

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

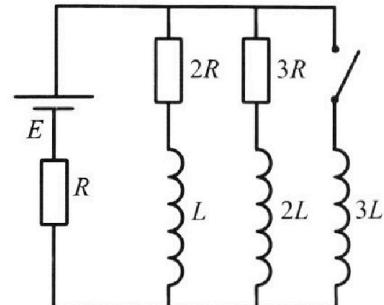


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

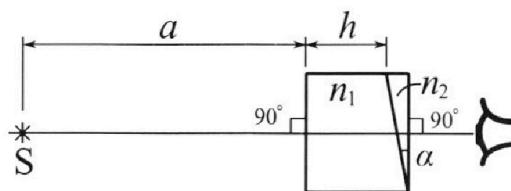
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ 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 $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 194$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.



- 1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



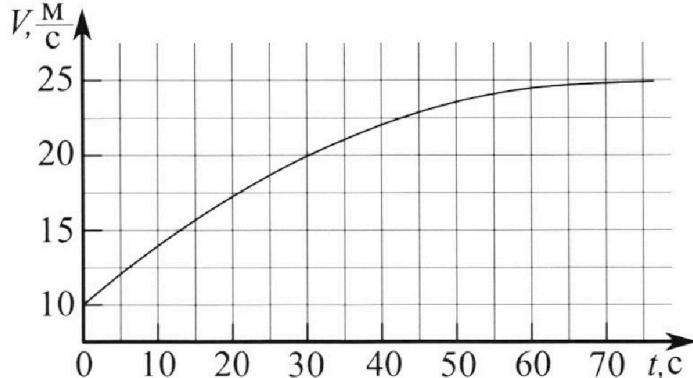
Вариант 11-01

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

1. Автомобиль массой $m = 1800$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.

- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.
- 2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .
- 3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

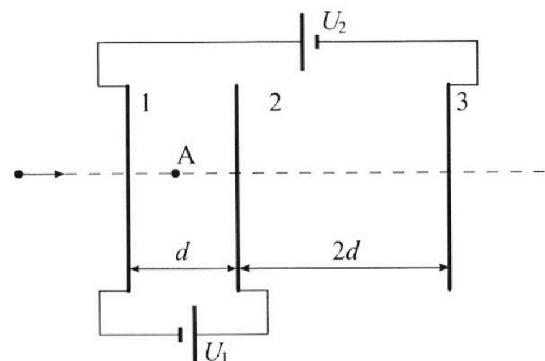


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагревали до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k_{\text{рв}} w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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 объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти о тношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. 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 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

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

Отметьте крестиком номер задачи,

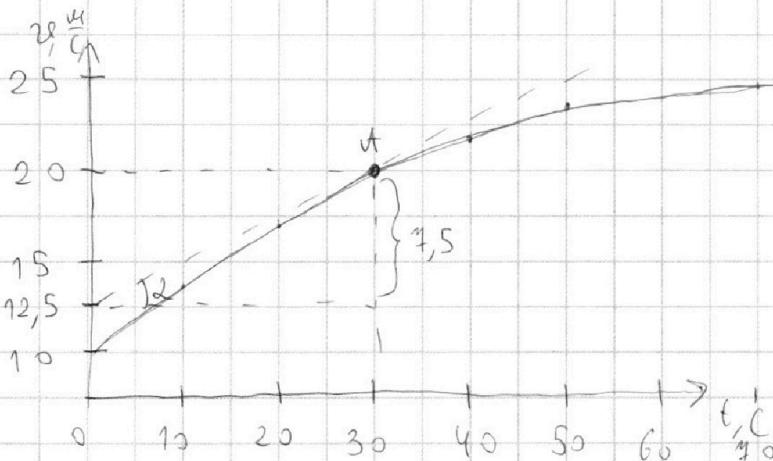
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



Условия: $m = 1800 \text{ кг}$;

$F_K = 500 \text{ Н}$;

$v_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$1) d(v_1) - ?$$

$$2) F_1 (v_1) - ?$$

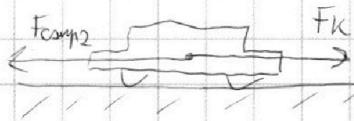
$$3) P_1 (v_1) - ?$$

1) Наклонистый к началу v_1 (линейный) переход с 0 м/с при $v_2 = 12,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Время определения соответствует движению:

$$d(v_1) = t \cdot g = \frac{15 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{12,5 \text{с}} = \frac{15}{25} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{3}{5} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) При $v_2 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ движение становится неизученным, т.е. $d(v_2) = 0$

1. в. 23. Н:

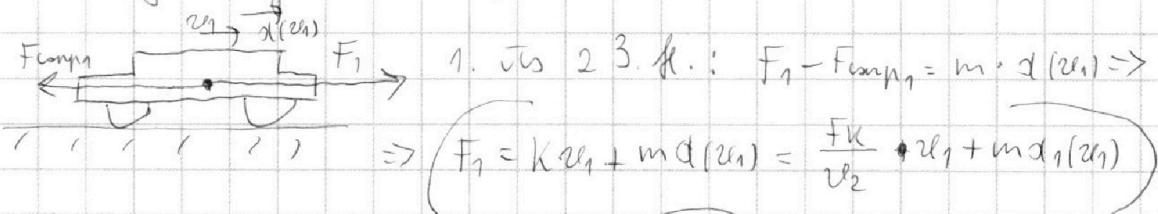


$$F_{\text{норм}2} = F_K; F_{\text{норм}2} = K v_2, \text{ где}$$

K - коэффициент трения
противодействия снаряда \Rightarrow

$$\Rightarrow K = \frac{F_K}{v_2}$$

Проверка изучения движения при $v_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$:



$$F_1 = \frac{500}{25} \cdot 20 + 1800 \cdot 0,6 = 400 + 1080 = 1480 \text{ Н}$$

$$3) \text{ в. } b \text{ определение: } (P_1 = F_1 \cdot v_1 = 1480 \text{ Н} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 29600 \text{ Вт.})$$

