

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

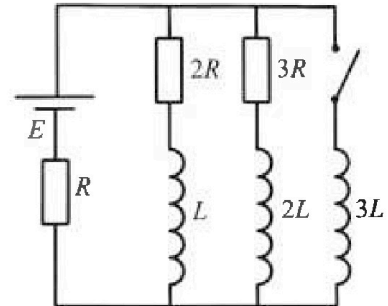
Вариант 11-01

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

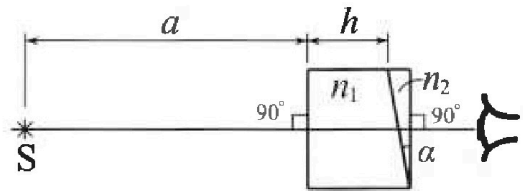
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_0 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.

$$v_{in} + v_{out} = v_{inL}$$

$$64,12 \text{ } 3L \text{ } 5 \text{ } 3 -$$

$$S = v_0 \quad v = v_0 + at$$

$$\frac{v_0 \cdot (v - v_0)}{a} + \frac{d^2 (v - v_0)^2}{2 \cdot ak}$$

$$2v_0v - v_0^2 + v^2 - 2v_0v + v_0^2$$

$$v = v_0 + at$$

$$t = \frac{v - v_0}{a}$$

$$\frac{v_0(v - v_0)}{a} + \frac{(v - v_0)^2 \cdot k}{a^2 \cdot L}$$

$$2v_0v - 2v_0^2 + v^2 - 2v_0v + v_0^2$$

$$\frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$



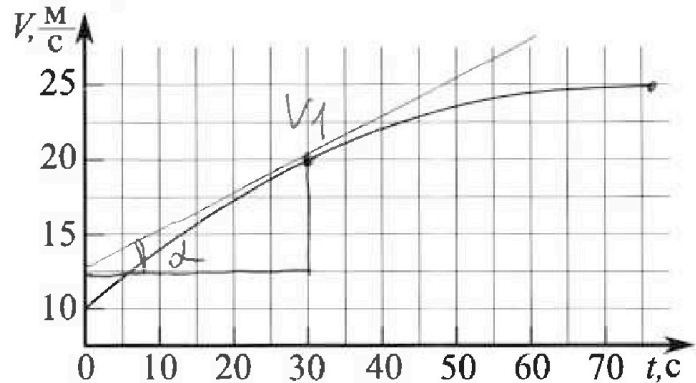
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%.

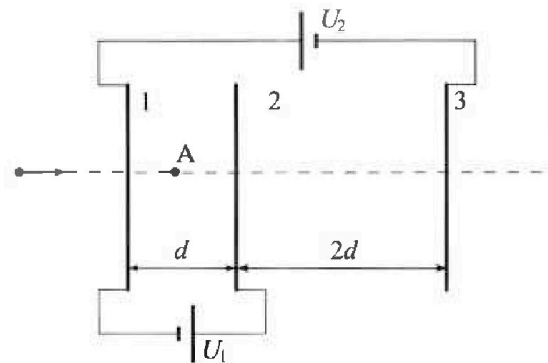
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный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

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. 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 отношение 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 A на расстоянии $d/3$ от сетки 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!

$$N_0 \frac{dL}{dt} = V(t)$$

~ 11 с. 3)

$P(t) = (F_k(t) - F_c(t)) \cdot V(t)$ - мощность, с которой машина
разгоняется.

Но если учитывать действующий двигатель на автомо-
биль лишь силой тяги, тогда мощность двигателя

$$P(t) = F_k(t) \cdot V(t)$$

$$\text{или } V = V_1$$

$$P = P_1, F_k = F_1, V = V_1$$

$$P_1 = F_1 \cdot V_1 = 850 \cdot 20 = 17000 \text{ Вт.}$$

Ответ а) ~~а) $\alpha_{0,1}$~~ 1) $0,15 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; 2) 850 Н ; 3) 17000 Вт .

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

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:



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

Дано:

 $m = 1800 \text{ кг.}$
$$F_v = 500 \text{ N}$$
$$a_{v_1} = 7$$

1. 2

$\rho_1 = 2$

J-e

$$N(0,1)$$

1) Для любого малого ϵ можно выбрать δ так, чтобы справедливо:

$$a(t) = \frac{d(v(t))}{dt} = (v(t))'$$

Графическая производная - угол наклона касательной в данной точке графика.

Тогда определить ускорение в момент, когда скорость тела равна V_1 проводя на графике в этой точке, где θ скорость тела равна

Kacal
✓
1.

$V_1 = 20 \text{ м/с}$ - по условию.

Используя бланк задонный (см. бланк задонный),

прямые касательные в точке V_1 .

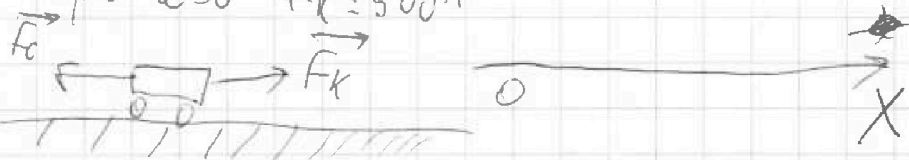
$$b_{g2} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{20^{\circ} - 12,5}{30 - 0} = \frac{7,5}{30} = 0,25 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{s}} = a_{v1}$$

4) Мы знаем, что когда ~~разное~~ ~~разное~~ разное время -
миллиа $a=0$.

