



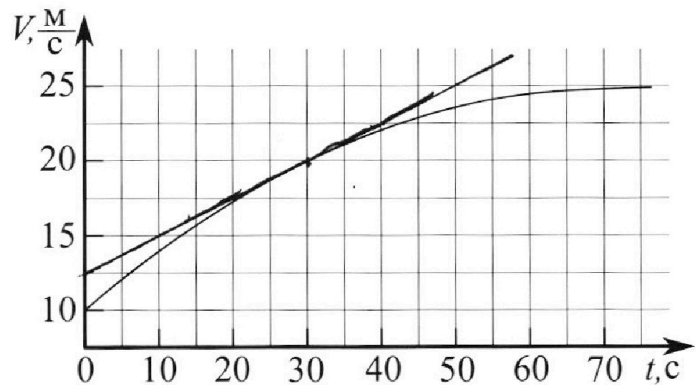
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

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



✓ 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.



✓ Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $v_1 = 20$ м/с.

✓ Найти силу тяги F_1 при скорости v_1 .

✓ Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости v_1 ?

Требуемая точность числового ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

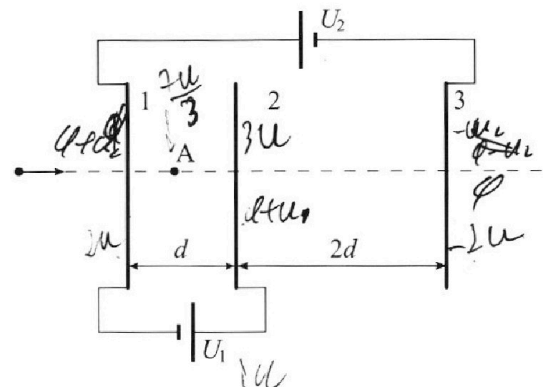
✓ Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделен тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный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

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn растворенного газа в объеме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. Объем 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 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 начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

✓ 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.



✓ Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.

✓ Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.

✓ Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $d/3$ от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01



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

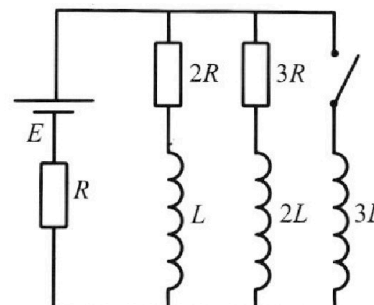
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.

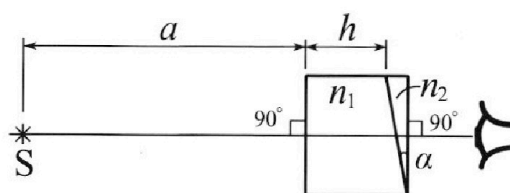
Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.

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.



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.

$$\frac{9}{165} = \frac{9}{3} = 3$$

$$\frac{5 \cdot 6}{17 \cdot 5} = 1,176$$

$$100 \cdot \frac{2}{100} = 2$$

$$1 - \frac{5}{17} = \frac{12}{17}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

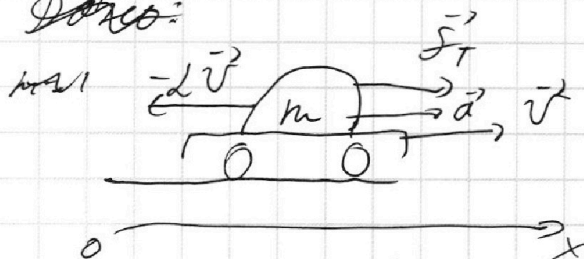
МФТИ

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

Задача 17

Решение

Дано:



из графика

не можно заметить
заметим, что

со временем скорость стремилась

к значению $v_{уст} = 25 \frac{м}{с}$, а значит,

это будет установившееся состояние,
где $F_k = 500 Н$, тогда в этом

случ. нет ускорения машины a равно
0. из II закона Ньютона в проекции

на Ox : $F_T - L v_{уст} = 0$, где L - коэффициент
пропорциональности, между силой
сопротивления воздуха и скоростью
в формуле $\vec{F}_c = -L\vec{v}$, тогда $F_T = L \cdot v_{уст} \Rightarrow$

$$\Rightarrow L = \frac{F_T}{v_{уст}} = \frac{500 Н}{25 \frac{м}{с}} = 20 \left(\frac{Н}{\frac{м}{с}} \right)$$

Поскольку ускорение машины a -

это $a = \frac{dv}{dt}$, но из графика $v(t)$ при

$$скорости v , $\frac{dv}{dt} \approx \frac{2,5 \frac{м}{с}}{10 с} = 0,25 \left(\frac{м}{с^2} \right) \Rightarrow$$$

$$\Rightarrow a = 0,25 \left(\frac{м}{с^2} \right) \text{ при скорости } v = 20 \frac{м}{с}$$

$\left(\frac{dv}{dt} \approx \frac{2,5 \frac{м}{с}}{10 с} \right)$, так как за 10 сек скорость увеличивается
на касательной
приблизительно на $2,5 \frac{м}{с}$

Мат 1 из 11

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!

2) Когда из II З.Н. в хвосте машины координаты скорости $v_1 = 20 \frac{м}{с}$; $F_1 - \Delta v_1 = ma \Rightarrow$

$$\Rightarrow F_1 = \Delta v_1 + ma = 400 Н + 1800 кг \cdot 0,25 \frac{м}{с^2} = \\ = 400 Н + 450 Н = 850 (Н)$$

3) Когда мощность передваемая от двигателя на ведущие колеса равна

$$P_1 = F_1 \cdot v_1 = 850 Н \cdot 20 \frac{м}{с} = 17000 (Вт) = 17 (кВт)$$

Ответ: 2) ускорение автомобильное при скорости $v_1 = 20 \frac{м}{с}$ равно $a = 0,25 \frac{м}{с^2}$;

$$3) F_1 = 850 Н ; 3) P_1 = 17 кВт.$$

лист 2 из 18

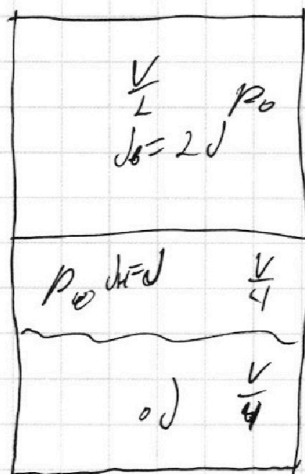
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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



Задача №2

Решение:



Сила кон
 $T = \frac{5}{4} T_0 \Rightarrow T_0 = \frac{4}{5} T$
 нормальным

содержит на две части, то
 объем газа в верхней
 части $\frac{V}{2}$; а нижней
 части $\frac{V}{4}$ $\frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$, так
 как объем $\frac{V}{4}$ занимает
 вода

из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu R T_0 = \nu R \cdot \frac{4}{5} T$, где $\nu = \frac{5 p_0 V}{16 R T_0}$ — количество газа в

нижней части, а p_0 — начальное давление
 газа в смеси, тогда в верхней части
 $\frac{V}{2}$ — газа, тогда $p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu R T_0 \Rightarrow 2 \nu R T_0 = \nu R T_0$
 $\Rightarrow$ в верхней части $\frac{V}{2}$ — газа. а сила

в воде растворяется $\nu = k p_0 \cdot \frac{V}{4}$ из закона
 Генри $\nu = k p_0 \cdot \frac{V}{4}$ уменьшения газа.