Ответ: 1) $d(v_1) = 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) $F_1 = 1480 \text{ Н}$

3) $P_1 = 29600 \text{ Вт.}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\frac{1}{2} \bar{V}, \bar{n}, T_0, p_0 \quad \text{из условия: (V); } T = \frac{5}{4} T_0 = 343 \text{ K;}$$

$$\Delta \bar{n} = k_p \Delta \bar{V}; \quad k = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}};$$

$$RT = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$\frac{1}{4} \bar{V}, T_0, p_0, \bar{n}_0$$

$$1) \lambda = \frac{\bar{V}_1}{\bar{V}_2} - ?$$

$$2) p_0 - ?$$

на II

1) find initial values:

$$\frac{\bar{V}}{5}, \bar{n}, T, p$$

$$\bar{n}_2 = \bar{n}_0 + \Delta \bar{n}; \quad \text{если } \Delta \bar{n} - \text{неизвестно}$$

\bar{n}_0 - исходное значение.

$$\begin{aligned} & p_2 + p_{\text{жидких}} \\ & p_2 + p_{\text{ни}} \\ & T; p_0, \bar{V}_2 \end{aligned}$$

$$\text{уравнение } \Delta \bar{n} = k \cdot p_0 \cdot \frac{1}{4} \bar{V} -$$

6 независимых
уравнений
исключить из уравнения
то есть независимы

II уравнение Менделеева - Капиллярное:

$$\left\{ \begin{array}{l} p_0 \frac{1}{2} \bar{V} = \bar{n}_1 R T_0 \\ p_0 \cdot \frac{1}{4} \bar{V} = \bar{n}_0 R T_0 \end{array} \right. \Rightarrow \begin{array}{l} \bar{n}_1 = \frac{p_0 \bar{V}}{2 R T_0} \\ \bar{n}_0 = \frac{p_0 \bar{V}}{4 R T_0} \end{array}$$

$$\text{Следовательно: } \lambda = \frac{\bar{n}_1}{\bar{n}_2} = \frac{\frac{p_0 \bar{V}}{2 R T_0}}{\frac{p_0 \bar{V}}{4 R T_0} + k p_0 \cdot \frac{1}{4} \bar{V}} = \frac{1}{\frac{2 R T_0}{4 R T_0} + \frac{1}{4} k \cdot 2 R T_0} = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{4} k \cdot \frac{12}{5} \cdot 10^3}$$

$$\text{м.н. } RT = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \Rightarrow \frac{5}{4} R T_0 = p_0 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \Rightarrow R T_0 = \frac{12}{5} \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

Окончательное выражение:

$$\lambda = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{8} \cdot 10^3 \cdot \frac{12}{5} \cdot 10^3} = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{5}} = \frac{10}{3}$$

2) Газы в горле смешиваются в единой точке. Точка - насыщенный газ, давление которого равно при $T = 343 \text{ K}$: $p_{\text{ни}} = p_{\text{насыщ}}$.

2. Однотипный газодинамический закон в начальной точке:

$$\bar{V}_2 = \bar{V} \cdot \frac{11}{5} \bar{V} - \frac{15}{4} \bar{V} = \frac{11}{20} \bar{V}$$

3. Газодинамический закон для газа с коэффициентом $\lambda = p_2 + p_{\text{жидких}}$ при $p_2 = \text{давление в горле}$.

4. Давление горла и смеси

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!

Упрощение

4. Всегда Менделеева - Капиллярный метод:

$$\begin{aligned} \text{усл. 1} & \left\{ \frac{p_1}{5} V = n_1 R T \right. \\ \text{сверху} & \left. \frac{p_1}{5} \cdot \frac{V}{5} = n_1 R T \right\} \Rightarrow \frac{p_1}{5} \cdot \frac{V}{5} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{2}{1} = 2 \Rightarrow \\ \text{усл. 2} & \left\{ p_2 \cdot \frac{11}{20} V = n_2 R T \right. \\ \text{ниже} & \left. \frac{p_2}{20} \cdot \frac{11}{20} V = n_2 R T \right\} \Rightarrow \frac{p_2}{20} = \frac{11}{4} \Rightarrow p_2 + p_{\text{атм}} = \frac{11}{4} p_2 \Rightarrow \\ \Rightarrow p_2 & = \frac{p_{\text{атм}}}{\frac{11}{4} - 1} = \frac{p_{\text{атм}}}{\frac{11}{4} - 1} = \frac{18}{37} p_{\text{атм}} \end{aligned}$$