На графике $a=0$, когда $t_{y \text{ д' }}=0$, $dV=0$ — когда масса-
мельная в некоторый момент будет соразмерна.

Уточним из условия, $a=0$ при $V_2 = 25 \frac{м}{с}$

mu a=0 Fx=500N



По на рисунке указаны все сгор. силы, действующие на тело в атмосфере Земли. F_k - сила тяги, F_c - сила сопротивления воздуха.

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!

$F_c = \alpha \cdot V$ - сопротивление пропорционально скорости. №1(с.2)

по II з. Ньютона на ось

$F_k - F_c = 0$ - когда $V = V_2 = 25 \frac{м}{с}$

$$F_k = \alpha V_2, \quad F_c = \alpha V_2$$

$$\alpha = \frac{F_k}{V_2} = \frac{500}{25} = 20 \frac{Н}{м} \cdot с$$

Зная ускорение автомобиля при V_1 , определим силу трения F_1 .

В момент $V = V_1$

$$m \cdot a_{v1} = F_1 - \alpha V_1$$

$$1300 \cdot 0,25 = F_1 - 20 \cdot 20$$

$$450 = F_1 - 400$$

$$F_1 = 850 \text{ Н.}$$

3) Рассмотрим работу силы за малое dt .

$$\cancel{dA = F \cdot dL} \quad dA = (F_k - F_c) \cdot dL \quad dA = F(t) \cdot dL$$

$$\cancel{P = \frac{dA}{dt} = (F_k - F_c) \frac{dL}{dt} = F \cdot v}$$

$$dA = (F_k(t) - F_c(t)) \cdot dL$$

$$P(t) = \frac{dA}{dt} = (F_k(t) - F_c(t)) \cdot \frac{dL}{dt}$$

$$P(t) = \frac{dA}{dt} = (F_k(t) - F_c(t)) \cdot \frac{dL}{dt}$$

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!



$$P_0 \cdot V_1 = V_2 R T_0$$

$$\frac{4}{5} \cdot \frac{1}{4} = \frac{11}{10}$$

$$P_0 \cdot \left(P_0 \cdot \frac{V}{2} \right) = (V_2 R T_0$$

$$V_1 = 2V_2$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = (V_2 R T_0$$

$$0V = V_1 P_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$\frac{5V_1 R T}{V} = \frac{20V_2' R T}{11V}$$

$$\left(P_0 \cdot \frac{V}{5} \right) = V_1 R \cdot \frac{5}{4} T_0$$

$$\frac{10V_2 R T}{X} = \frac{4V_2' R T}{11V}$$

$$P_1 \cdot \frac{11}{10} V = (V_2 + 0V) / R \cdot \frac{5}{4} T_0$$

$$P_1 = \frac{200}{44} \cdot \frac{100 R T_0 V_2'}{V} =$$

$$P_1 = \frac{15}{11} \cdot \frac{V_2'}{V}$$

$$P_1 = \frac{25}{4}$$

$$V_2 = \frac{2}{11} V_2'$$

$$V_2 = \frac{2}{11} V_2'$$

$$P_1 \cdot \frac{V}{8} = V_1 R T$$

$$P_1 = \frac{V_1 R T 5}{V}$$

$$P_4 \cdot \frac{11}{10} V = V_2' R T$$

$$P_1 = \frac{V_2' R T 20}{11V}$$

$$V_2' = V_2 + 0V$$

$$V = \frac{9}{11} V_2'$$

$$0V = \frac{9}{11}$$

$$V_1 = \frac{4}{11} V_2'$$

$$\frac{V_1 R T 5}{X} = \frac{V_2' R T 20}{11V}$$

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!

Решение.

Дано:

$$V$$

$$V_1 = \frac{V}{2}$$

$$V_2 = \frac{V}{4}$$

$$T_0$$

$$T = \frac{9}{4} T_0 = 343 \text{ K}$$

$$V_1' = \frac{V}{5}$$

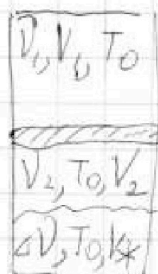
$$K = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{мм}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$$

$$RT = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Вб}}{\text{мм}^2}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = ?$$

$$p_0 = ?$$

Р-о



В нач. момент времени

сверху: уменьшенный газ объемом $V_1 = \frac{V}{2}$ и температурой T_0 .

снизу: газовать при темп. T_0 и с наличием некоторого кол-ва уменьшенного газа ΔV .

В нач. момент времени давление $p = p_0$

Ввиду нежесткости поршня в равновесии давление газа снизу и сверху всегда равно друг другу.

Объем, который занимает газ равен:

$$V_2 = V - V_1 - V_{\text{ст}} = \frac{V}{4}$$

Запишем ур-е Менг. Клапейрона.

$$p_0 V_1 = \nu_1 R T_0 - \text{верхний газ} \quad (1)$$

$$p_0 V_2 = \nu_2 R T_0 - \text{нижний газ} \quad (2)$$

из ур-я закона Бойля.

$$\Delta V = \nu \cdot p_0 \cdot V_{\text{ст}} = K \cdot p_0 \cdot V_{\text{ст}} \quad (3)$$



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. (с3)

$$\frac{2}{3} p_0 \cdot \frac{1}{T_0} V = \frac{1}{2} \cdot R \cdot \frac{1}{T_0} T_0$$

$$v_{11} = \frac{1100 \text{ V}}{8 R T_0}$$

Ответ: 1) 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!