И когда смесь нагреют до температуры
 $T = 373 \text{ K} = 100^\circ \text{C}$ давление насыщенных
 паров может равно $p_{\text{атм}}$

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!



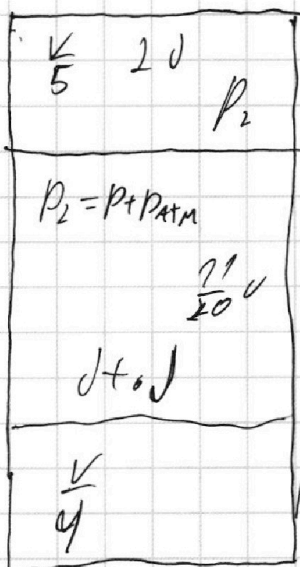
При ~~до~~жимании
мембраны температуры $T = 373 \text{ K}$

Тогда газ
под поршнем

будет занимать

объем V_2

$$V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V$$



Значит P_2 — давление газа
в верхней камере, тогда

$$P_2 = P + P_{\text{атм}} \text{ где } P -$$

нормальное давление

уменьшенного газа в
нижней камере.

Таким образом в

нижней камере будет давление P_2 газа

$$\text{того же верхнего газа } P_2 \cdot \frac{V}{5} = 2J \cdot RT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_2 \cdot \frac{V}{5} = 2 \cdot \frac{5P_0 V}{16} \Rightarrow P_2 = P_0 \cdot \frac{25}{8}$$

где уменьшенного газа в нижней камере

$$10 \cdot \frac{11}{20} V = (J + 0J) RT = JRT + 0JRT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P \cdot \frac{11}{20} V = \frac{5P_0 V}{16} + K P_0 \frac{V}{4} \cdot RT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P \cdot \frac{11}{20} = \frac{5}{16} P_0 + \frac{K}{4} RT P_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P \cdot \frac{11}{20} = \frac{5}{16} P_0 + \frac{P_0}{4} \cdot \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

Страница 77 из 8

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!

$$P_{10}^{11} = \frac{5}{16} P_0 + \frac{P_0}{4} = \frac{5}{16} P_0 + \frac{4}{16} P_0 = \frac{9}{16} P_0$$

$$P = \frac{10}{11} \cdot \frac{9}{16} P_0 = \frac{5 \cdot 9}{11 \cdot 4} P_0 = \frac{45}{44} P_0$$

$$\text{Поскольку } P_2 = P + P_A \Rightarrow \frac{25}{8} P_0 = \frac{45}{44} P_0 + P_A$$

$$\Rightarrow P_A = P_0 \left(\frac{25}{8} - \frac{45}{44} \right) = P_0 \left(\frac{25 \cdot 11}{88} - \frac{90}{88} \right) = P_0 \left(\frac{275}{88} - \frac{90}{88} \right)$$

$$\Rightarrow P_A = \frac{185}{88} P_0 \Rightarrow P_0 = \frac{88}{185} P_A$$

Из начала решения $\frac{J_6}{J_H} = \frac{2J}{J}$, где

J_6 - количество газа в верхней части сосуда, а J_H - количество газообразного CO_2 до нагревания сосуда

Ответ: 1) Вспомогательное кол-во газа в CO_2 в газообразном состоянии в верхней (6) и нижней (H) частях сосуда равно

$$\frac{J_6}{J_H} = 2 \quad 2) \text{ начальное давление в}$$

сосуде перед нагреванием $P_0 = \frac{88}{185} P_A$, где

P_A атмосферное давление.

Страница 1 из 1

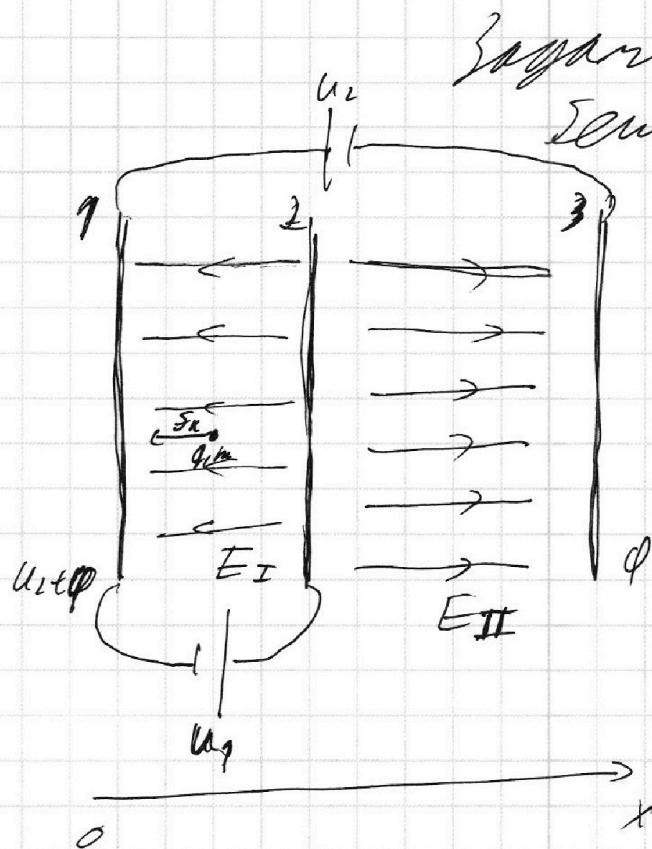
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1) Пусть потенциалы
3 проводников
равны ϕ, ϕ, ϕ ,
тогда потенциал

$$\phi_1 = U_2 + \phi,$$

а потенциал
2 проводника

$$\phi_2 = \phi + U_2 + U_3,$$

тогда $dE_I = \phi + U_1 + U_2 - U_2 - \phi = U_1 \Rightarrow E_I = \frac{U_1}{d}$ -
поле между проводниками 2 и 1 (направлено
от 2 к 1). $2d E_{II} = \phi + U_1 + U_2 - \phi = U_1 + 4U_1 = 5U_1 \Rightarrow$

$$\Rightarrow E_{II} = \frac{5U_1}{2d} - \text{поле в между 2 и 3 проводниками}$$

