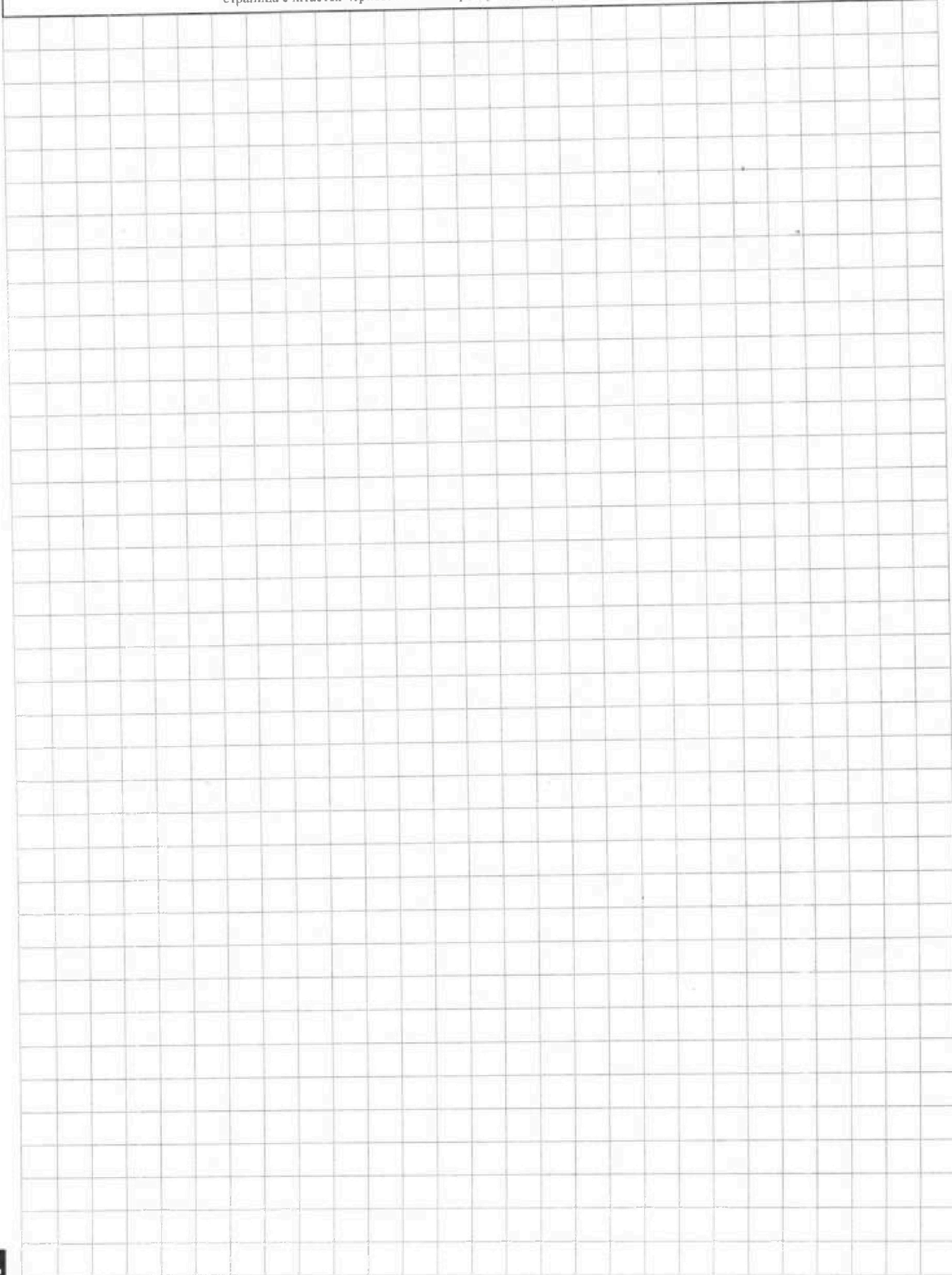


На одной странице можно оформлять только одну задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

 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!