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1}{1 \cdot V} = 2$$

✓ 2 (с. 2)

2. В процессе нагрева не считая что сама, где то, что было в воде, считаем нагрев.

$$V_2' = V_2 + \Delta V = \frac{P_0 V_2}{RT_0} + K \cdot P_0 \cdot V_2 = \frac{P_0 V}{4RT_0} + \frac{P_0 V}{4} \cdot K =$$

$$\frac{P_0 V}{4RT_0} (1 + KRT_0)$$

Получа, из гр. 2 получим формулу для нагрева.

$$P_1 \cdot V_1' = V_1 \cdot R \cdot \frac{5}{4} T_0 \quad (4)$$

$$P_1 \cdot \frac{V_1'}{V_1} = V_1' \cdot R \cdot \frac{5}{4} T_0 \quad (5)$$

Подставим (4) и (5)

$$\frac{P_1 \cdot K}{5 P_0 \cdot K} = \frac{5}{4}$$

$$P_1 = \frac{5}{8} P_0 \rightarrow 6(5)$$

$$V_2' = V - V_1' - V_2 = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{4}{5} V - \frac{V}{4} = \frac{16V - 5V}{20} = \frac{11V}{20} \rightarrow 6(5)$$

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!



$V_2' = V_2 + \Delta V$ - все изобразимое вещество в нижней части

$$D_2 = \frac{\rho_0 V_2}{n T_0} ; D_1 = \frac{\rho_0 V_1}{n T_0}$$

$$\Delta V = K \cdot \rho_0 \cdot V_K$$

$$D_2' = \frac{\rho_0 V_2}{n T_0} + K \cdot \rho_0 \cdot V_K = \rho_0 \left(\frac{V_2 + K \cdot V_K \cdot n T_0}{n T_0} \right)$$

$$RT = \frac{5}{4} n T_0 = 3 \cdot 10^3$$

$$n T_0 = 2,4 \cdot 10^3 \frac{\text{моль}}{\text{м}^3}$$

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{\rho_0 V_1}{n T_0} \cdot \frac{n T_0}{\rho_0 (V_2 + K \cdot V_K \cdot n T_0)} = \frac{V_1}{V_2 + \frac{1}{3} \cdot 10^3 \cdot 2,4 \cdot 10^3 \cdot \frac{V_1}{4}}$$

$$= \frac{0,5V}{0,15V + 0,2V} = \frac{0,5V}{0,35V} = \frac{50}{35} = \frac{10}{7}$$

2) В ходе процесса все то вещество, что было в нижней части
и не вышло, масса согласно ур-ю Менделеева - Клапейрона.

$$p_1 \cdot V_2' = \nu \cdot R \cdot \frac{5}{4} T_0 \quad - \text{в нижней части} \quad (4)$$

$$p_1 \cdot V_1' = \nu_1 R \cdot \frac{5}{4} T_0 \quad - \text{в верхней части} \quad (5)$$

Сравним p_1 и p_0 по формулам (4) и (1)

$$\frac{p_1 V_1'}{\rho_0 V_1} = \frac{5}{4} ; \frac{p_1 V_2'}{5 \rho_0 V_2} = \frac{5}{4} \quad \frac{p_1}{\rho_0} = \frac{25}{8} ; p_1 = \frac{25}{8} \rho_0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Решено:

Р-р

N3 (с. 1)