(направлено от 2 к 3). Тогда на зарядку
в области между U_2 действует сила $E_I q$,
тогда из II закона Ньютона:

$$|a| = q E_I \Rightarrow |a| = \frac{q}{m} \frac{U_1}{d} - \text{модуль ускорения}$$

действующей на зарядку в нп пространстве

между 1 и 2

[мем 12 из 18]

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

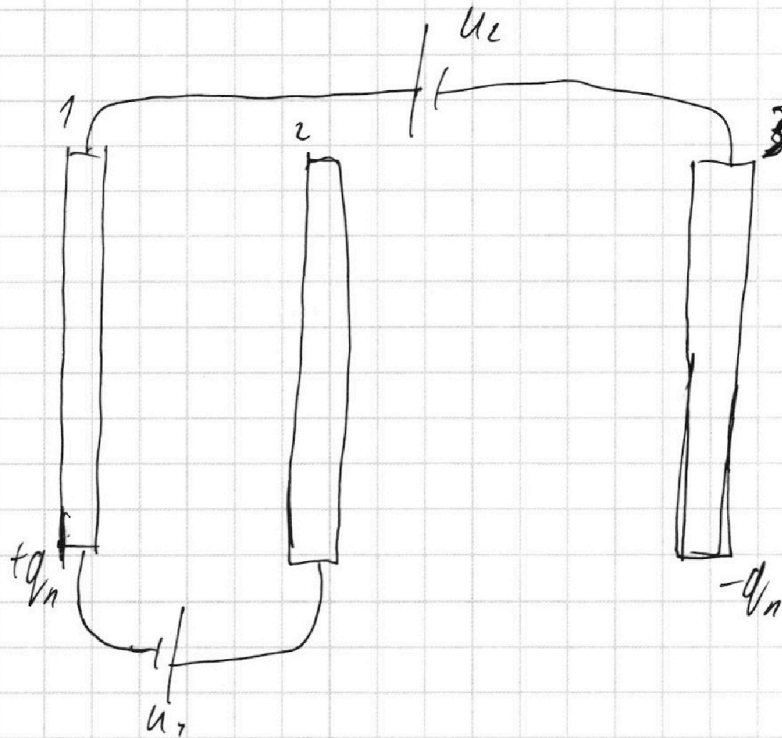
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

2) Из-за из закона сохранения
энергии $K_1 - K_2 + q(\varphi + U_1 + U_2) - q(\varphi + U_2) = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow K_1 - K_2 = -q \cdot U_1 = -qU$ - разность
кин. энергии частицы при прохождении через
1-ую сетку (K_1) и 2-ую сетку (K_2)

3)



Очевидно,
что
плоскость 2
зарядена
положительно,
так как
из неё
исходит
поле,

точно так же
она имеет

и 3-ю плоскость,

так как, то на левой стороне будет заряд $+qn$,
плоскости?

а на правой стороне 3-я плоскость $-qn$ ($qn > 0$).

Точно так же, как и плоскости 1 и 2, так же,
то заряды

Александр 13.08.18
Старин

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!

но на заряде правее левой стороны 1
плоскости, но левее нулевой ~~плоскости~~ ^{стороне}
плоскости не будем создавать
поле снаружи, а заряды его будем
создавать только $+q$ и $-q$ заряды.
Тогда становится очевидно, что
из этих симметрии потенциала 1 плоскости
(1) должен быть равен ~~нулю~~ ^{линии} потенциалу
3 плоскости (3), но есть $\varphi_3 = -\varphi_1$

$\varphi = -(\varphi + u_1)$ $\varphi = -\varphi - u_1 \Rightarrow 2\varphi = -u_1 \Rightarrow \varphi = -\frac{u_1}{2}$,
тогда потенциал 1 плоскости $\varphi_1 = 2u_1$.

Тогда потенциал в Т. А. равносильное
 $\frac{d}{3}$ от плоскости 1 равен $\varphi_A = \varphi_1 + \frac{d}{3} E_1 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \varphi_A = 2u_1 + \frac{d}{3} \cdot \frac{u_1}{d} = 2u_1 + \frac{u_1}{3} = \frac{7u_1}{3}$. Из

закона сохранения энергии:

$$\frac{mv_0^2}{2} = q\varphi_A + \frac{mv_A^2}{2}, \quad \text{где } v_A - \text{ скорость}$$

частицы в Т. А.

Страница 14 из 18

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!

$$m v_0^2 - 2q\varphi_A = m v_A^2 \Rightarrow v_0^2 - \frac{2q}{m} \cdot \frac{7u}{3} = v_A^2$$

при $v_0^2 < \frac{14qu}{3m}$ ~~решения нет~~

даемому q_0 м. А

при $v_0^2 \geq \frac{14qu}{3m}$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{14qu}{3m}}$$

Ответ: 1) $|a| = \frac{qu}{md}$; 2) $K_1 - K_2 = -qu$;

3) $v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{14qu}{3m}}$, при $v_0 \geq \sqrt{\frac{14qu}{3m}}$.

Страница 15 из 18

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

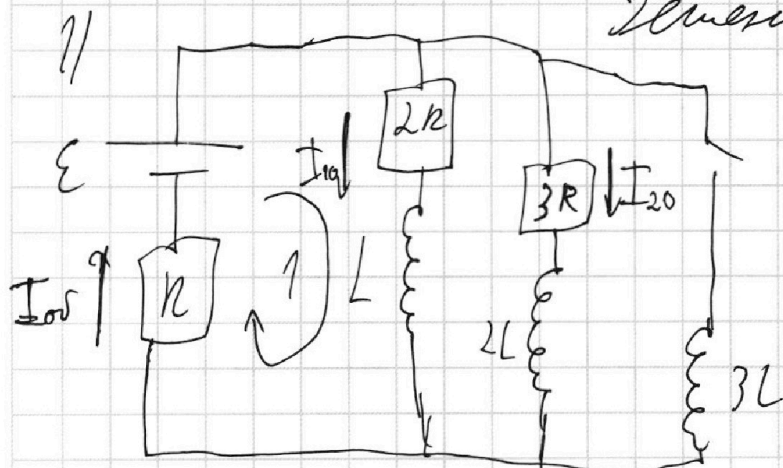
МФТИ

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



Задача №4

Решение:

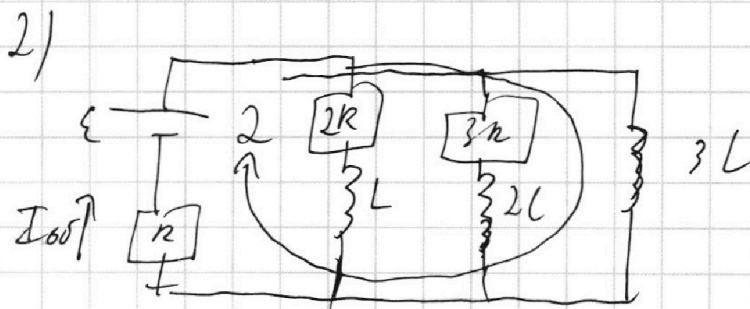


I_{00} - ток
к генератору
через
форматор
 I_{20} - ток
через $3R$.

