



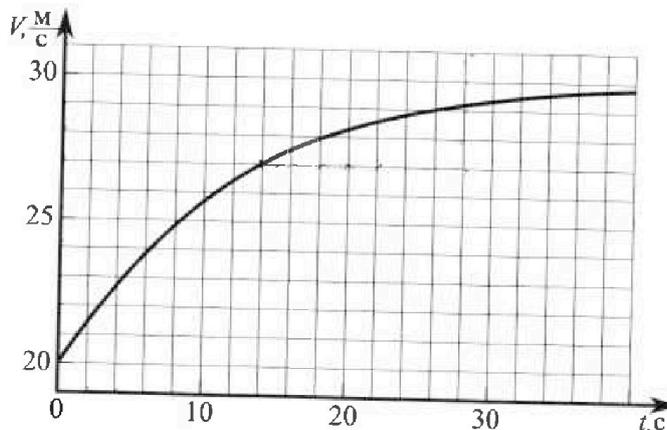
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



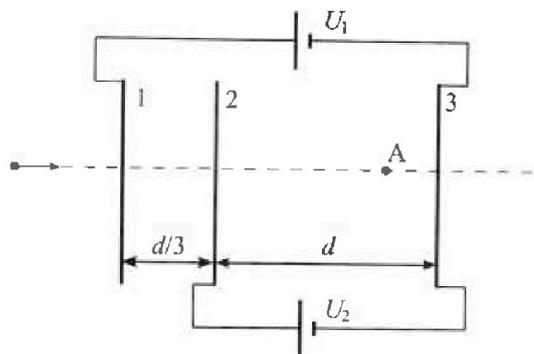
- Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости $V_1 = 27$ м/с.
 - Найти силу сопротивления движению F_1 при скорости V_1 .
 - Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости V_1 ?
- Требуемая точность численного ответа на 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 Δv 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/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением 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 А на расстоянии $2d/3$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-02

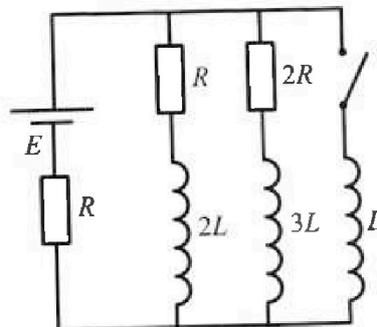
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



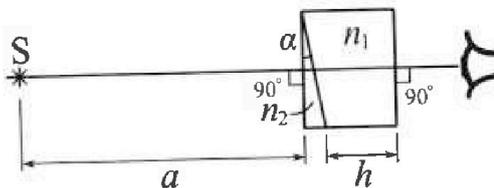
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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:

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

исходно от рывка на вращающемся колесе.

По радиальной дуге колеса (железа и проводка касательные точки, найдем угол - не видно, не стравив шест и не проводка касательные, просто применив закон Ньютона к графику и по нему определим касательную.

$a = \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{14 \text{ с}} = \frac{2}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ (здесь было $\frac{dv_1}{dt}$)

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

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

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

$m \cdot a = F_t - F_1 \rightarrow F_t = m \cdot a + F_1 \rightarrow$ Пошагово 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 проводке или соответственно составили

$\Delta_2 = \frac{F_1 \cdot v_2}{P_0} = \frac{\frac{2550}{7} \cdot 27}{12150} = \frac{2550 \cdot 27}{7 \cdot 45 \cdot 9 \cdot 30} = \frac{255}{7 \cdot 45}$

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

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

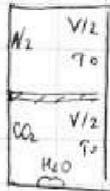
МФТИ

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



Решим:

$$\Delta D = \kappa p \omega$$



Решим:
V - насыщенный пар
температура
сравнительно
Триша нет

V/4 - жидкой

$$T = 373 = 373 \text{ K} \rightarrow$$

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

$$\kappa = 0.6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot \text{Т}а$$

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

1) До начала движения: система в равновесии \rightarrow движение в обе стороны сосуда равно.