$$U_1 = U$$

$$U_2 = 4U$$

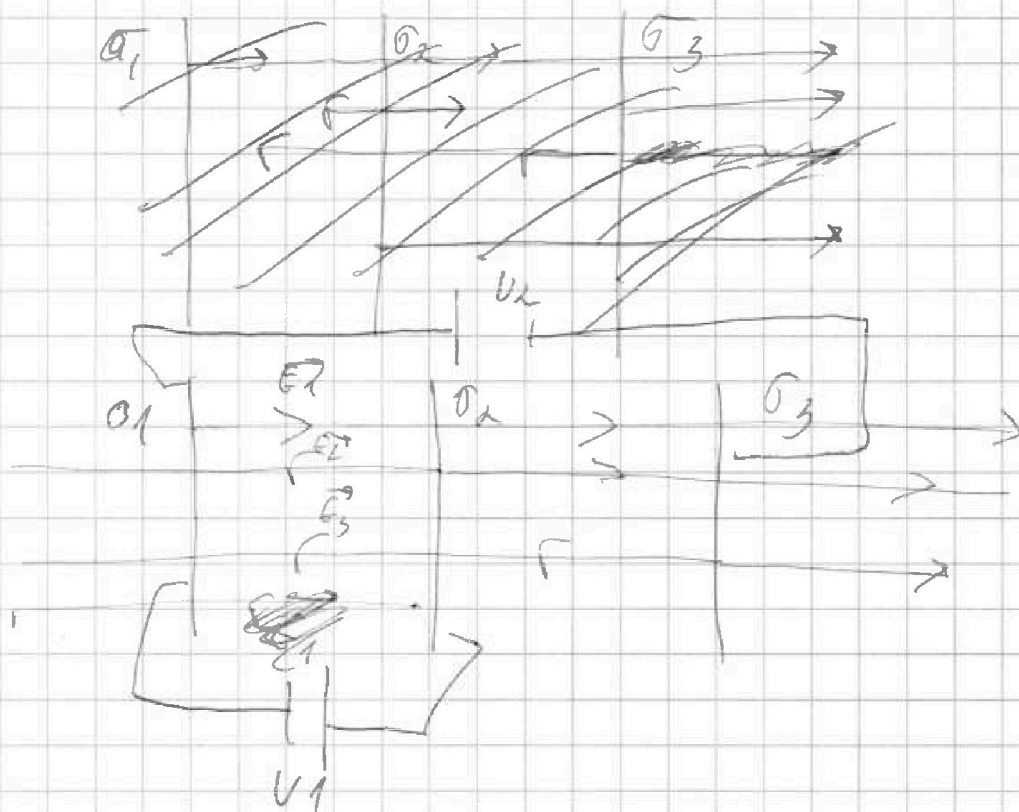
d ,

q, V_0

a ?

σ_k ?

V_k ?



Рассмотрим поле в каждой точке между

пластинами

$$\text{между } E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

между 1 и 2

$$\frac{U}{d} = \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0}$$

$$\frac{2\epsilon_0}{d} U = \sigma_3 + \sigma_2 - \sigma_1$$

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!

№3(0,2)

$$\left(\frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} + \frac{2\sigma_1}{2\epsilon_0} + \frac{2\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{2\sigma_3}{2\epsilon_0} \right) = \frac{4U}{d}$$

$$\sigma_1 + \sigma_2 - 3\sigma_3 = \frac{8\epsilon_0 U}{d}$$

тоо 3.0.3

$$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$$

$$\begin{cases} \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0 \\ \sigma_3 + \sigma_2 - \sigma_1 = \frac{2\epsilon_0 U}{d} \\ 3\sigma_1 + \sigma_2 - 3\sigma_3 = \frac{8\epsilon_0 U}{d} \end{cases}$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_2 - \frac{2\epsilon_0 U}{d}$$

$$3\sigma_3 + 3\sigma_2 - \frac{6\epsilon_0 U}{d} + \sigma_2 - 3\sigma_3 = \frac{8\epsilon_0 U}{d}$$

$$4\sigma_2 = \frac{14\epsilon_0 U}{d}$$

$$\sigma_2 = \frac{7}{2} \frac{\epsilon_0 U}{d}$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \frac{7}{2} \frac{\epsilon_0 U}{d} - \frac{2\epsilon_0 U}{d}$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \frac{3}{2} \frac{\epsilon_0 U}{d}$$

$$\sigma_3 + \frac{7}{2} \frac{\epsilon_0 U}{d} + \frac{3}{2} \frac{\epsilon_0 U}{d} + \sigma_3 = 0$$

$$2\sigma_3 = -5 \frac{\epsilon_0 U}{d}$$

$$\sigma_3 = -\frac{5}{2} \frac{\epsilon_0 U}{d}$$

$$\sigma_1 = -\frac{5}{2} \frac{\epsilon_0 U}{d} + \frac{3}{2} \frac{\epsilon_0 U}{d} = -\frac{\epsilon_0 U}{d}$$

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!



Можно 1-2.

13(с.3)

$$E = - \frac{\partial V}{\partial x} = - \frac{1}{2} \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{5}{2} \frac{\partial V}{\partial x}$$

$$E = \left(-\frac{1}{2} - \frac{7}{4} + \frac{5}{4} \right) \frac{qV}{d} = -\frac{1}{2} - \frac{1}{4} = -\frac{3}{4}$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m}$$

$$|a| = \frac{Vq}{md}$$

2) $\frac{m}{2}(v_1^2 - v_2^2) =$ тогда проделаем шаг 1 и 2 мило

критерий разность потенциалов $\Delta V = E \cdot d$.

то 3 с.2.

$$K_1 + A = K_2$$

$$A = q \cdot \Delta V$$

$$K_1 - K_2 = -q \cdot \frac{V}{d} \cdot d = qV$$

$$K_1 - K_2 = -q \cdot \Delta V = -q \cdot \frac{1}{4} \frac{V}{d} \cdot d = -\frac{qV}{4}$$

3) Мило & Можно 1 и 2 $a = \cos 8 = \frac{Vq}{4dm}$

с этим ускорением мило прямо арифм $\frac{d}{3}$, тогда

$$\frac{v_A^2}{2} - \frac{v_0^2}{2} = \frac{1}{2} (v_A^2 - v_0^2) = \frac{1}{2} \cdot \frac{Vq}{d} \cdot \frac{d}{3}$$

$$v_A^2 - v_0^2 = \frac{Vq}{6m} \quad v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{Vq}{6m}}$$

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 1) $\frac{Uq}{4\pi m}$ 2) $-\frac{qU}{4}$ 3) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

4) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 5) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

6) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 7) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

8) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 9) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

10) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 11) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

12) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 13) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

14) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 15) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

16) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 17) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

18) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 19) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

20) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 21) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

22) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 23) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

24) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 25) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

26) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 27) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

28) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 29) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

30) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 31) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

32) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 33) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

34) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 35) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

36) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 37) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

38) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 39) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

40) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 41) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

42) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 43) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

44) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 45) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

46) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 47) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

48) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 49) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

50) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 51) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

52) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 53) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

54) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 55) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

56) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 57) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

58) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 59) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

60) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 61) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

62) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 63) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

64) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 65) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

66) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 67) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

68) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 69) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

70) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 71) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

72) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 73) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

74) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 75) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

76) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 77) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

78) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 79) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

80) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 81) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

82) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 83) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

84) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 85) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

86) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 87) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

88) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 89) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

90) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 91) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

92) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 93) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

94) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 95) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

96) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 97) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

98) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$ 99) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

100) $\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$

$$\frac{d}{b} = \frac{V_A^2 - V_0^2}{2a}$$

$$\frac{2}{3} d = \frac{V_A^2 - V_0^2}{m}$$

$$\frac{2}{3} V = \frac{V_A^2 - V_0^2}{m}$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{2}{3} \frac{U}{m}}$$

$$\frac{2}{3} \frac{Uq}{m} = V_A^2 - V_0^2$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{2}{3} \frac{Uq}{m}}$$

Задача 1) $\frac{Uq}{m d}$ 2) qU 3) $\sqrt{V_0^2 + \frac{2}{3} \frac{U}{m}}$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{2}{3} \frac{Uq}{m}}$$



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!

~~Уч (с.2)~~

Уч (с.2)

3) $U_R + U_L = U_{3L}$, где U_R - напр. на резисторе R ,
 U_L - на катушке L , U_{3L} - на катушке $3L$.

$$I_{3L} R + L \frac{dI_L}{dt} = 3L \frac{dI_{3L}}{dt}$$

$$dI_{3L} R + L dI_L = 3L dI_{3L}$$

Тогда значит изменение магнитного потока на катушке равно нулю, если мы будем идти через катушку $3L$ и резистор R , т.е. это контур постоянного тока, тогда ток будет.

$$I_{3L} = \frac{\mathcal{E}}{R} \quad \Delta I_{3L} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$I_L = 0 \quad \Delta I_L = 0 - I_L = -\frac{3\mathcal{E}}{11R}$$

$$\Delta \Phi = 2R \cdot \left(-\frac{3L\mathcal{E}}{11R} \right) = \frac{3L\mathcal{E}}{R}$$

$$\Delta \Phi = L R = \frac{30}{11} \frac{L\mathcal{E}}{R}$$

$$\Delta \Phi = \frac{30}{11} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}$$

Ответ: $\frac{30}{11}$

1) $\frac{3\mathcal{E}}{11R}$

2) $\frac{2\mathcal{E}}{11RL}$

3) $\frac{30}{11} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

Дано:

Р-е.

№4 (с.1)

$\mathcal{E}, R, L$

В установившемся состоянии $I = \text{const}$, $dI = 0$,

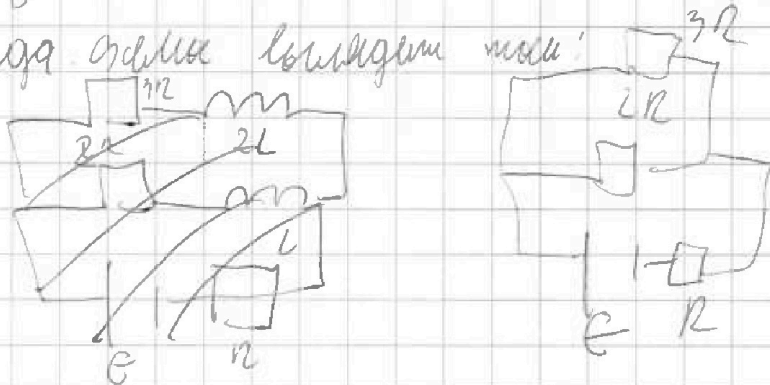
$I_1 = ?$

и знаем $V_L = 0$ — напряжение на катушке равно нулю,

бэ-?

тогда можно выписать ток:

$I = ?$



$$E = 2I_1 R + I_1 R$$

$$2I_1 R = 3I_2 R \Rightarrow I_1 = 1.5 I_2$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$I = 1.5 I_2$$

$$E = 3R \cdot I_2 + 1.5 I_2 \cdot R$$

$$I_2 = \frac{E}{4R} \quad \left[I_1 = \frac{3}{2} I_2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{E}{4R} = \frac{3E}{8R} \right]$$

1) В момент замыкания.

$$3I_2 R = V_L, \text{ где } V_L = 3L \cdot I'$$

$$3I_2 R = 3L I' \quad \left[I' = \frac{I_2 R}{L} = \frac{2E}{8RL} \right]$$

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!

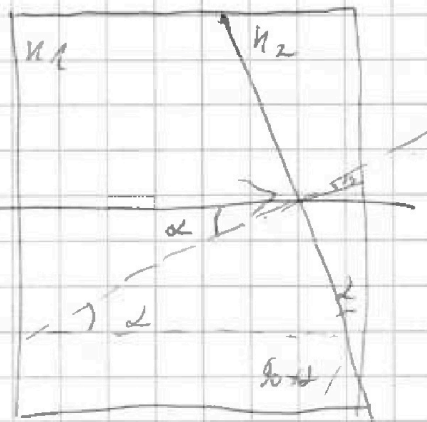
Дано:

$$\angle = 0,1 \text{ рад}$$

$$1) \quad n_1 = n_2 = 1$$

$$n_2 = 1,7$$

№ 5 (0.1)