Ток как в замкнутом режиме
катушки - проводники, но ~~отсутствует~~
сопротивление цепи ~~показываемой~~
к генератору равно $R + \frac{2R \cdot 3R}{2R + 3R} = R + \frac{6R}{5} =$
 $= \frac{11R}{5} \Rightarrow I_{00} = \frac{E}{\frac{11R}{5}} = \frac{5E}{11R}$. По II правилу
микрометра для 1 контура:

$$E = 2R \cdot I_{10} + R \cdot I_{00} \Rightarrow 2R I_{10} + 2R I_{10} = E - R \cdot \frac{5E}{11R}$$

$$4R I_{10} = \frac{3E}{11} \Rightarrow I_{10} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$$



ММ 9 из 18

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

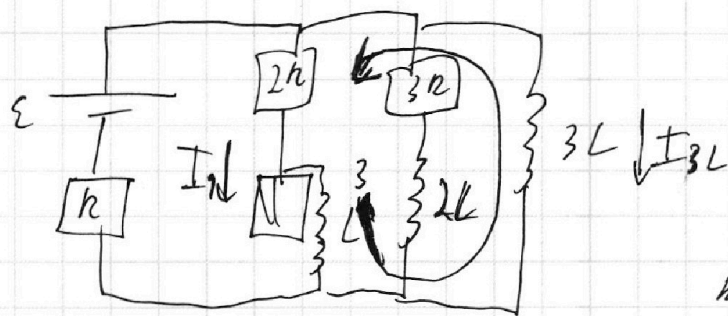
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Если как сразу после замыкания
ключа ток в катушке $3L$ не начал
повышаться, а распределение тока в цепи
осталось тем же, то через фемперфо
мером ток не ток $I_{00} = \frac{5\varepsilon}{11R}$, тогда
по II правилу Кирхгофа для 2 контура

$\varepsilon - 3L \frac{dI_{3L}}{dt} = I_{00}R$, где I_{3L} - ток текущий
через катушку $3L$, тогда $\frac{dI_{3L}}{dt}$ - это скорость
изменения тока в катушке $3L$

$$\varepsilon - \frac{5R\varepsilon}{11R} \cdot R = 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} \Rightarrow \frac{6\varepsilon}{11} = 3L \frac{dI_{3L}}{dt} = 1$$

$\Rightarrow \frac{dI_{3L}}{dt} = \frac{2\varepsilon}{11L}$ 3) Пусть I_0 - ток через
катушку L_0 . В этот
самый момент



время t времени
установится и
в катушке $3L$
превратится в

проводник, и значит напряжение на
резисторе будет 0, и $UI_0 = 0$, а тогда
 $I_{3L} = \frac{\varepsilon}{R}$, то через самый малый ток
в времени

ММ 20 из 18

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!



Задача II таблицы вариантов для
варианта 3:

$$3L \frac{dI_{3L}}{dt} - L \frac{dI_1}{dt} = 2I_1 R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3L dI_{3L} - L dI_1 = 2RI_1 dt, \text{ по } dI_1$$

$dq_{2k} = I_1 dt$ - заряд прошедший через резистор

$$2R \int_0^{\frac{\varepsilon}{R}} 3L dI_{3L} - \int_{\frac{\varepsilon}{R}}^0 L dI_1 = 2R dq_{2k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3L \left(\frac{\varepsilon}{R} - 0 \right) - L \left(0 - \frac{3\varepsilon}{11R} \right) = 2R \cdot q_{2k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3L\varepsilon}{R} + \frac{3\varepsilon L}{11R} = 2R q_{2k} \Rightarrow q_{2k} = \frac{3L\varepsilon}{2R^2} + \frac{3\varepsilon L}{22R^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_{2k} = \frac{3\varepsilon L}{2R^2} \left(\frac{11}{11} + \frac{1}{11} \right) = \frac{3\varepsilon L}{2R^2} \cdot \frac{12}{11} = \frac{18}{11} \frac{\varepsilon L}{R^2}$$

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{3}{11} \frac{\varepsilon}{R}$; 2) $\frac{dI_{3L}}{dt} = \frac{3\varepsilon}{11L}$;

3) $q_{10} = \frac{18}{11} \frac{\varepsilon L}{R^2}$

ММ 11 vs 18

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!

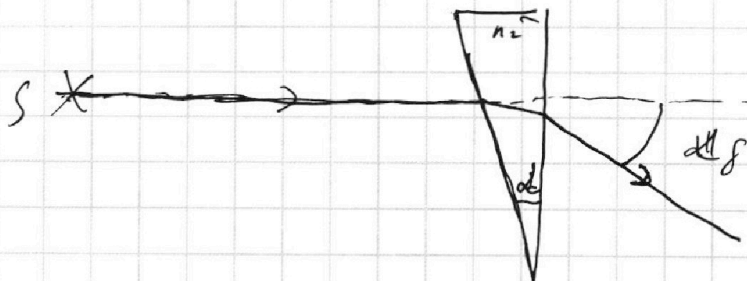
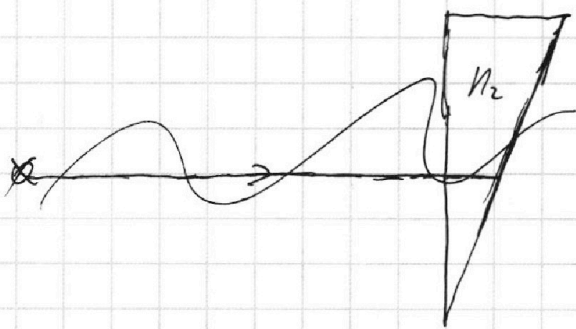


Задача №5

1)

Решение:

Если угол как $n_1 = n_2 = 1$, то лучи не испытывают преломления при переходе через клин n_1 , тогда можно его убрать и оставить только клин n_2 .



Угол как угол

угла клина
преломления,
тогда изменение
угла на который
отклоняется
луч можно
выразить формулой
момента клина,

$$\text{тогда } \delta = n_2(n_2 - 1) = 1,7(1,7 - 1) = 1,7 \cdot 0,7 = 1,19 \text{ рад}$$

2) Зная это найдём как смещается изображение относительно источника при прохождении через ~~то~~ лучей через тонкий клин (формула по порядку приближения n).