5. Вывод по упрощению Менделеева - Капиллярный метод заслуживает проверки:

$$\begin{aligned} \left\{ \frac{1}{5} p_1 V = n_1 R \frac{5}{4} T_0 \right. \\ \left. \frac{1}{2} p_0 V = n_1 R T_0 \right\} \Rightarrow \frac{2p_1}{5p_0} = \frac{5}{4} \Rightarrow p_1 = \frac{25}{8} p_0 \Rightarrow p_{\text{атм}} \cdot \left(\frac{18}{37} + 1 \right) = \frac{25}{8} p_0 \Rightarrow \\ \Rightarrow \left(p_0 = \frac{8}{25} \cdot \frac{55}{37} \cdot p_{\text{атм}} = \frac{88}{185} p_{\text{атм}} \right) \end{aligned}$$

Очевидно:
1) $2 = \frac{10}{9}$
2) $p_0 = \frac{88}{185} p_{\text{атм}}$

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

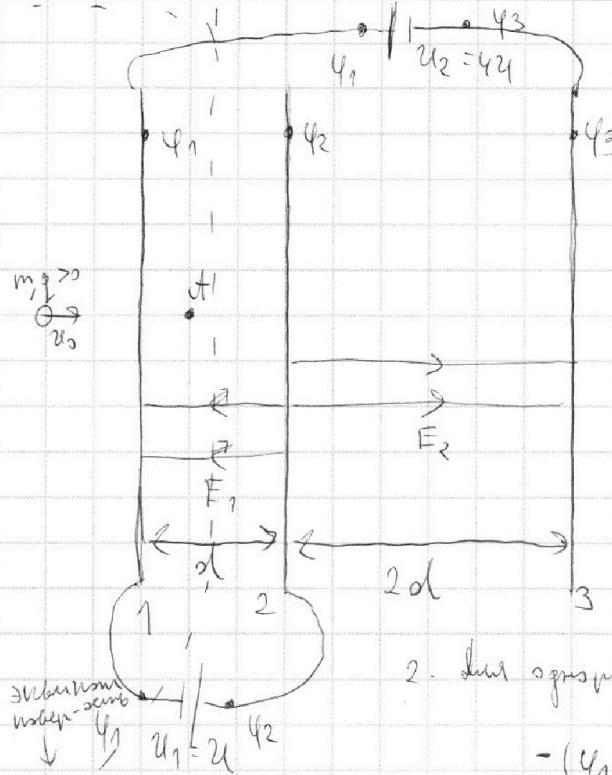
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input 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!



Известно: ①; ②; ③; ④;
 (u_0)

1) $d_{1-2} - ?$

2) $k_1 - k_2 - ?$

3) $\nu \left(\frac{d}{3} \right) - ?$

1) 1. Для пакета:

$$\begin{cases} u_3 - u_1 = u_2 = \underline{u} \\ u_1 - u_2 = -u_1 = \underline{u} \end{cases}$$

2. Для отдельных сил в центре м-у пакетов

$$-(u_1 - u_2) = E_1 \cdot d \Rightarrow E_1 = \frac{-(u_1 - u_2)}{d} = \underline{\frac{u}{d}}$$

3. Для 2.3. пакета: $m d_{1-2} = q E_1 = \frac{q u}{d} \Rightarrow d_{1-2} = \boxed{\frac{q u}{m d}}$

2) Для Запись об изм. кин. энергии:

$$\Delta F_{\text{kin}} = K_2 - K_1 \Rightarrow K_1 - K_2 = -\Delta F_{\text{kin}}$$

$\Delta F_{\text{kin}} = -F_{\text{kin}} \cdot d = -q E_1 \cdot d = -q \underline{u} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{(K_1 - K_2) = -(-q \underline{u}) = q \cdot \underline{u}}$$

3) м.н. массы пакетов не балансируются, т.к. на балансировку не влияют массы. Энергия пакетов должна избирательно м-у балансируемых сил в центре пакетов м-у пакетов 1 и 2: (Прил. Справочник)

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!

Утверждение

2. из 3 (3):

$$\frac{mv_0^2}{2} + q \cdot \psi_{\text{сп}} = \frac{mv^2}{2} + q \cdot \psi_{\text{т}}$$

3. Изменение энергии при этом:

$$\begin{cases} \psi_{\text{сп}} - \psi_1 = E_1 \cdot \frac{1}{2} \alpha l \Rightarrow \text{Через } \psi_{\text{сп}} - \psi_1 = \frac{1}{2} u \\ \psi_{\text{т}} - \psi_1 = E_1 \cdot \frac{1}{3} \alpha l \Rightarrow \psi_{\text{т}} - \psi_1 = \frac{1}{3} u \end{cases} \Rightarrow \psi_{\text{сп}} - \psi_{\text{т}} = \frac{1}{6} u$$

и подставив, получим:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + q \cdot (\psi_{\text{сп}} - \psi_{\text{т}}) = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{1}{6} q u$$