По 3-му Снеллиа

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

α, β — малые числа, $\sin \alpha \approx \alpha$ в рад, $\sin \beta \approx \beta$

$$n_1 \cdot \alpha = n_2 \cdot \beta$$

$$\beta = \frac{n_1 \alpha}{n_2}$$

$$\delta = 180 - (90 + \beta) - (90 - \alpha) =$$

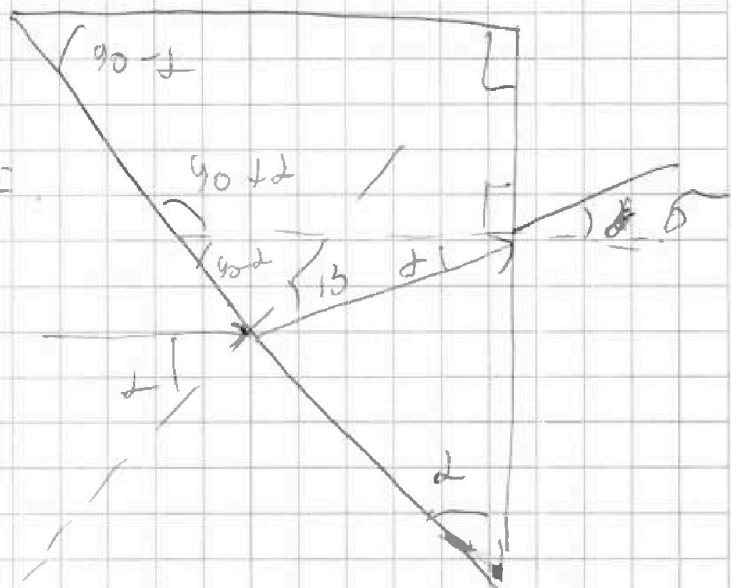
$$\alpha - \beta$$

$$n_2 (\alpha - \beta) = n_1 \cdot \delta$$

$$n_2 \alpha - n_1 \beta = n_1 \delta$$

$$\delta = \frac{\alpha (n_2 - n_1)}{n_1}$$

$$\delta = \frac{0,1 (1,7 - 1)}{1} = 0,07 \text{ рад} \quad \boxed{0,07 \text{ рад}}$$



Ответ: 1) $0,07 \text{ рад}$



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!

№ 3 (а.з.)

$$3) \quad d = \frac{v_4^2 - v_0^2}{2a}$$

$$\frac{2}{3} \cdot d = \frac{v_4^2 - v_0^2}{2a}$$

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!



15 конгр. $U_{H1} = 0$

$$\varepsilon = \frac{U_{H1}}{I} + I \cdot R$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$2I \cdot R = 0 \quad I = 0$$

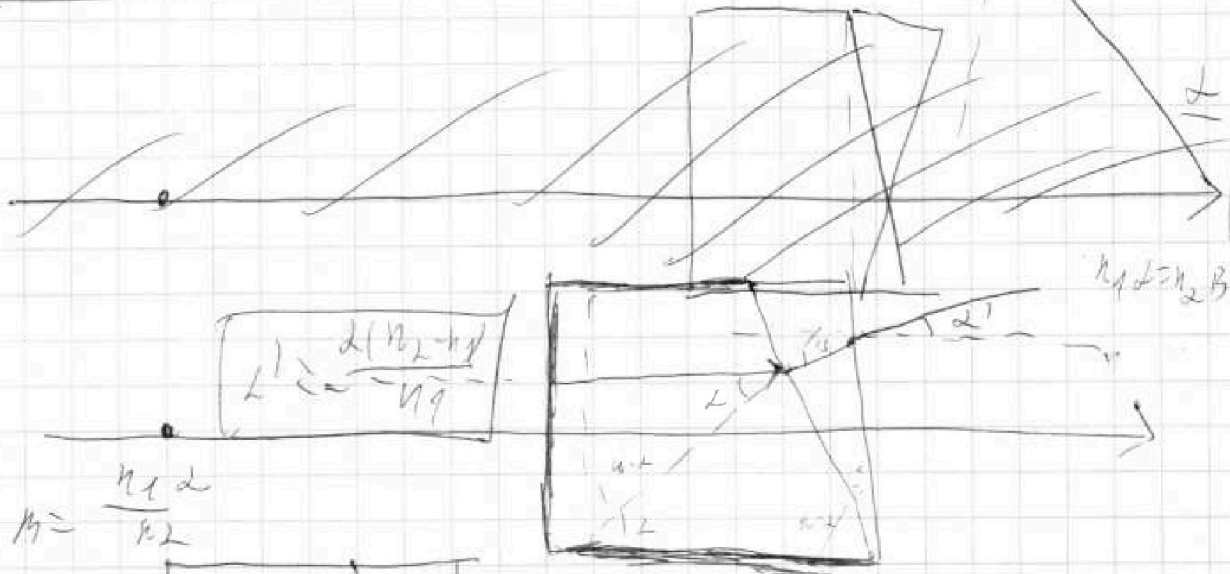
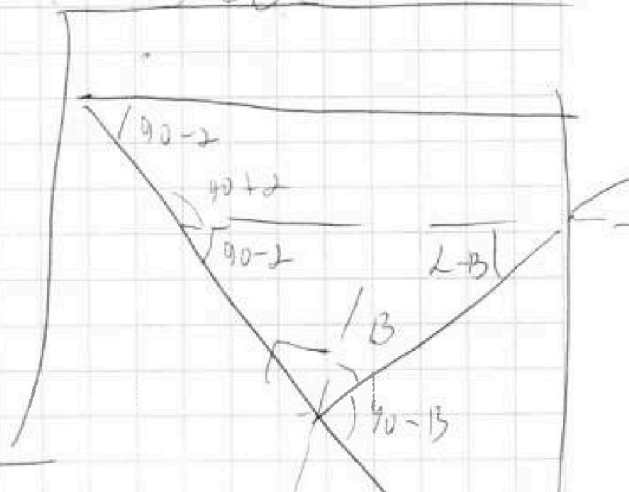
$$U_{H1} = \varepsilon + U_{H2} - I \cdot R$$