Мот 3 из 18

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

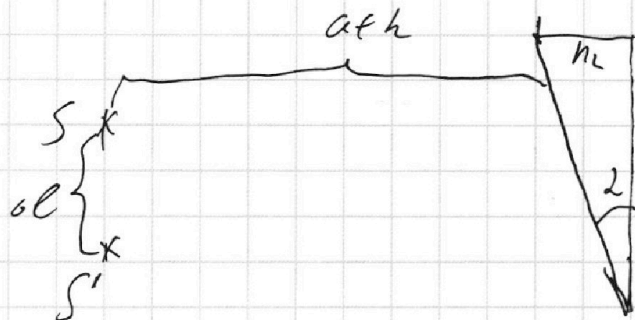
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



$$o\ell = \ell \cdot \delta = \ell \cdot 2(n-1)$$



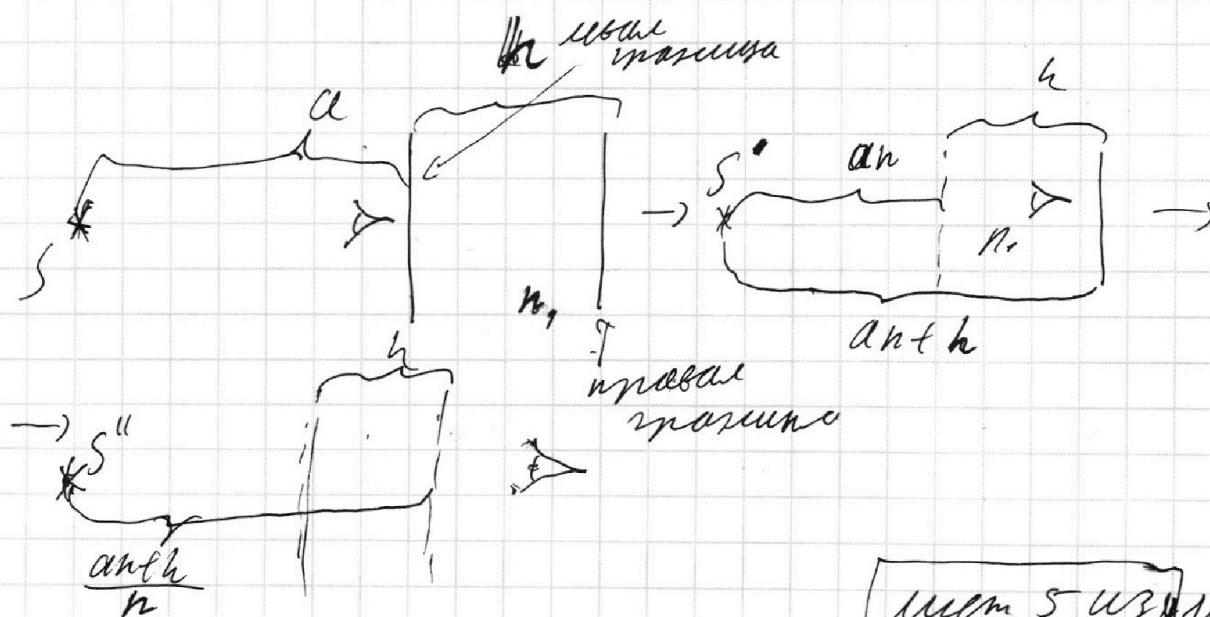
в пункте 2
 $a \cdot n = n_1$
 $\ell = a + h$, тогда
изображение
сметанные вниз
на величину

$$o\ell = (a+h) \cdot 2(n-1) =$$

$$\Rightarrow o\ell = (1996 + 96) / 0,1(1,7-1) = 2036 \cdot 0,07 =$$

$= 142,12$ (мм), тогда расстояние между
изображениями S и S'
помогает видеть глаз равно $o\ell \approx 14,21$ см

3) рассмотрим меньшее изображение
в поперечной плоскости при помощи
 δ и h



мем 5 уз 18

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

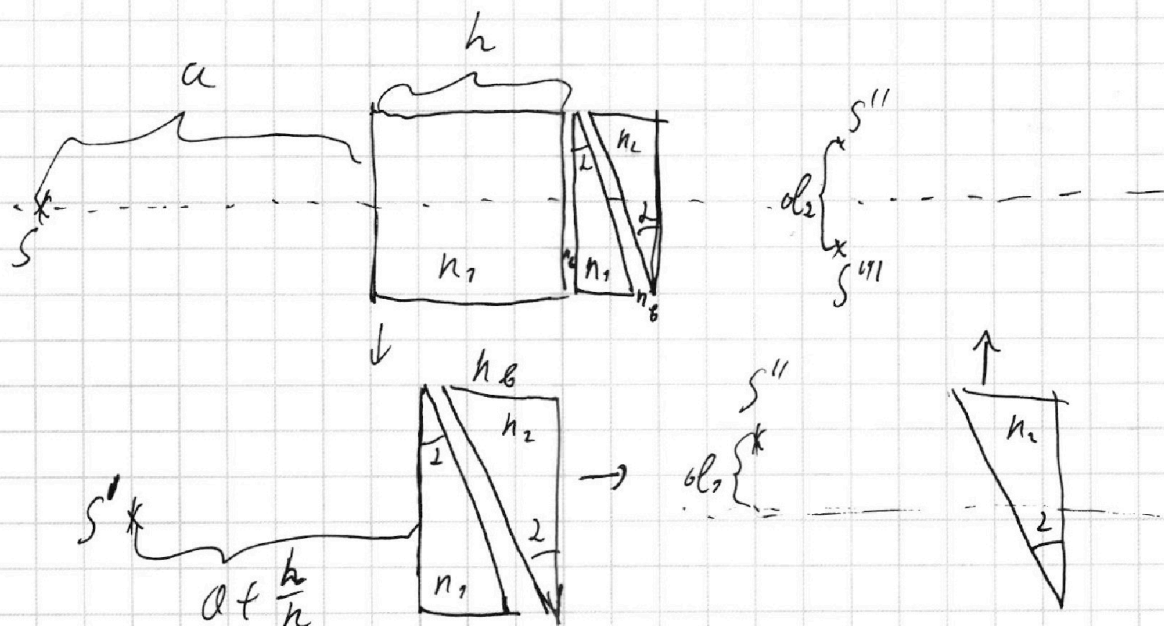
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

В начале изображения ~~на~~ ^{помогает} ~~на~~ ^{на} ~~расстояние~~
на расстоянии a от левой границы,
если наблюдатель нарисует внутри
плиты, то известный факт, то, что
луч будет казаться, что изображение
 S' находится на расстоянии a и
от левой г. или же на расстоянии $a+h$ от
правой границы. Точнее вытаскивая
наблюдателя из плитки через правую
границу, тогда менее изображение S''
изображение S' будет находится на
расстоянии $\frac{a+h}{h} = a + \frac{h}{h}$ от правой
границы



мкм 6 из 18

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!

Зададим на поверхности сферы S бесконечно
много плоско-параллельных пластинок
с показателем преломления $n_0 = 1$, эти
пластинки параллельно пластинке
толщиной h и на два толще линзы

~~Тогда продольное сечение через линзу~~
Так как пластины из воздуха бесконечно
много, то они все подметают на пути.