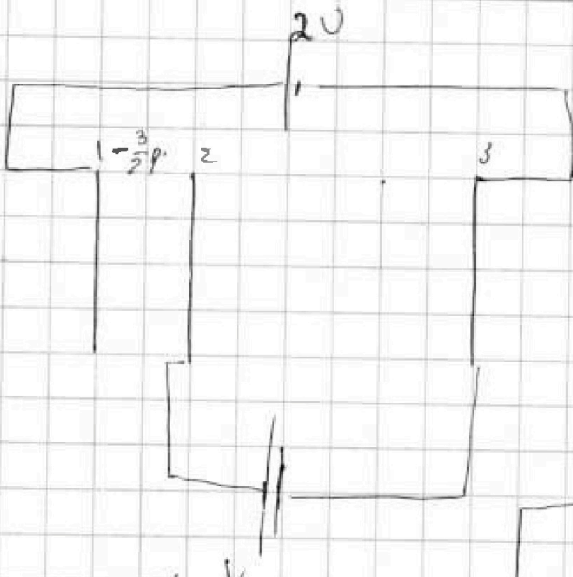


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.  
 Отметьте крестиком номер задачи,  
 решение которой представлено на странице:

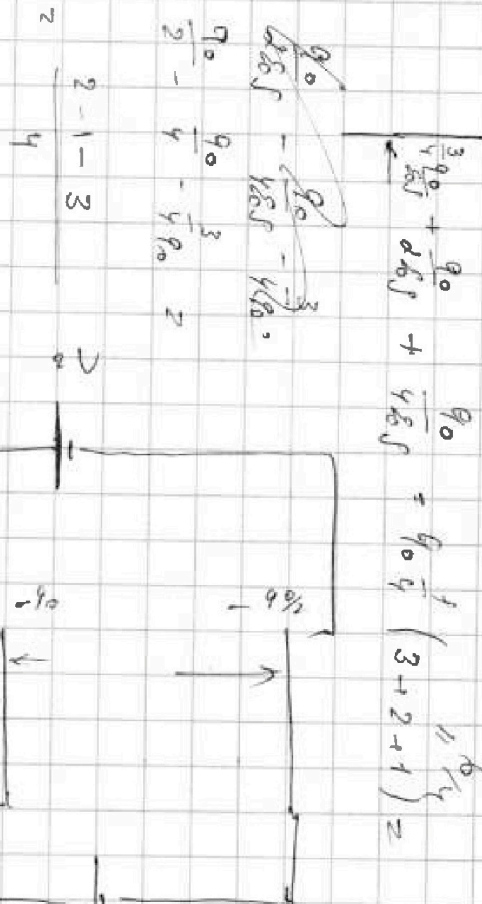
- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



Черновик



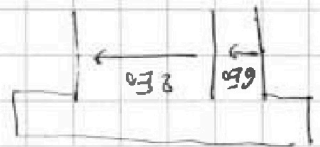
$$\begin{aligned}
 & \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{3} - \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \cdot 1 \\
 & 1 - \frac{1}{3} - \frac{1}{6} + \frac{1}{2} = 2 \\
 & \frac{6 - 2 - 1 + 3}{6} = 1
 \end{aligned}$$

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

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

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

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



$$\frac{6 \cdot 2}{6+2} = \frac{12}{8} = \frac{3}{2}$$

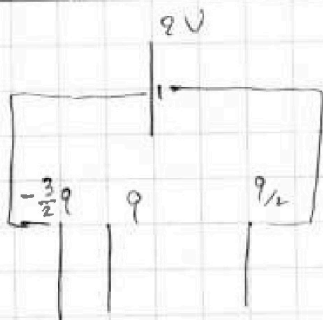
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

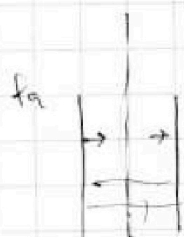
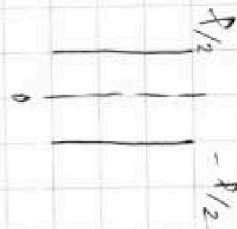
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

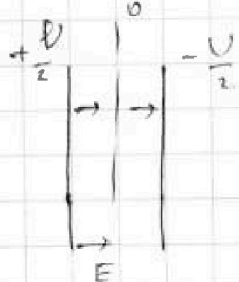


$$\frac{2U \cdot R \cdot R}{d} = 2$$



$$I_1 - I_0 + I_0 - I_2$$

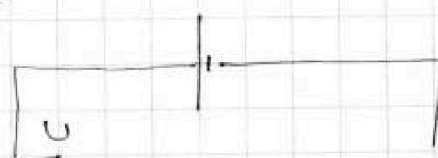
нужно найти токи, по которым...



$$E \cdot d = \dots$$

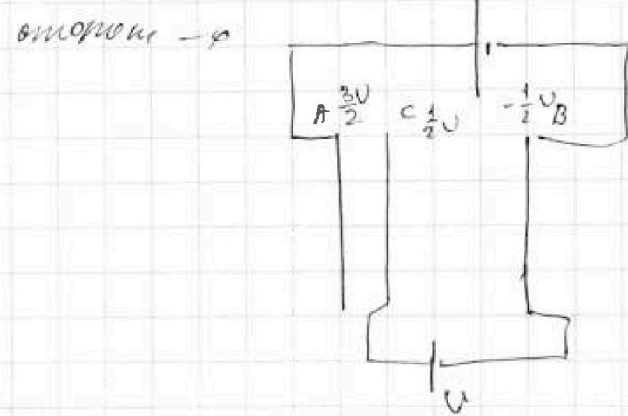
$$\frac{2ER}{6} = \frac{1}{3} ER$$

Решения, X > d/3



Зерновия

Дайте до нее ... стороны ...