$$I \cdot R = \frac{L dI}{dt}$$

$$dU_{H1} R = L dI$$

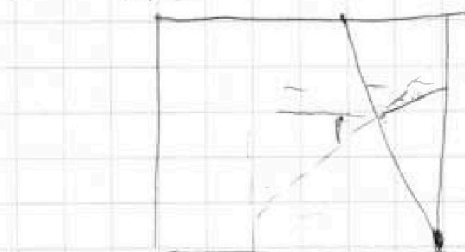
$$3I \cdot R + U_{H2} = U_{H1}$$

$$\varepsilon + R = 0$$



$$n = \frac{n_1 \cdot L}{R \cdot L}$$

$$L \cdot L = \frac{L(n_2 - n_1)}{n_1}$$



$$n_2 \cdot L - n_1 \cdot L = n_1 \cdot L$$

$$n_2 \cdot L - n_1 \cdot L = n_1 \cdot L$$



$$180 - 90 \cdot L \cdot g_{0,13}$$

$$L - B$$

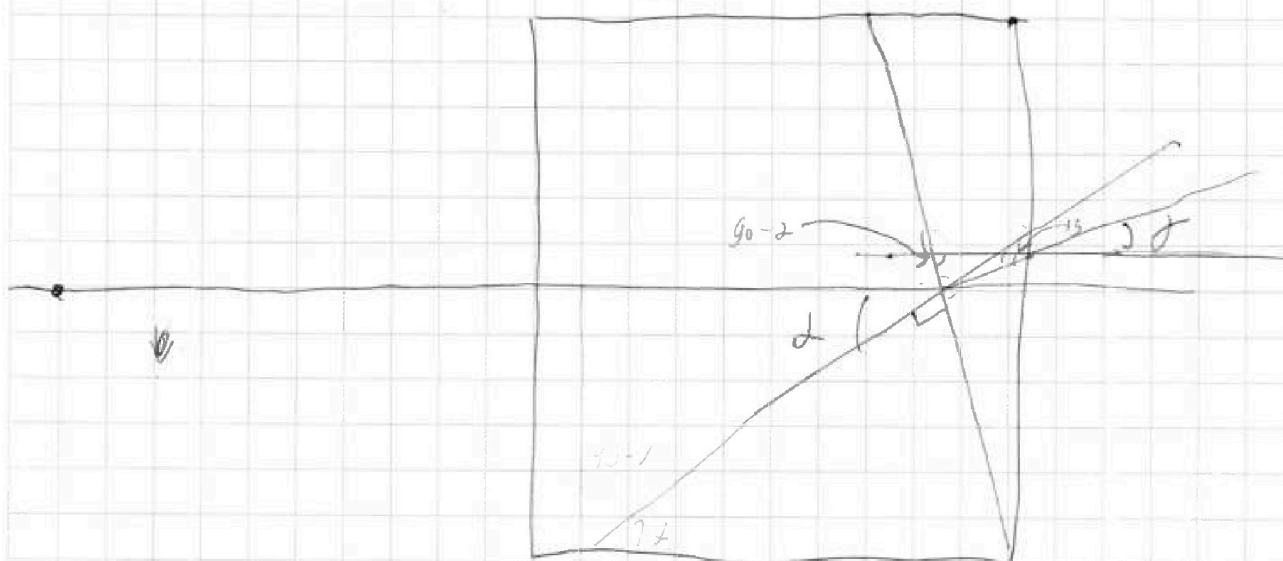
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

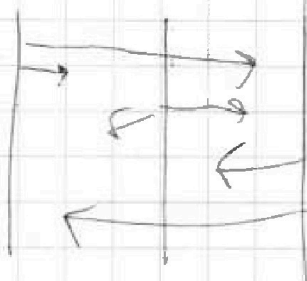
МФТИ

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



$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$\frac{q_1}{6} = \frac{q}{m}$$



$$\epsilon_1 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0}$$

$$\epsilon_2 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0}$$

$$\epsilon_1 \cdot d + \epsilon_2 \cdot 2d$$

$$\frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} = \frac{V}{d}$$

$$\sigma_2 + \sigma_3 - \sigma_1 = 2\epsilon_0 \frac{V}{d}$$

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!