Тогда продольное сечение через линзу
равное от изог. изображение S' , до
левой грани пластины равно

$a + \frac{h}{n}$, тогда сдвиг изображения будет

$$a + h - (a + \frac{h}{n_1}) = h - \frac{h}{n_1} = \frac{n_1 h - h}{n_1} = h \frac{n_1 - 1}{n_1}.$$

Тогда продольное сечение через линзу
 n_1 изображение S'' изображение S'

~~определяется поднимается вверх на величину~~

$0,1(a + \frac{h}{n_1}) \Delta(n_1 - 1)$. Затем поле продольное

через линзу n_2 изображение S''' изог.
изображение S'' сдвигается вниз

относительно него на $0,2(a + \frac{h}{n_1}) \Delta(n_2 - 1)$

Тогда в итоге все изображение
вниз составим

или 7 из 18

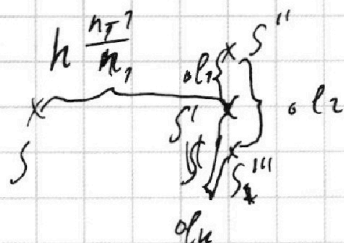
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$ol_u = ol_1 - ol_2 =$$

$$= \left(a + \frac{h}{n_1}\right) 2(n_2 - 1) - \left(a + \frac{h}{n_1}\right) 2(n_2 - 1) =$$

$$= \left(a + \frac{h}{n_1}\right) 2 \cdot n_2 - \left(a + \frac{h}{n_1}\right) 2 - \left(a + \frac{h}{n_1}\right) 2 n_2 +$$

$$+ \left(a + \frac{h}{n_1}\right) 2 =$$

$$= \left(a + \frac{h}{n_1}\right) \cdot 2(n_2 - n_1) =$$

$$\Rightarrow ol_u = \left(194 \mu + \frac{9 \mu}{1,5}\right) 2(0,7(1,7 - 1,5)) =$$

$$= (194 \mu + 6 \mu) \cdot 0,7 \cdot 0,2 = 200 \mu \cdot 0,02 = 4(\mu)$$

$$h \frac{n_1 - 1}{n_1} = 9 \mu \frac{1,5 - 1}{1,5} = 6 \mu \cdot 0,5 = 3(\mu)$$

Тогда расстояние между точками S и S''' изображением S'' даваемое системой равно

$$oS = \sqrt{(ol_u)^2 + \left(h \frac{n_1 - 1}{n_1}\right)^2} =$$

$$= \sqrt{(4 \mu)^2 + (3 \mu)^2} = 5(\mu)$$

Ответ: 1) $\delta \pm$ угол на который отклонится луч $\delta = 0,07 \text{ rad}$; 2) $ol = 14,2 \mu$;

3) $oS = 5 \mu$.

Мет 8 из 18

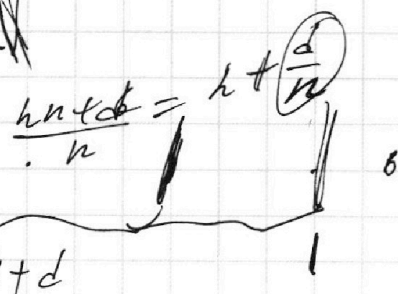
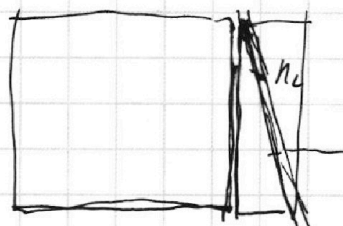
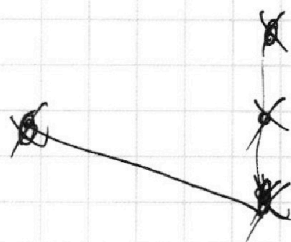
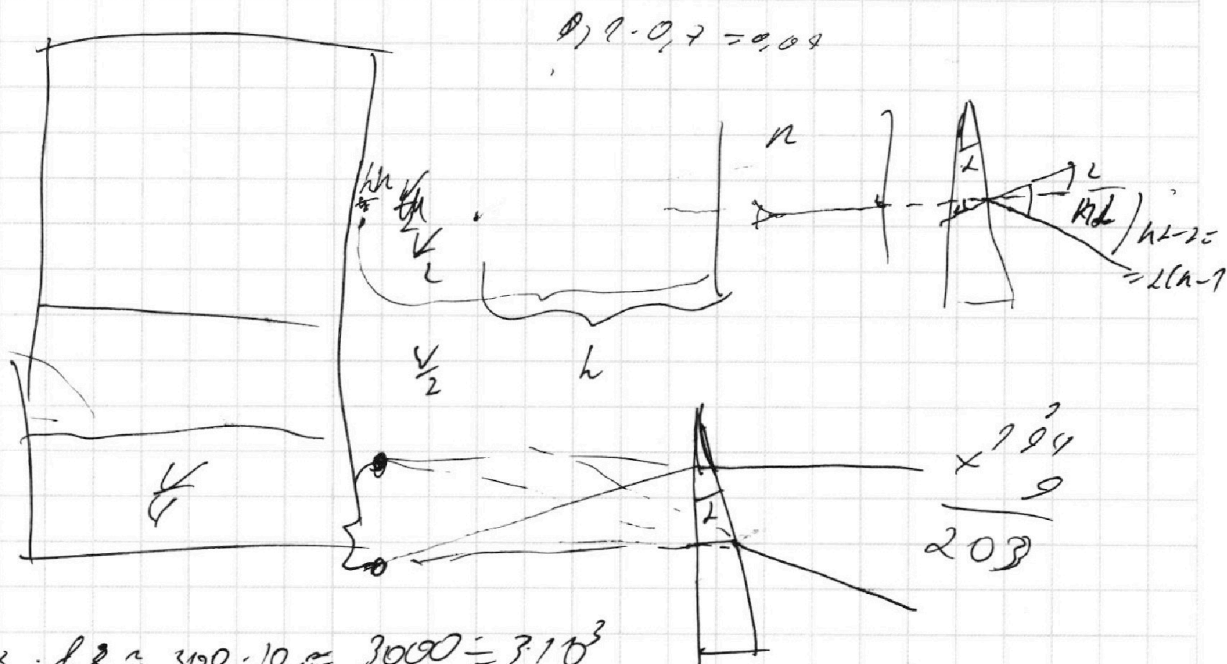
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