$$I_A - I_B = 2U$$

$$I_C + I_B = U$$

$$I_A - I_C = U$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

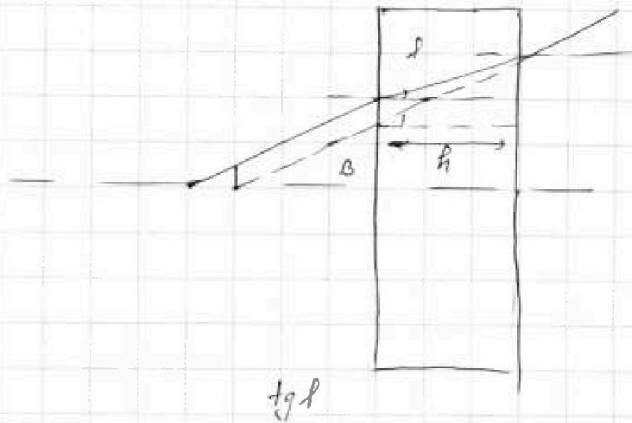
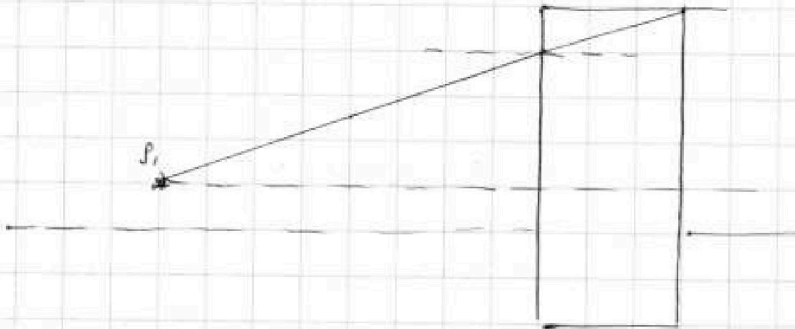
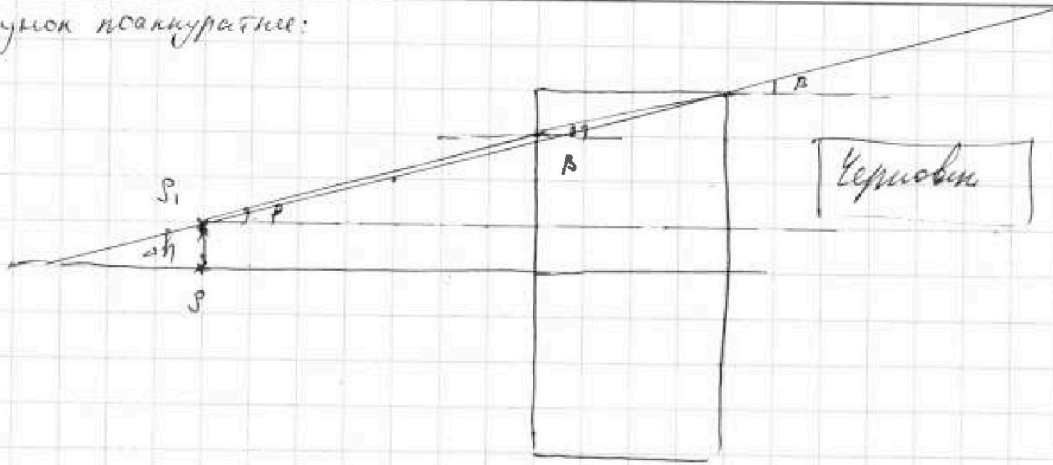
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

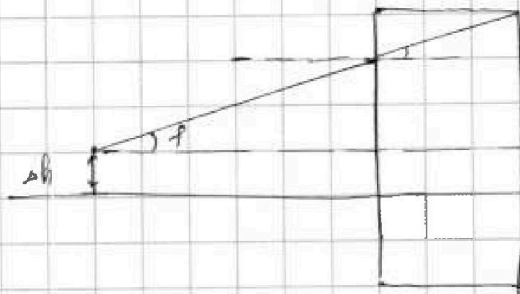
- 1  2  3  4  5  6  7

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

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

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

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

8' x

05