$$\frac{V_1'}{V_1} = \frac{V_2'}{V_2} = \frac{V_2 + K P_0 V_2}{2 V_L}$$

$$\frac{V_2'}{V_1} = \frac{1}{2} + \frac{K P_0 V_2}{2 V_L}$$

$$P_0 \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_2}{2} \cdot R \cdot T_0$$

$$\begin{array}{r} 1800 \\ + 0,25 \\ \hline 9000 \\ + 3600 \\ \hline 12600 \end{array}$$

$$V_2 = 450,00$$

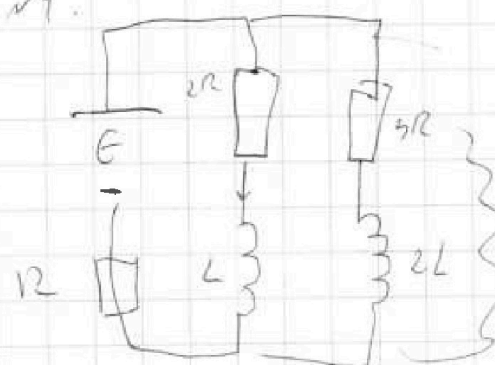
$$R \cdot \frac{5}{4} T_0 = 3 \cdot 10^3$$

$$R T_0 = 2,4 \cdot 10^3$$

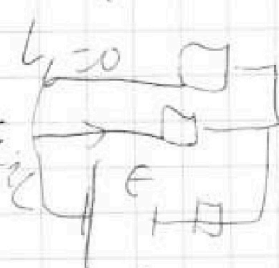
$$\begin{array}{r} 125 \\ - 2024 \\ \hline 10' \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7,5 \quad 30 \\ - 25 \quad 0,25 \\ \hline 60 \\ \hline 150 \end{array}$$

17.



$$E = I_1 \cdot 2R + V_L + I \cdot R$$



$$E = 2R I_1 + R I$$

$$3R I_2 = 2R I_1$$

$$I_1 = 1,5 I_2$$

$$I = 1,5 I_2$$

$$3R \cdot I_2 + I \cdot R = E$$

$$3R I_2 + 2,25 I_2 R = E$$

$$5,25 R I_2 = E$$

$$I_2 = \frac{E}{5,25 R}$$

$$I_1 = \frac{3}{4} \cdot \frac{E}{11R} = \frac{3}{44} \frac{E}{R}$$

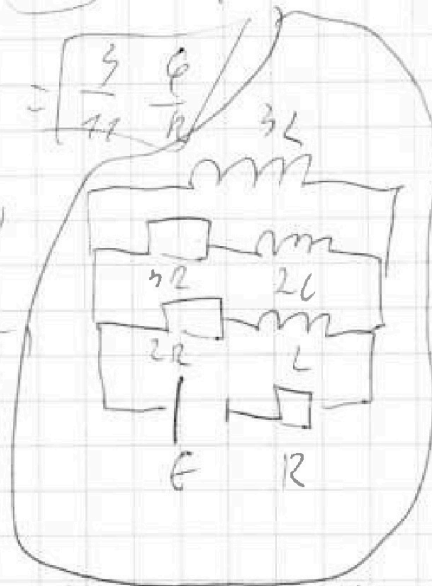
$$3 I_2 \cdot R = 5,25 I_2 R$$

$$\frac{3 \cdot 2}{11} \frac{E}{R} = 5,25 I_2 R$$

$$I = \frac{2}{11} \frac{E}{R}$$

$$1) t=0 \quad V_L=0, \quad dI=0 \text{ new. value.}$$

$$3 I_2 R = V_{3R}$$





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!

$$V_0 = 10 \text{ м/с.}$$

$$m \frac{dV}{dt} = F_T(t) - \Delta V$$

$$q=0.$$

$$F_T = \Delta V_2$$

$$\Delta = \frac{F_T}{V_2}$$

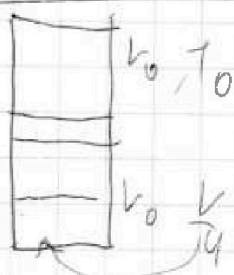
$$m a_{\text{ш}} = F_T - \Delta V$$

$$\frac{m V_0 L}{L} - \frac{m V_0 L}{L} = F_T L - \Delta V L$$

$$L(F_T - \Delta V)$$

$$\frac{(F_T - \Delta V) dL}{dt} = (F_T - \Delta V) \cdot V = P.$$

$$\frac{F_T \cdot dL}{dt} = (F_T \cdot V_2)$$



$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = V_1 R T_0$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = V_2 R T_0$$

$$\frac{V_1}{V_2} = 2$$

$$\Delta V_1 =$$

$$K P_0 \cdot W.$$

$$P_0 \frac{V}{2} = V_1 R T_0$$

$$P_0 \frac{V}{4} = V_2 R \frac{5}{4} T_0$$

$$\frac{P_0 V_1}{V_1 V_1} = \frac{T_0}{T_1}$$

$$P_0 \frac{V}{4} = V_1 R \frac{5}{4} T_0$$

$$V_1$$

$$V_1' = V_2 +$$

$$V_1 = 2 V_2$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = V_2 R T_0$$

$$P_0 \frac{V}{2} = V_1 R T_0$$

$$\frac{V_1}{V_2} = 2.$$

$$P_0 \frac{V}{4} = V_2 R T_0$$

$$V_1' = V_2 + K P_0 \frac{V}{4}$$

$$P_0 V_1 = V_1 R T_0$$

$$P_1 V_1' = V_1 R T_1$$

$$P_0 V_2 = V_2 R T_0$$

$$P_1 V_2' = V_2' R T_1$$

$$V_2' = V_2 \times K P_0 \cdot V_2$$