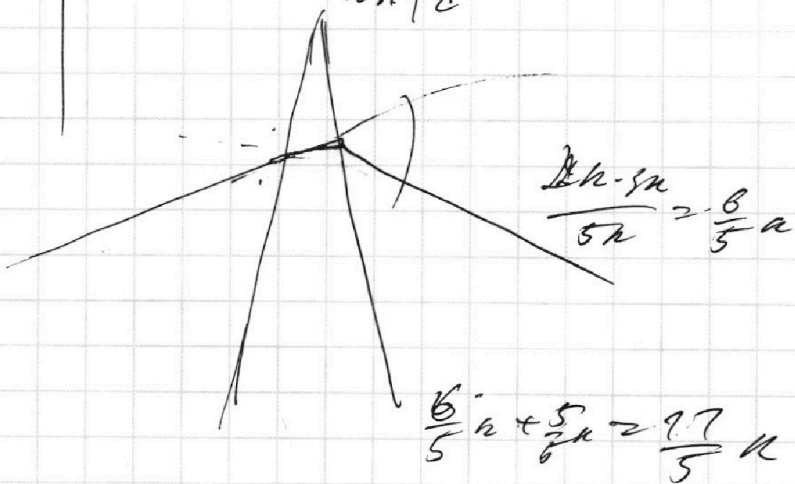
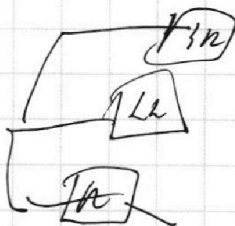
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 203 \\ 7 \\ \hline 1429 \end{array}$$



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!

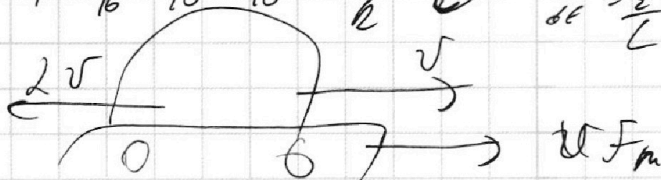
$$\frac{5}{16} + \frac{1}{4} = \frac{5}{16} + \frac{4}{16} = \frac{9}{16}$$

$$\frac{L}{2}$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{\Sigma}{L} \times \frac{d\Sigma}{dt}$$

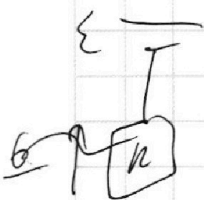
$$\Sigma = L \frac{d\varphi}{dt}$$

15
x20
25.4 = 100

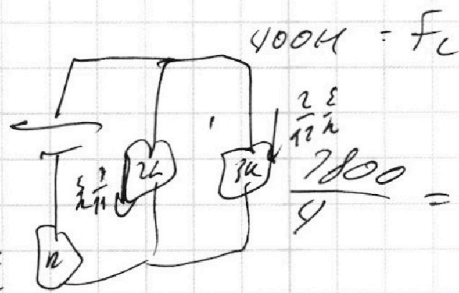


$$\frac{\Sigma}{L} = \frac{F_n}{L} - 2\varphi = 0 \Rightarrow 1 = \frac{F_n}{25} = \frac{500}{25} = 20 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

$$\frac{11}{14} - \frac{\Sigma}{12} \cdot \frac{25}{26} \cdot \frac{25}{26} = \frac{25}{26}$$



$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 18 \\ \hline 200 \\ 25 \\ \hline 450 \end{array}$$



$$\frac{7800}{4} = 18 \cdot \frac{100}{4} = 18 \cdot 25 =$$

$$25 = 10 \cdot 25 + 8 \cdot 25 = 250 + 200 =$$

$$\frac{7800}{4} = 450 \cdot 14 = 450 \cdot 14$$

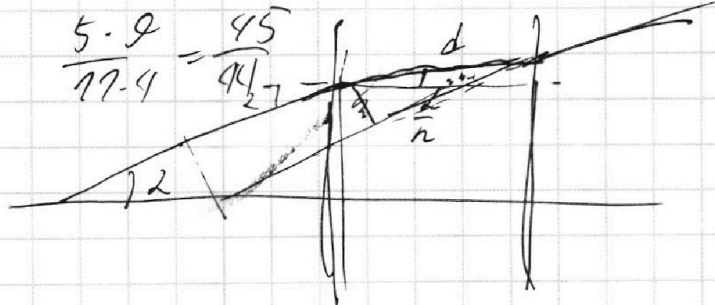
$$\frac{78}{4} = \frac{9}{2} = 4.5$$

$$850 \cdot 20 = 85 \cdot 20 \cdot 20 = 85 \cdot 2 \cdot 700$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 2 \\ \hline 70 \end{array}$$

$$\frac{11}{10} \text{ м} = \frac{9}{16} \text{ м}$$

$$R_4 = \frac{20 \cdot 9}{11 \cdot 16} \cdot 10$$



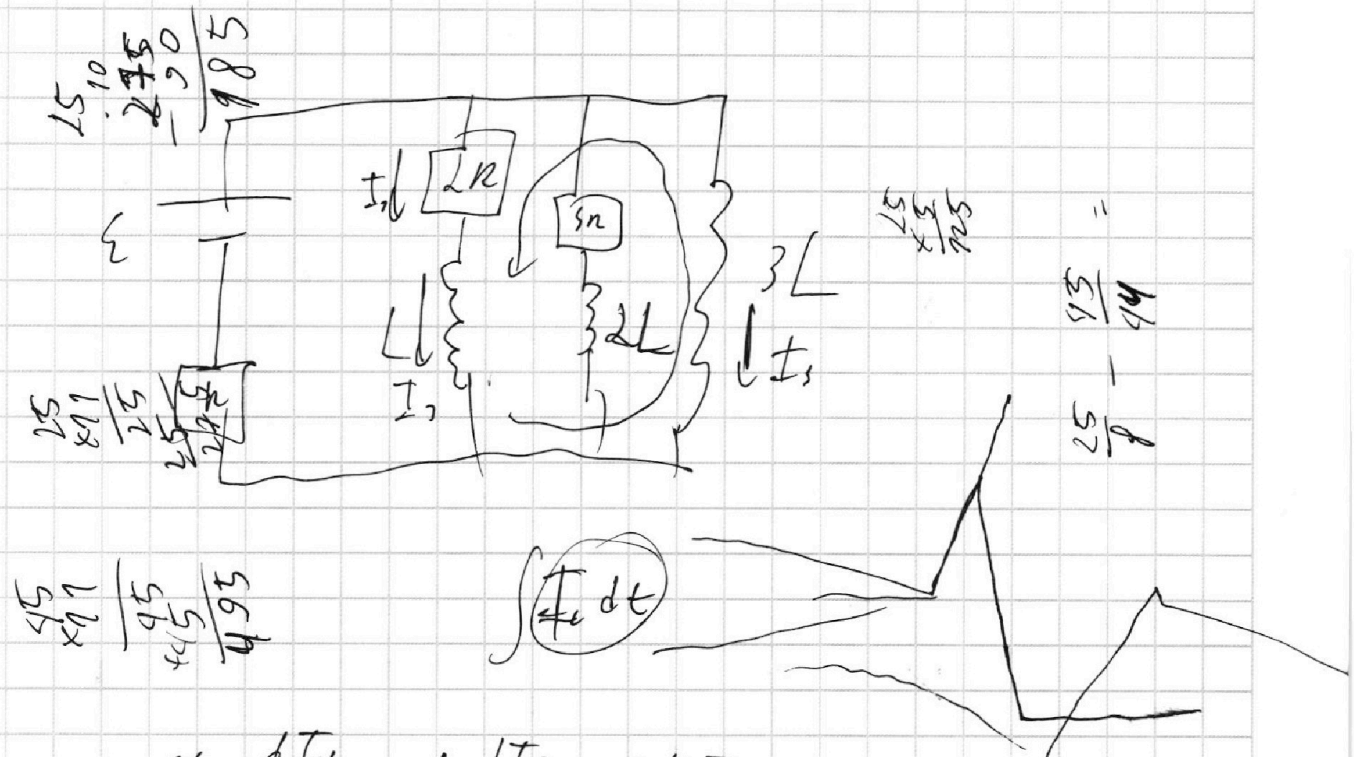
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