Δ_{11} - кол-во вещества в воображаемом состоянии в верхней части сосуда до движения; Δ_{21} - в нижней. Согласно условию давлением насыщенного пара при кипении температуры можно пренебречь \rightarrow

$$\left. \begin{aligned} p \cdot \frac{V}{2} &= \Delta_{11} RT_0 \\ p \cdot \frac{V}{4} &= \Delta_{21} RT_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\Delta_{11}}{\Delta_{21}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{1} = 2 \quad (1)$$

p - давление в системе до начала движения

2) Рассмотрим состояние системы сосуда.

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

\rightarrow при температуре T кол-во жидкого парового газа:

$$\Delta_2 = \Delta_{21} + \kappa \cdot p \cdot \frac{V}{4}$$

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

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

$$p' \cdot \frac{V}{6} = \Delta_{11} RT$$

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

$\Delta_{11} = 2\Delta_{21}$ (из 1)). Запишем полученную систему уравнений:

$$\begin{cases} p \cdot \frac{V}{4} = \Delta_{21} RT_0 & \rightarrow p = \frac{4\Delta_{21} RT_0}{V} \\ p' \cdot \frac{V}{6} = 2\Delta_{21} R \cdot \frac{4}{3} T_0 & \rightarrow p' = \frac{2 \cdot 8 \cdot 4}{3} \cdot \frac{\Delta_{21} RT_0}{V} = \frac{16\Delta_{21} RT_0}{V} \\ (p' - p_{\text{атм}}) \cdot V \left(\frac{12-2-3}{12} \right) = \left(\Delta_{21} + \kappa \cdot p \cdot \frac{V}{4} \right) \cdot RT_0 \end{cases}$$

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

$$p' = 4p$$

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

См. предложенное решение на следующей 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
<input type="checkbox"/>	<input checked="" 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!

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

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

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

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

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

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

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;

$d; d/3$

Узнаваемо
сетка зарядится!

$U_1 = 2U$

$U_2 = U$

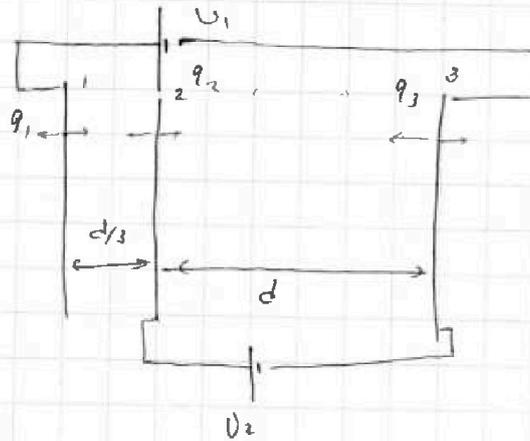
$m; q > 0$

V_0 - не расходуем

от сетки один

батарейкой.

Решение:



Вот что известно
этим зарядов
нулевые →
→ сумма зарядов на всех
платах 0.

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

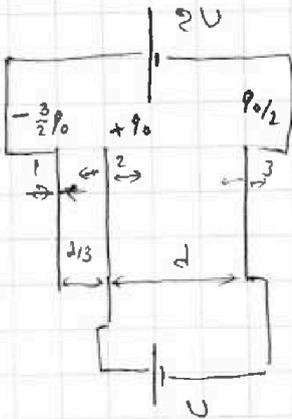
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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;

Π_2 и Π_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 кратчайшим образом по сравнению с взаимодействием, 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



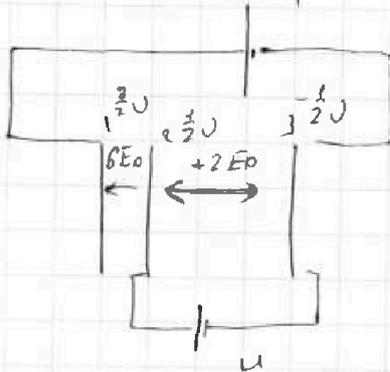
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Все системы отсчета имеют свои системы координат. Пользуясь формулами преобразования Лоренца, найдем скорость движения центра масс системы.