Оставляем излучину:

$$u^2 = v_0^2 + \frac{q u}{3 m} \Rightarrow u = \sqrt{v_0^2 + \frac{q u}{3 m}}$$

$$\text{Давим: 1) } \alpha_{1-2} = \frac{q u}{m \alpha l}$$

$$2) K_1 - K_2 = q u$$

$$3) u = \sqrt{v_0^2 + \frac{q u}{3 m}}$$

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

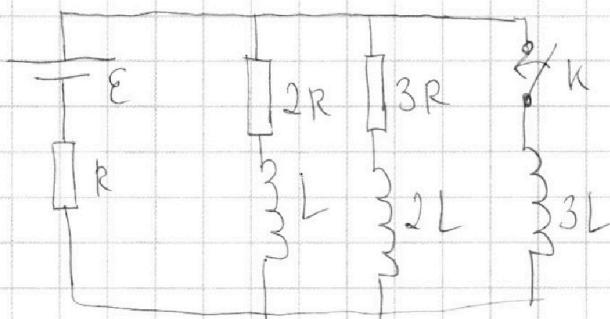
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

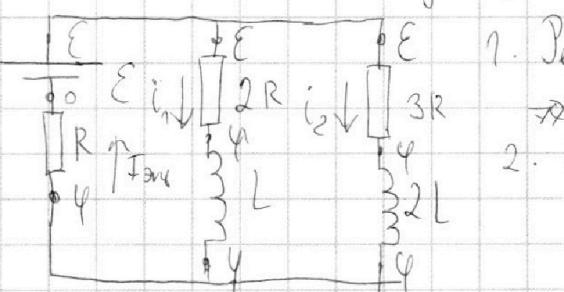


$$1) I_{10} - ?$$

$$2) I_{3L} - ?$$

$$3) i_{2R} - ?$$

1) Рассчитаем токи по замкнутому контуру ($t < 0$):



1. Решим уравнение $\Rightarrow U_L = 0$

$$U_{2L} = 0$$

$$2. \text{ Исп 3(3): } I_{\text{зак}} = i_1 + i_2$$

3. Исп Закон Ома:

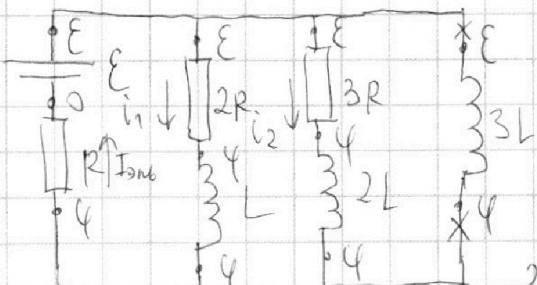
$$\text{Используем закон Ома для ветви } 2R: I_{2R} = \frac{\varphi}{R}; i_1 = \frac{E - \varphi}{2R}; i_2 = \frac{E - \varphi}{3R}$$

4. Используем закон Ома:

$$\frac{\varphi}{R} = \frac{E - \varphi}{2R} + \frac{E - \varphi}{3R} \mid : 6R \Rightarrow 6\varphi = 3E - 3\varphi + 2E - 2\varphi \\ 11\varphi = 5E \Rightarrow \varphi = \frac{5}{11}E$$

$$5. \boxed{I_{10} = i_1 = \frac{E - \varphi}{2R} = \frac{E - \frac{5}{11}E}{2R} = \frac{3E}{11R}}$$

2) Рассчитаем токи сразу после замкнутия контура ($t = 0$):



1. Токи в цепи схемы не изменились
Значит: $i_1 = I_{10} = \frac{3E}{11R}; i_2 = \frac{E - \varphi}{3R} = \frac{2E}{11R} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{5}{11}E$$

$$2) \text{ Используем } 3L: E - \varphi - 3L \cdot I_{3L}(0) \Rightarrow \boxed{I_{3L}(0) = \frac{E - \varphi}{3L} = \frac{E - \frac{5}{11}E}{3L} = \frac{2E}{11L}}$$

Используем закон Ома:

МФТИ

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

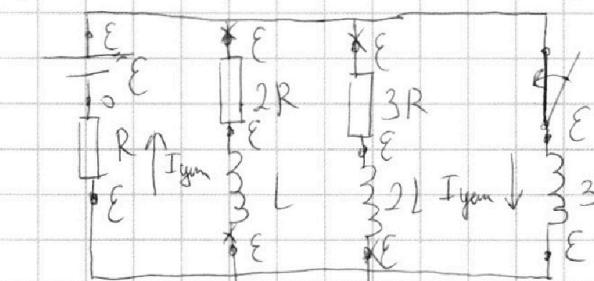
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Графическое

3. Энергия в цепи в этот момент:

$$W(0) = \frac{L i_1^2}{2} + \frac{2 L i_2^2}{2} = \frac{L}{2} \cdot \frac{9 \epsilon^2}{121 R^2} + \frac{2 L}{2} \cdot \frac{4 \epsilon^2}{121 R^2} = \frac{17 L \epsilon^2}{242 R^2}$$

3) Если регуляторы \Rightarrow есть час. решения. Рассмотрим цепь 6
установленных регуляторов ($t = t_{\text{ном}}$):



1. Токи установившись $\Rightarrow I_2 L = 0$

$$I_3 L = 0$$

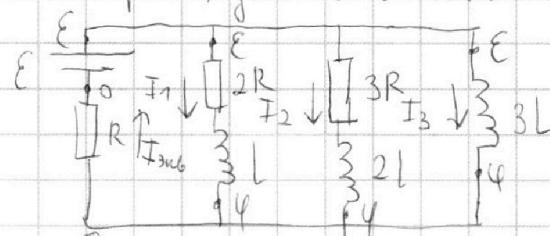
2. Токи на регуляторах $2R$ и $3R$ -
час. Энергия в цепи:

$$W(t_{\text{ном}}) = \frac{3L I_{\text{ном}}^2}{2}, \text{ где } I_{\text{ном}} = \frac{\epsilon}{R} \Rightarrow$$

$$\text{Час. } I_{\text{ном}} = \frac{\epsilon}{3R}$$

$$\Rightarrow W(t_{\text{ном}}) = \frac{3L}{2} \cdot \frac{\epsilon^2}{R^2} = \frac{3L \epsilon^2}{2R}$$

