

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01

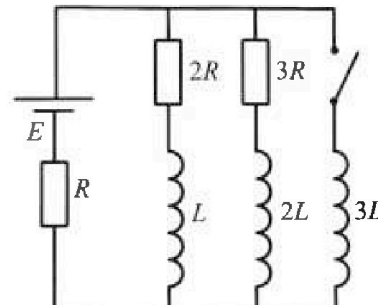
*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*



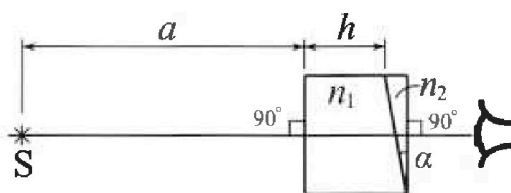
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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.

$$U_{in} + U_L = U_{nl}$$

$$64,12 \cdot 3L \sigma_3 -$$

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

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

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

$$v = v_0 + at$$

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

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

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

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



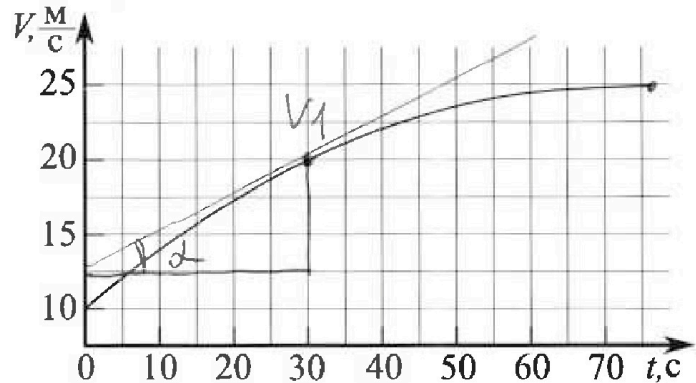
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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  $V_1$ ?

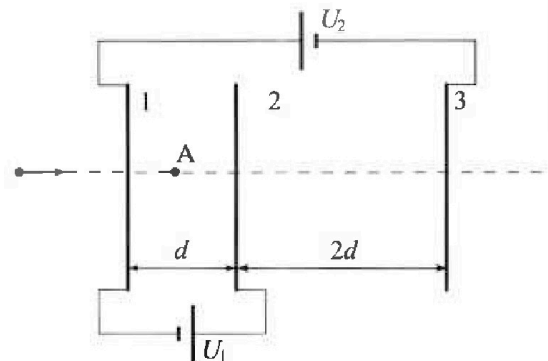
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд 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 нагрели до  $T = 5T_0/4 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/5$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением 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
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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!

м1(с. 3)

$$K_0 \frac{dL}{dt} = V(t)$$

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

По силе взаимодействия для движения действует на автомо-  
биль лишь сила тяги, тогда мощность двигателя

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

$$\text{или } V = V_1$$

$$P = P_1 \quad F_k = F_1 \quad V = V_1$$

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

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



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

Дано:

$$m = 1800 \text{ кг.}$$

$$F_k = 500 \text{ Н.}$$

$$a_{v_1} = ?$$

$$F_1 = ?$$

$$P_1 = ?$$

J-e

v(t) (с.1)

1) Для любого малого промежутка времени  $\Delta t$  справедливо:

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

Графически производная - угол наклона касательной в данной точке графика.

Тогда определим ускорение в момент, когда скорость тела равна  $V_1$ , проводим на графике касательную в этой точке, где  $\theta$  - скорость тела равна  $V_1$ .

$V_1$ .

$$V_1 = 20 \text{ м/с} - \text{по условию.}$$

Используя бланк заданных (или бланк заданий),

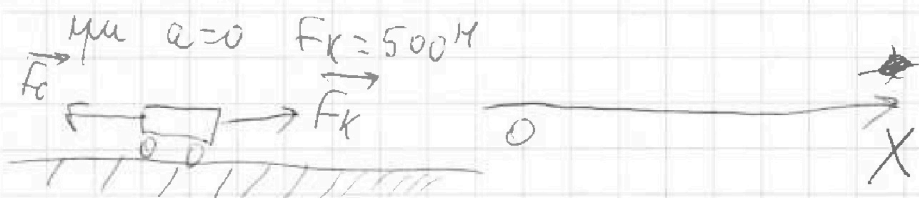
проведем касательную в точке  $V_1$ .

$$\tan \theta = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{20 - 12,5}{30 - 0} = \frac{7,5}{30} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = a_{v_1}$$

2) Мы знаем, что когда ~~разреш~~ ~~разреш~~ разрешим переписать  $a=0$ .

На графике  $a=0$ , когда  $\tan \alpha' = 0$ ,  $dV=0$  - когда касательная в некоторой точке будет горизонтальной.

Итак из графика,  $a=0$  при  $V_2 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



То на рисунке учтена все в той-же системе, действующие на тело в гориз. плоскости  $F_k$  - 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. N1(с.2)

По II з. Ньютона на ось

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

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

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

Зная ускорение автомобиля при  $V_1$ , определим силу тяги

$F_1$ .

В момент  $V = V_1$

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

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

$$450 = F_1 - 400$$

$$F_1 = 850 \text{ Н.}$$

2) Рассмотрим работу тяги за малое  $dt$ .

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

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

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

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

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!