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

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

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



$$f_1 - f_3 = 2U$$

$$f_2 - f_3 = U$$

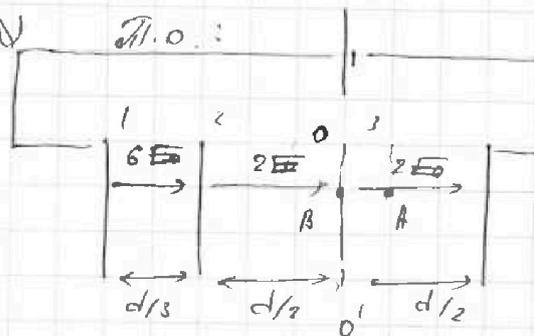
$$f_1 - f_2 = U$$

Учтём зависимость скорости от энергии системы.

Вспомогательная система отсчета, где скорость $-2E_0 \cdot x = \frac{1}{2}U$

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

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



$$\int E = -E_0$$

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

П.о. масса CO' - масса

и точки отсчета \rightarrow при пролёте между ними система будет иметь скорость, равную скорости центра масс.

Тогда запишем ЗЭД для системы y Т.о., находящей в покое CO' в Т.о.

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

$W = q \cdot U$, получим разитие против поля

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

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

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:

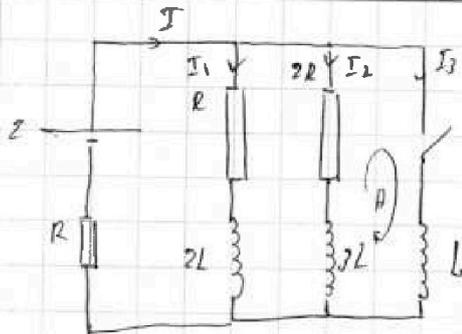
1 2 3 4 5 6 7

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. цепи $\frac{dI}{dt} = 0$

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

2) Токи в катушках не могут течь совместно

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

$$I = \frac{\varepsilon}{3R} + \frac{\varepsilon}{2R} = \frac{5\varepsilon}{6R} \rightarrow \text{Величина тока в контуре:}$$

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

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

Две контура А:

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

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

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

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

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:

МФТИ



1 2 3 4 5 6 7

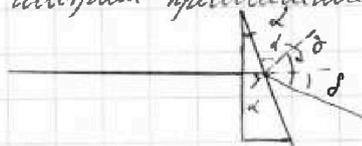
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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 преломления 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, на поверхности между воздухом и стеклом.

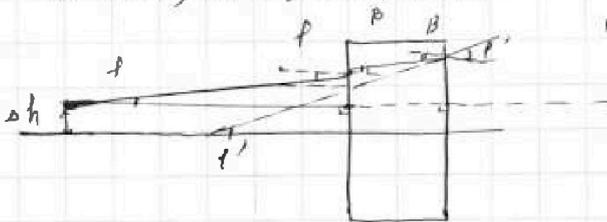
Поскольку преломление не дает горизонтального преломления для наблюдателя. Для него свет преломляется вертикально, поэтому высота $\Delta h = a \cdot \beta = 200 \cdot 3 \cdot 10^{-2} = 6 \text{ см}$ - горизонтальное смещение по сравнению с вертикальным светом преломления.



\rightarrow Изображение, которое увидит наблюдатель, будет на расстоянии Δh от источника.

3) $n_1 = 1,8$; $n_2 = 1,6$. На противоположной стороне преломления n_2 наблюдается преломление. Кроме того преломление n_1 наблюдатель будет видеть изогнутым в n_2 , расстояние не равно Δh от S .