4) В промежуточном изменении:



1. Время, час.:

$$\epsilon - 4 = I_1 2R + L \frac{dI_1}{dt} = 3L \frac{dI_3}{dt} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 I_1 R + L \frac{dI_1}{dt} = 3L \frac{dI_3}{dt} \quad (\star)$$

$$\Rightarrow 2 \underbrace{I_1}_{\frac{dI_1}{dt}} R = 3L dI_3 - L dI_1 \quad (\star)$$

Час. токи в цепи

Продолжим разобрать (*), получим:

$$2 g_{2R} R = 3L \cdot (I_{\text{ном}} - 0) - L \cdot (0 - I_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow g_{2R} = 3L \cdot \frac{\epsilon}{R} + L \cdot \frac{3\epsilon}{11R} \Rightarrow g_{2R} = \frac{18L\epsilon}{11R}$$

$$\text{Очевидно: 1) } I_{10} = \frac{3\epsilon}{11R}$$

$$2) I'_{3L}(t) = \frac{2\epsilon}{11L}$$

$$3) g_{2R} = \frac{18L\epsilon}{11R}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

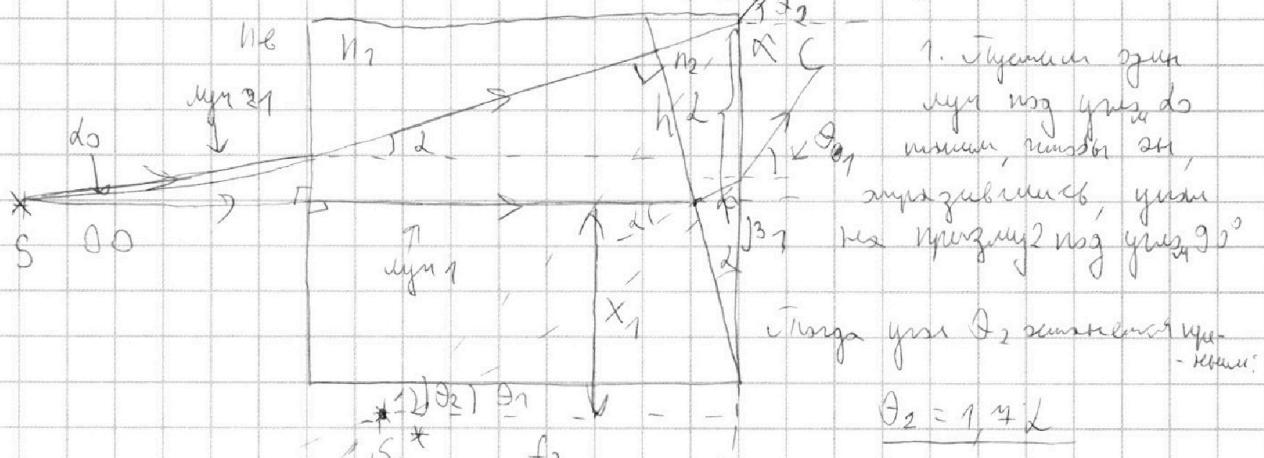
МФТИ



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

Градусник.

3) Глаукоген расстояние между с зеркалом призмы:



2. Для зеркала 1: $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \beta_1 \Rightarrow \beta_1 = \frac{n_1}{n_2} \theta_1$;

$$n_2 \sin \beta_1 = n_2 \sin \theta_1 \Rightarrow \theta_1 = n_2 \beta_1 = n_2 \theta_2 = 1,5 \theta_2$$

? Изменяется трансформация между S и S':

$$l_2 = h \operatorname{tg} \theta_2 = h \cdot 1,5$$

4. Ищем в реальном:

$$f_2 = f_2 \operatorname{tg} \theta_1$$

$$f_2 x_1 + h \cdot 1,5 = f_2 \operatorname{tg} \theta_2$$

изменяется, ищем:

$$f_2 (\theta_2 - \theta_1) = h \cdot 1,5 \Rightarrow f_2 = \frac{h \cdot 1,5}{\theta_2 - \theta_1} = 5 \text{ h} = 45 \text{ см}$$

Глубина падения x_1 : ($x_1 = f_2 \cdot \theta_1 = 5 \text{ h} \cdot 1,5 = 7,5 \text{ h} = 6,75 \text{ см}$)

Ищем расстояние: ($d_{02} = \sqrt{f_2^2 + x_1^2} = \sqrt{45^2 + 6,75^2}$)