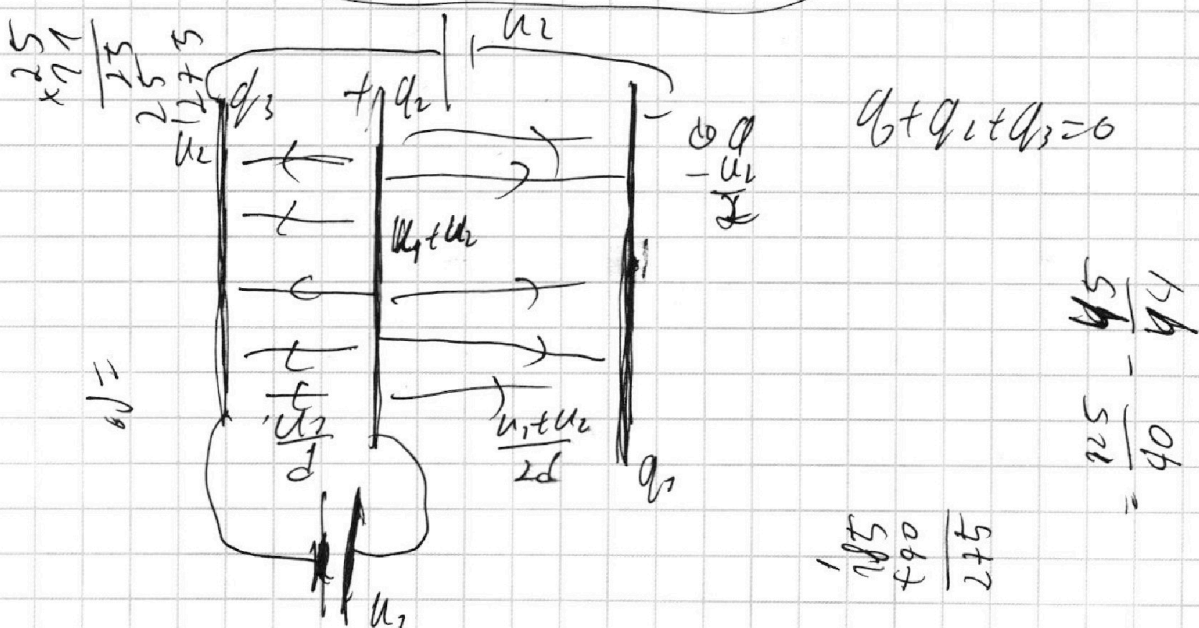
МФТИ

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



$$3L \cdot \frac{dI_3}{dt} - L \frac{dI_2}{dt} = 2RI_1$$

$$3L dI_3 - L dI_2 = 2RI_1 dt$$



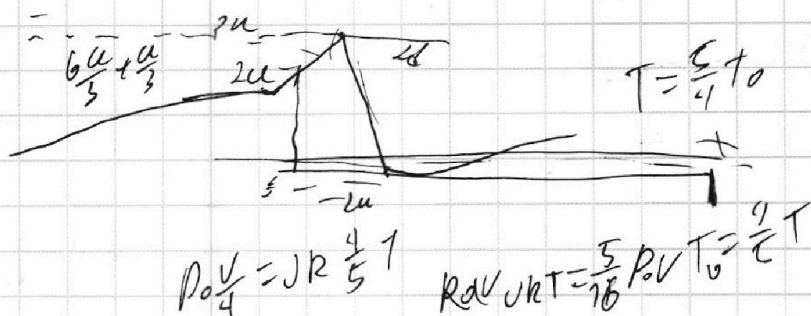
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$Q = \kappa P_0 \cdot \frac{V}{4}$$

P_0	$\frac{V}{2}$
P_0	$\frac{V}{4}$
P_0	$\frac{V}{4}$

20

$$T_0 = \frac{4}{5} T$$

№ 22

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = 2 \nu R \left(\frac{4}{5} T \right)$$

$$\frac{55}{100} = \frac{11}{20}$$

$$V_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu R T_0 \quad \frac{5}{4} P_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu R T \cdot \frac{4}{5}$$

$\frac{9}{10}$	$\frac{V}{5}$
P_A	$\frac{V}{5}$
$\frac{5}{10}$	$\frac{V}{4}$

0,55 V

$$0,25 + 0,1 = 0,35$$

$$P \cdot \frac{V}{5} = 2 \nu R T$$

$$P \cdot \frac{V}{5} = P_0 \cdot \frac{V}{2} \cdot \frac{5}{4}$$

$$P = P_0 \cdot \frac{25}{8} = P_2 + P_A$$

$$P_2 \cdot \frac{11}{10} V = (\nu + \nu_0) R \cdot T_0$$

$$P_2 \cdot \frac{11}{10} V = \nu R T + \nu_0 R T = \frac{5 P_0 V}{16} + \kappa P_0 \frac{V}{4} R T$$



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!

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu R T \frac{4}{5} \quad P_0 V = \nu R T = \frac{5 P_0 V}{16}$$

$$P_2 \cdot \frac{V}{5} = 2 \nu R T = 2 \cdot \frac{5 P_0 V}{16} = \frac{5 P_0 V}{8}$$

$$\frac{1}{10000} \cdot 30000$$

$$P_2 = \frac{25 P_0}{8}$$

$$-V - 5$$

$$20 - 9 = 11$$

$$\frac{5 \cdot 5}{4 \cdot 8} = \frac{25}{32}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 11 \\ \hline 25 \\ +25 \\ \hline 275 \end{array}$$

$$\frac{275}{88} - \frac{90}{88}$$

$$\frac{175}{88}$$

$$\begin{array}{r} 275 \\ - 90 \\ \hline 185 \end{array}$$



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!