Согласно условию угол α 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 изогнутом свете.



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

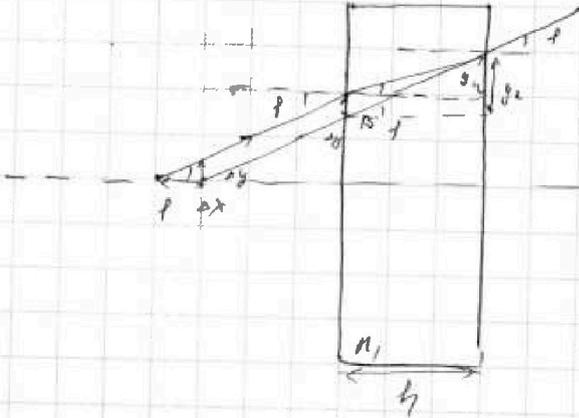
1 2 3 4 5 6 7

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.

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



$$\text{tg } \beta \approx \beta = \frac{y_1}{h} \rightarrow y_1 = \beta h$$

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

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

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

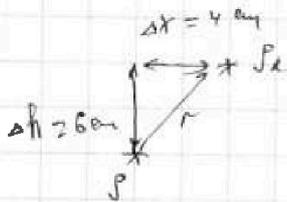
$$\Delta x = \frac{\Delta y}{n_1 \beta} = h \cdot \frac{(n_1 - 1)}{n_1}$$

↓

Для наших горизонтальных смещения углубится
нам приходится считать.

П.О. Света и преломления: 1) y_1 - это расстояние между t и β и
расстояние углубится, на расстоянии не расстоянии $\Delta h = 0 \cdot (n_2 - 1) \Delta x$
как и расстояние β . Это углубится и высота 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 света составит:

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

$$= 2 \sqrt{13} \text{ см}$$

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
<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, $x < d/3$