Однозначно: 1) $\theta = 0,07 \text{ рад}$

2) $\theta_2 = 14,21 \text{ рад}$

3) $d_{02} = \sqrt{45^2 + 6,75^2}$

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

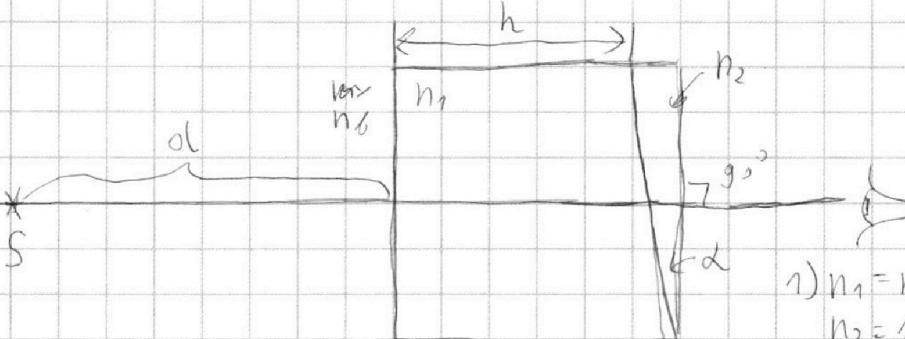
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$$d_1 = 19.9 \text{ см}$$

$$h = 9 \text{ см}$$

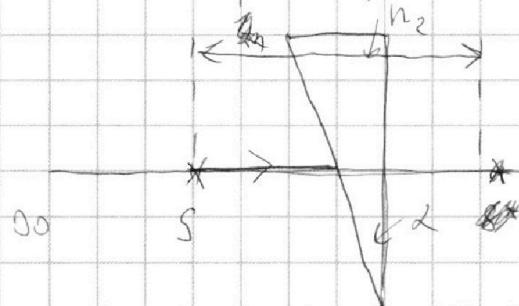
$$d = 91 \text{ см}$$

1) $n_1 = n_6 = n$;
 $n_2 = 1.7$
 $\theta = ?$

2) $n_1 = n_6 = 1$;
 $n_2 = 1.7$; $\theta = ?$

3) $n_1 = 1.5$; $n_2 = 1.7$
 $\theta = ?$

1) Угол падения $n_1 = n_6 = n$ - первый призма
может не рассмотреваться:



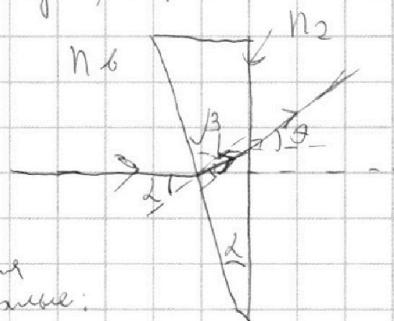
1. Для изображения
нужен дополнительный левый грани -
второй угол, параллельный первому син:

2. Для 3-ий грани:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \beta_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \beta_1 = \frac{1}{n_2} \sin \theta_1, \text{ или, упрощая,}$$

$$\beta_1 = \frac{1}{n_2} \theta_1 = \frac{\theta_1}{1.7}$$



Небольшой угол падения θ_1 из условия задачи: $\theta_1 = 2 - \beta_1 = 2 - \frac{1}{1.7} \theta_1$

Для 3-ий грани:

$$n_2 \sin \theta_2 = n_6 \sin \beta_2, \text{ или } D = n_2 \cdot \theta_2 = 2 \cdot (1.7 - 1) = 0.4 \cdot 2 = 0.8 \text{ рад}$$

2) Рассмотрим угол под углом d , чтобы он был перпендикулярен левой
поверхности ^{одинаковой} грани. При этом: (α - угол скрещивания)



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

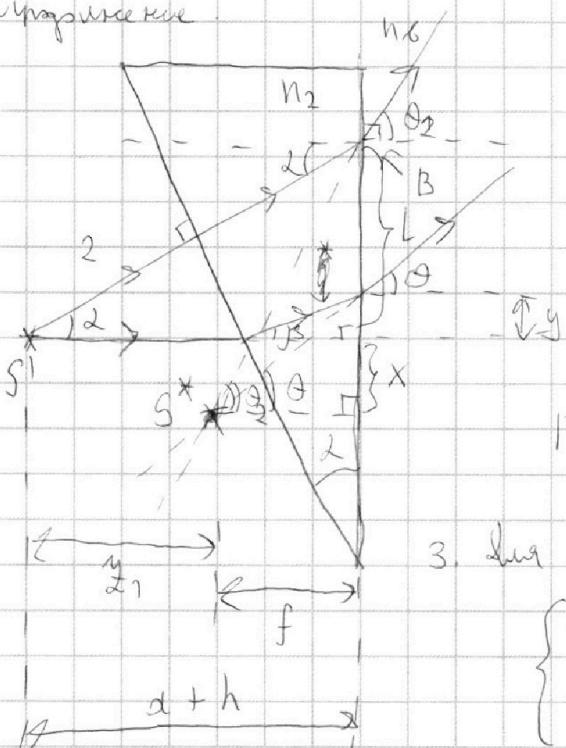
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Утверждение:



1. Гипотеза: любое излучение преломляется
при $\theta \neq 0$.

если $\sin \theta_2 = 1 \cdot \sin \theta_1 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \theta_2 = n_2 \cdot \theta_1 = 1,7 \cdot 2^\circ \Rightarrow \theta = 0,7 \cdot 2^\circ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{Угол падения} (\text{угол преломления})$$

2. Излучение B находится на
расстоянии $L = (a + h) \cdot \tan \theta =$
 $= (a + h) \cdot 2^\circ$ - из условия.

3. Для проекции излучения на плоскость:

$$\begin{cases} f \cdot \tan \theta = x \\ f \cdot \tan \theta_2 = x + (a + h) \cdot 2^\circ \end{cases}$$

Избавившись от x , получим: $f \cdot 1,7 \cdot 2^\circ = f \cdot 0,7 \cdot 2^\circ + (a + h) \cdot 2^\circ \Rightarrow$
 $\Rightarrow f = (a + h) \Rightarrow \frac{x}{2^\circ} = (a + h) - f = (a + h) - (a + h) = 0$ -

- Изображение излучения на плоскости задано условием с избытком.

4. И.к. B - излучение и излучение падает на зеркало, нет
преломления величины y . (ан. задачи) $[y \rightarrow 0]$

5.

Тогда расстояние от y до B и U : $\frac{y}{2^\circ} = x$; где $x = f \cdot \tan \theta \Rightarrow$

$$\Rightarrow \left(\frac{y}{2^\circ} = f \cdot \tan \theta = (a + h) \cdot 0,7 \cdot 2^\circ \right)$$

$$\frac{y}{2^\circ} = \frac{7}{100} \cdot (134 + 3) = (14,21 \text{ см})$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

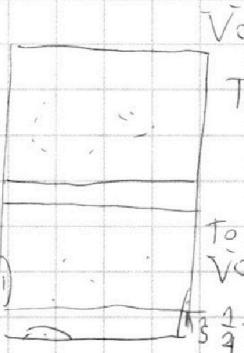
МФТИ

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



$$F_{\text{силы}} = k \cdot x$$

$$P_1 = F_1 \cdot x_1, \quad \frac{7,5}{12,5}^2 - \frac{15}{25} = \frac{3}{5} = 0,6$$



$$\Delta V = k \rho \Delta T$$

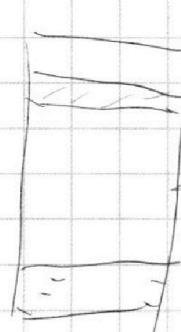
$$4S^2 + 6,25S^2$$

$$1800 \cdot \frac{6}{10} = 600 + 480 = 1080$$

$$\frac{4S}{4S} \cdot 12025$$

$$\frac{482}{45}$$

$$V - \frac{1}{5}V - \frac{1}{6}V = \frac{1200}{620} - 4 - 5 = \frac{11}{20}V$$



$$\frac{1}{5}V; \Delta V; p; T$$

$$p_{\text{атм}} \cdot \frac{11}{20}V = \frac{1}{n}RT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n} = p_{\text{атм}} \cdot \frac{11}{20}V / RT$$

$$p \cdot \frac{4}{5}V = \frac{1}{n}RT$$

$$f_2 \cdot \varphi_1 + h_2 = f_2 \varphi_2$$

$$p_2 \cdot \frac{11}{20}V = \frac{1}{n}RT$$

$$f_2 (\varphi_2 - \varphi_1) = h_2$$

$$\frac{p}{p_2} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{20}{11} \cdot \frac{11}{12} \Rightarrow p = \frac{11}{4} \cdot 2 \cdot p_2 \quad f_2 = \frac{h_2}{0,2k}$$

$$\frac{1}{5}pV = \frac{1}{n}R \frac{S}{4}T_0$$

$$p_2 + p_{\text{атм}} = \frac{11}{4} \cdot 2 \cdot p_2 \Rightarrow p_2 = \frac{11}{1- \frac{11}{4}} \cdot p_2$$

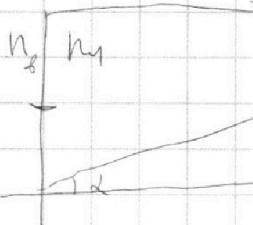
$$\frac{1}{2}p_0V = \frac{1}{n}RT_0$$

$$\frac{55}{12} - 1 = \frac{8}{12}$$

$$\frac{2p}{5p_0} = \frac{5}{4} \Rightarrow p = \frac{25}{8}p_0$$

$$\frac{12}{5}$$

$$\frac{11}{4} \cdot \frac{20S}{3} = \frac{55}{12} \cdot \frac{16S}{18} = \frac{55-12}{12}$$



$$\frac{18}{34} p_{\text{атм}} + p_{\text{атм}} = \frac{25}{8} p_0$$

$$\frac{34}{12}$$

$$\frac{25}{34} p_0 = \frac{55}{34} \cdot \frac{8}{25} p_0$$

$$\frac{55}{12}$$

$$34 \cdot 5 = 18S$$

$$p_2 = \frac{25}{185} p_{\text{атм}}$$

$$\sin \lambda_0 = n_1 \sin \lambda \Rightarrow \lambda_0 = \lambda \cdot \frac{n_1}{n_2} = \frac{3}{4} \cdot 9 = \frac{27}{4} \text{ cm}$$

$$6,75 \cdot 4 =$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

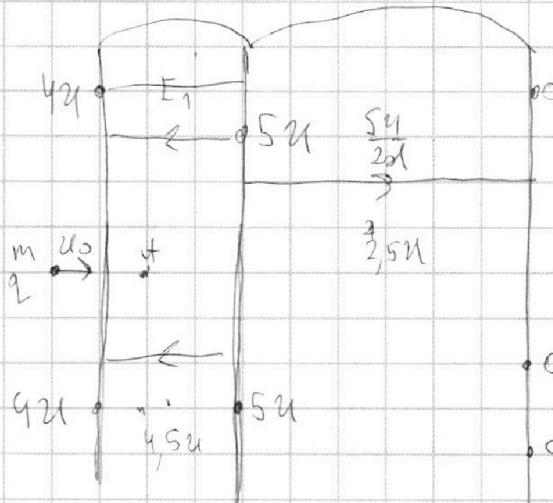
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$F = \frac{5}{2} \frac{u}{d}$$

$$\frac{F}{100} \cdot 203$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\frac{1421}{100} = 14,21 \text{ Н}$$