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

↓ $x > \frac{d}{3}$

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

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

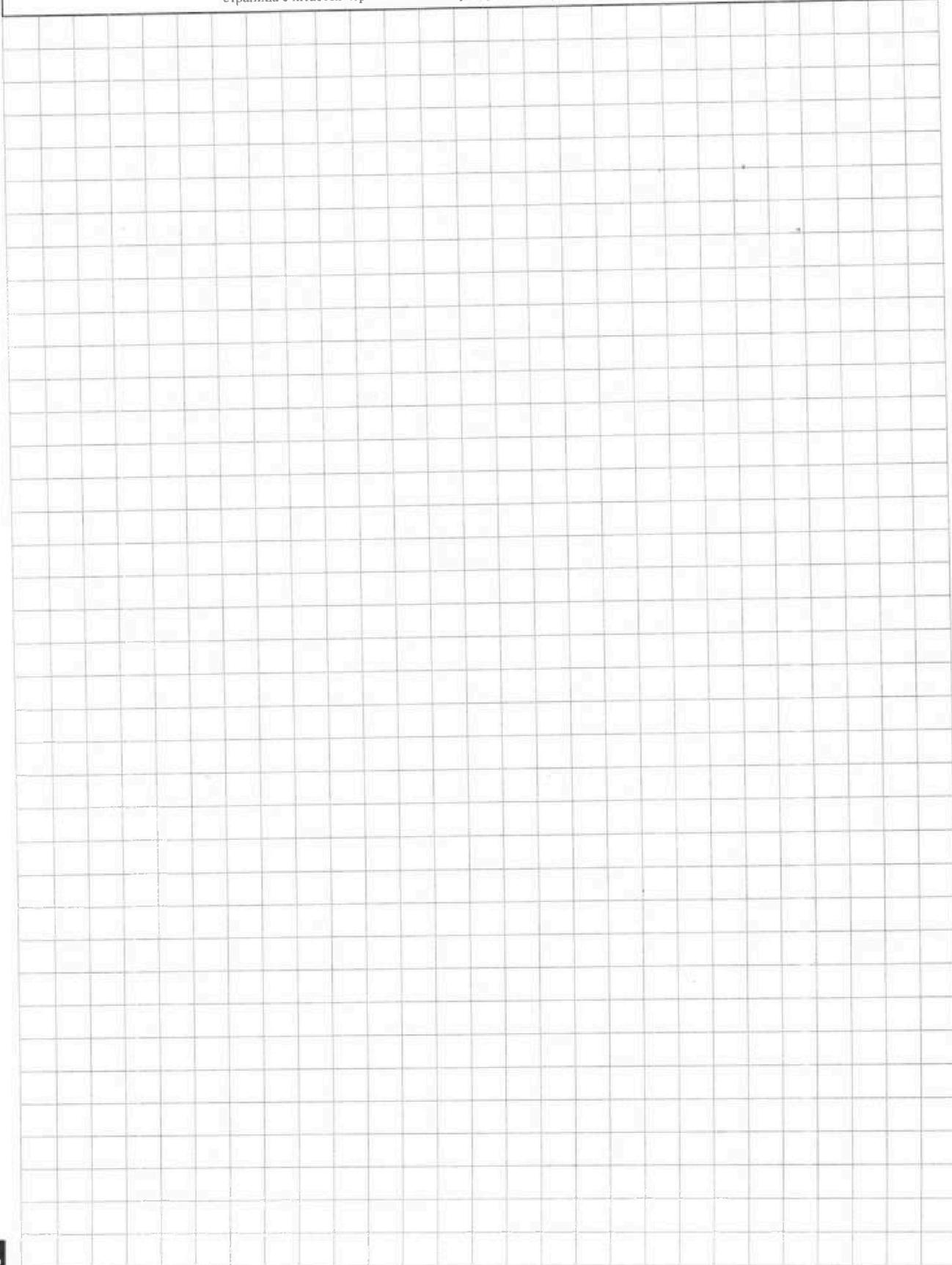


На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

 МФТИ

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

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



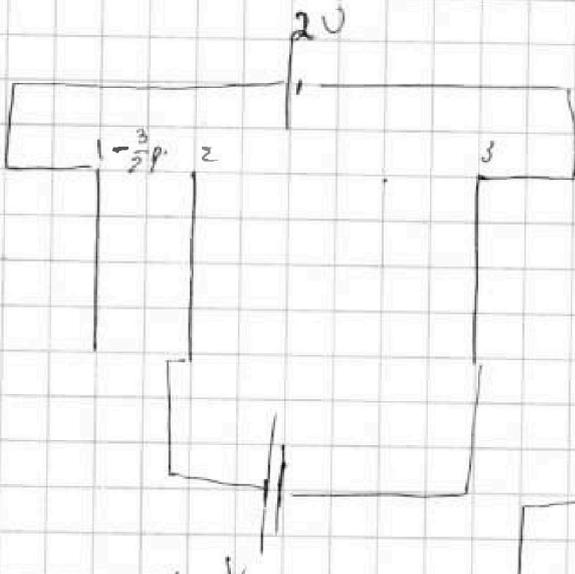


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
 Отметьте крестиком номер задачи,
 решение которой представлено на странице:

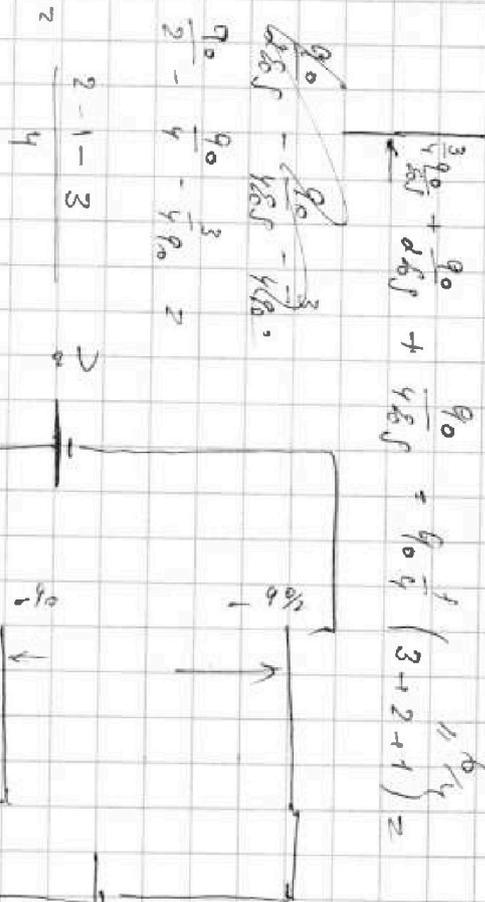
- 1 2 3 4 5 6 7



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



Черновик



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

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

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

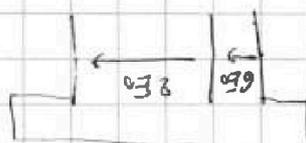
$$\frac{3}{4} \cdot \frac{4}{3} + \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} - \frac{1}{2} \cdot 1$$

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

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

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

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



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

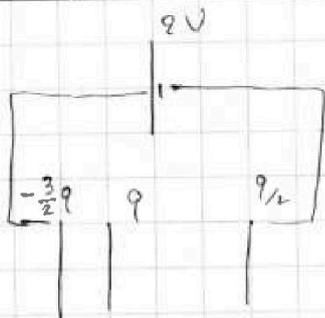
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

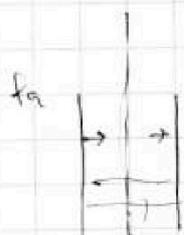
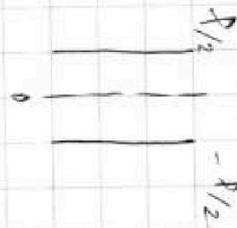
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

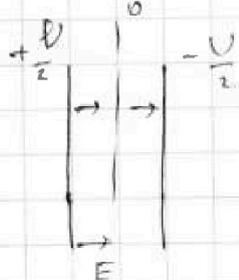


$$\frac{2U \cdot R \cdot R}{d \cdot 2}$$



$$I_1 - I_0 + I_0 - I_2$$

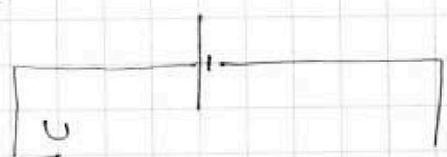
нужно найти токи, по которым...



$$E \cdot d = \dots$$

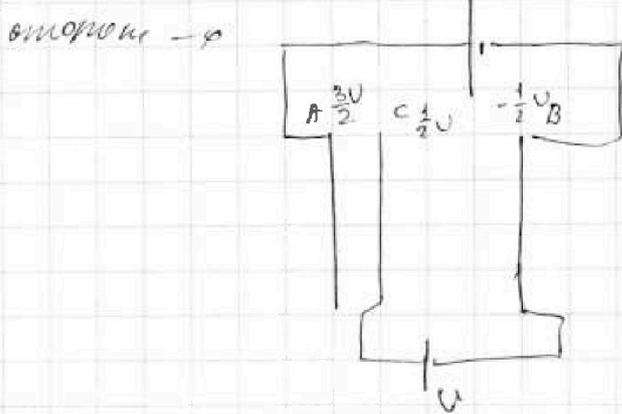
$$\frac{2ER}{6} = \frac{1}{3} ER$$

Решение, $x = \frac{d}{3}$



Зерновия

Дать до нее ... и найти до нее ...