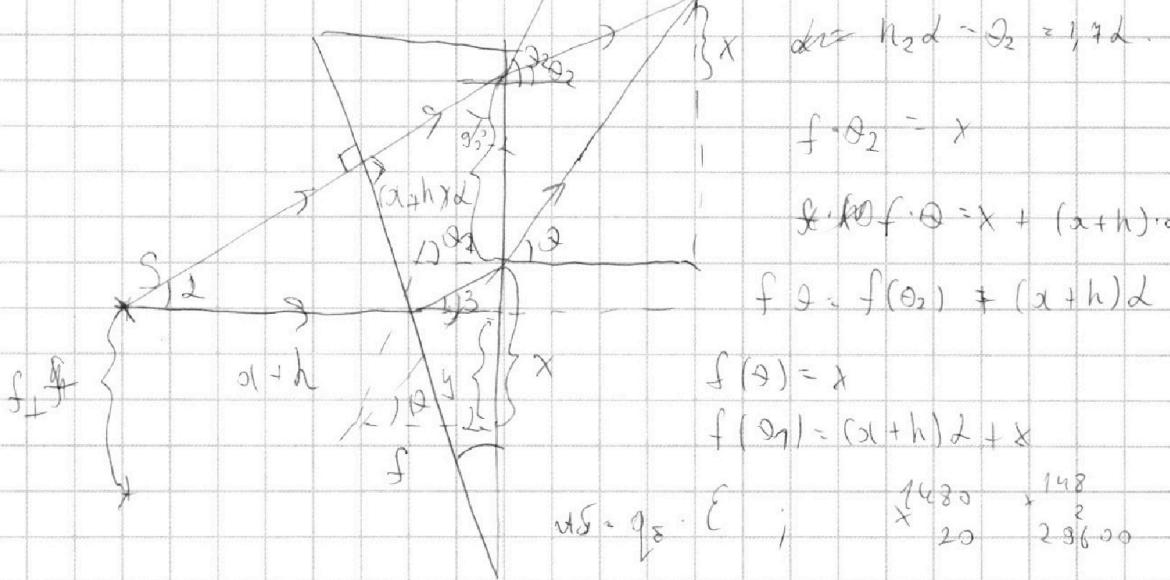
$$5u - 4u = d \Rightarrow F_1 = \frac{u}{d}$$

$$F_2 = \frac{5u}{2d} = 2,5 \frac{u}{d}$$

$$m_a = q E_1 \quad 14 \frac{9}{2} - \frac{13}{3} = 27 - 26 \\ x = \frac{q u}{m d} \quad 4 \frac{1}{3} \cdot \frac{13}{3}$$

$$\frac{1}{2} u_{3x} = h_2 - h_1 \rightarrow h_1 - h_2 = q u \cdot q E_1 \cdot d$$

$$2 \frac{2}{3} \cdot \frac{u}{m d} = u_0 - u_1 \rightarrow 26 - 20 = \frac{2924}{3m}$$



$$f \cdot \theta_2 = x$$

$$f \cdot \theta_1 + f \cdot \theta_2 = x + (x+h) \cdot d$$

$$f \cdot \theta_1 + f(\theta_2) \neq (x+h) \cdot d$$

$$f(\theta) = x$$

$$f(\theta_1) = (x+h) \cdot d + x$$

$$m \ddot{x} = q \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{1480}{20} + \frac{148}{29600} \right)$$

$$i_{12} R + L \frac{d i_1}{dt} = q E = W_2 - W_1 + Q$$

$$i_{12} R + 2L \frac{d i_1}{dt} = i_{12} 3R + 2L \frac{d i_1}{dt} \cdot dt$$

$$2q_1 R + L \frac{d i_1}{dt} = 3q_2 R + 2L \frac{d i_2}{dt}$$

$$\frac{d^3}{2} \frac{d^2}{3} = \frac{d}{6}$$

$$\frac{m u^2}{2} + \frac{q^2}{8} q_2 u = \frac{m u^2}{2} + \frac{1}{3} q_2 u$$

$$2q_2 R + L \frac{d i_2}{dt} = 3L \frac{d i_3}{dt}$$

$$2q_2 R R = 3L \left(\frac{d i_3}{dt} - 0 \right) - L$$

$$(0-0)$$

$$\frac{m u^2}{2} = \frac{m u_2^2}{2} + \left(\frac{q_2}{2} - \frac{1}{3} q_3 \right) q_2 u$$

$$\frac{m u^2}{2} = \frac{m u_2^2}{2} + \frac{2q_2 - 2}{6} q_2 u$$