$$I_A - I_B = 2U$$

$$I_C - I_B = U$$

$$I_A - I_C = U$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

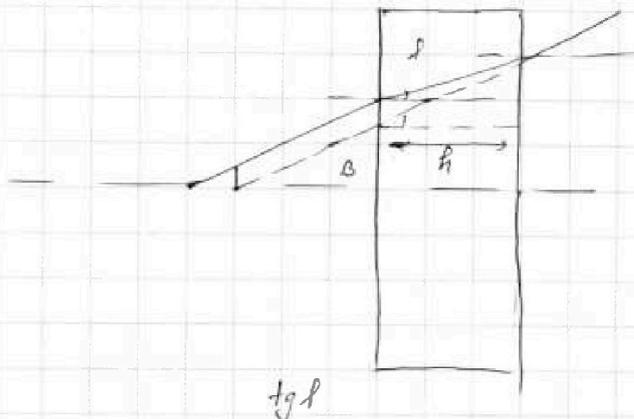
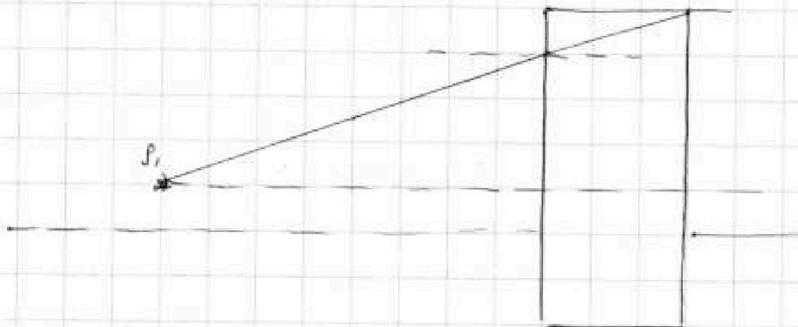
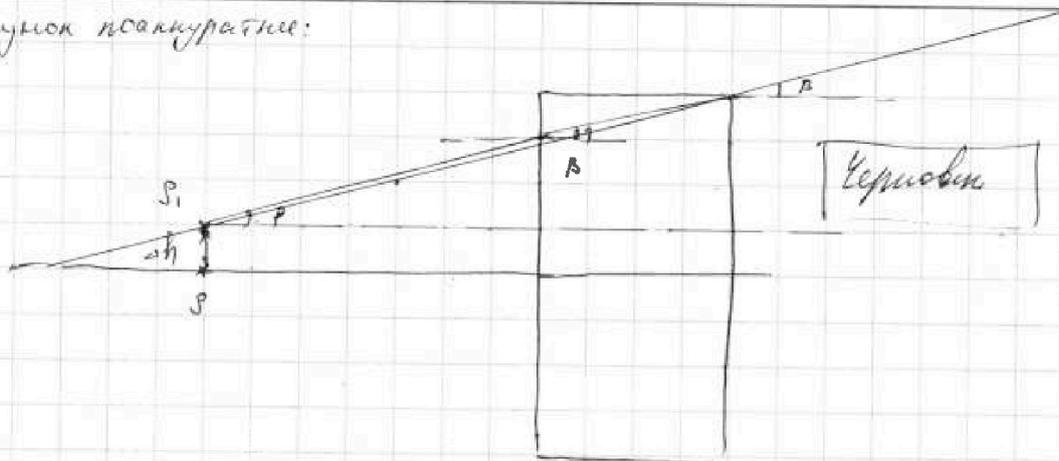
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

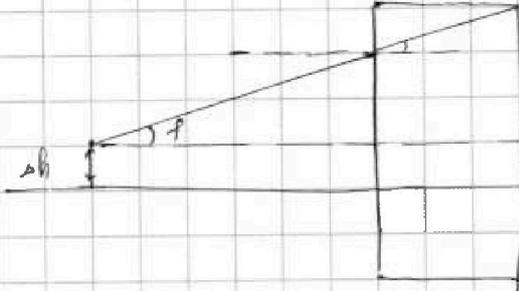
МФТИ

- 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!



Рисунок поворачивается:



Черновик

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

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

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

8 + 8

05