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

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

$$P_0 \cdot \left(\frac{P_0}{2}\right) = V_1 R T_0$$

$$V_1 = 2V_2$$

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

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

$$\frac{5V_1 R T_0}{V} = \frac{20V_1^2 R T_0}{11V}$$

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

$$\frac{10V_1 R T_0}{V} = \frac{10V_1^2 R T_0}{11V}$$

$$P_1 \cdot \frac{11}{20} V = (V_1 + 0V) / R \cdot \frac{5}{4} T_0$$

$$P_1 = \frac{200}{44} \cdot \frac{100 R T_0 V_1^2}{V} =$$

$$P_1 = \frac{45 V_1^2}{11 V}$$

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

$$V_2 = \frac{2}{11} V_1$$

$$V_2 = \frac{2}{11} V_1$$

$$P_1 \cdot \frac{V}{8} = V_1 R T_0$$

$$P_1 = \frac{V_1 R T_0 5}{V}$$

$$P_1 \cdot \frac{11}{20} V = V_1^2 R T_0$$

$$P_1 = \frac{V_1^2 R T_0 20}{11V}$$

$$V_1^2 = V_2 + 0V$$

$$V = \frac{9}{11} V_1^2$$

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

$$V_1 = \frac{4}{11} V_2^2$$

$$\frac{V_1 R T_0 V_1^2}{V} = \frac{V_1^2 R T_0}{11V}$$

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!

Дано:

$$V$$
$$V_1 = \frac{V}{2}$$
$$V_2 = \frac{V}{4}$$

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

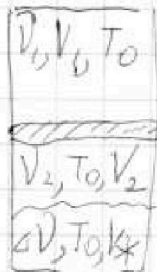
$$V_1' = \frac{V}{5}$$
$$K = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{с}}$$

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

$$D_1 = ?$$
$$D_2 = ?$$

$$p_0 = ?$$

$p = p_0$



В какой момент времени

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

снизу: азотом при темп.  $T_0$  и с максимальной

некоторого кол-ва углекислого газа  $\Delta V$ .

В какой 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:

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

Возьмем уравнение Менделеева-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 уравнения закона Бойля.

$$\Delta V = \nu \cdot p_0 \cdot V_2 = \nu \cdot p_0 \cdot V_2 \quad (3)$$



На одной странице можно оформить 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"/>	<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!

~~2~~  $\frac{1}{8} P_0 \cdot \frac{11}{10} V = \frac{1}{2} \cdot R \cdot \frac{1}{4} T_0$

$$v_1 = \frac{1100 \text{ V}}{8RT_0}$$

Ответ: 1) 2.

№2. (0.3)

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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

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

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1}{I \cdot R} = 2$$

✓ 2 (с. 2)

2, В процессе нагрева температура воздуха увеличивается, поэтому больше воздуха вытесняется из сосуда, чем было в начале, следовательно масса воздуха.

$$V_2' = V_2 + \Delta V = \frac{p_0 V_2}{R T_0} + K \cdot p_0 \cdot V_{\text{ст}} = \frac{p_0 V}{4 R T_0} + \frac{p_0 V}{4} \cdot K =$$

$$\frac{p_0 V}{4 R T_0} (1 + K R T_0)$$

Поскольку из сосуда вытесняется воздух, следовательно масса воздуха.

$$p_1 \cdot V_1' = V_1 \cdot R \cdot \frac{5}{4} T_0 \quad (4)$$

$$p_1 \cdot \frac{V_2'}{V_1} = V_2' \cdot R \cdot \frac{5}{4} T_0 \quad (5)$$

Поделим (4) на (5)

$$\frac{p_1 \cdot V_1 \cdot 2}{5 p_0 \cdot V_1} = \frac{5}{4}$$

$$p_1 = \frac{5}{8} p_0 \rightarrow \text{в(5)}$$

$$V_2' = V - V_1' - V_{\text{ст}} = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{4}{5} V - \frac{V}{4} = \frac{16V - 5V}{20} =$$

$$\frac{11V}{20} \rightarrow \text{в(5)}$$

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 шарики движутся в нижней части.

$$D_2 = \frac{\rho_0 v_2}{\rho T_0} ; D_1 = \frac{\rho_0 v_1}{\rho T_0}$$

$$\Delta v = K + \rho_0 \cdot K \cdot x$$

$$D_2' = \frac{\rho_0 v_2}{\rho T_0} + K \cdot \rho_0 \cdot K \cdot x = \rho_0 \left( \frac{v_2 + K \cdot K \cdot x \cdot \rho T_0}{\rho T_0} \right)$$

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

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

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{\rho_0 v_1}{\rho T_0} \cdot \frac{\rho T_0}{\rho_0 (v_2 + K \cdot K \cdot x \cdot \rho T_0)} = \frac{v_1}{v_2 + K \cdot K \cdot x \cdot \rho T_0}$$

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

$$\frac{v}{4} + \frac{1}{3} \cdot 10^3 \cdot 2,4 \cdot 10^3 \cdot \frac{v}{4}$$

2) в воде движется все по в-во, что было в жидкой среде  
и не меняется, тогда согласно уравнению Менделеева - Кирпичева.

$$p_1 \cdot v_2' = p_1 \cdot v_2 \cdot \frac{5}{4} T_0 \quad \text{в нижней части} \quad (4)$$

$$p_1 \cdot v_1' = p_1 \cdot v_1 \cdot \frac{5}{4} T_0 \quad \text{в верхней части} \quad (5)$$

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

$$\frac{p_1 \cdot v_1'}{p_0 v_1} = \frac{5}{4} ; \frac{p_1 \cdot v_2'}{5 p_0 v_2} = \frac{5}{4} \quad \frac{p_1}{p_0} = \frac{25}{8} ; p_1 = \frac{25}{8} p_0$$



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

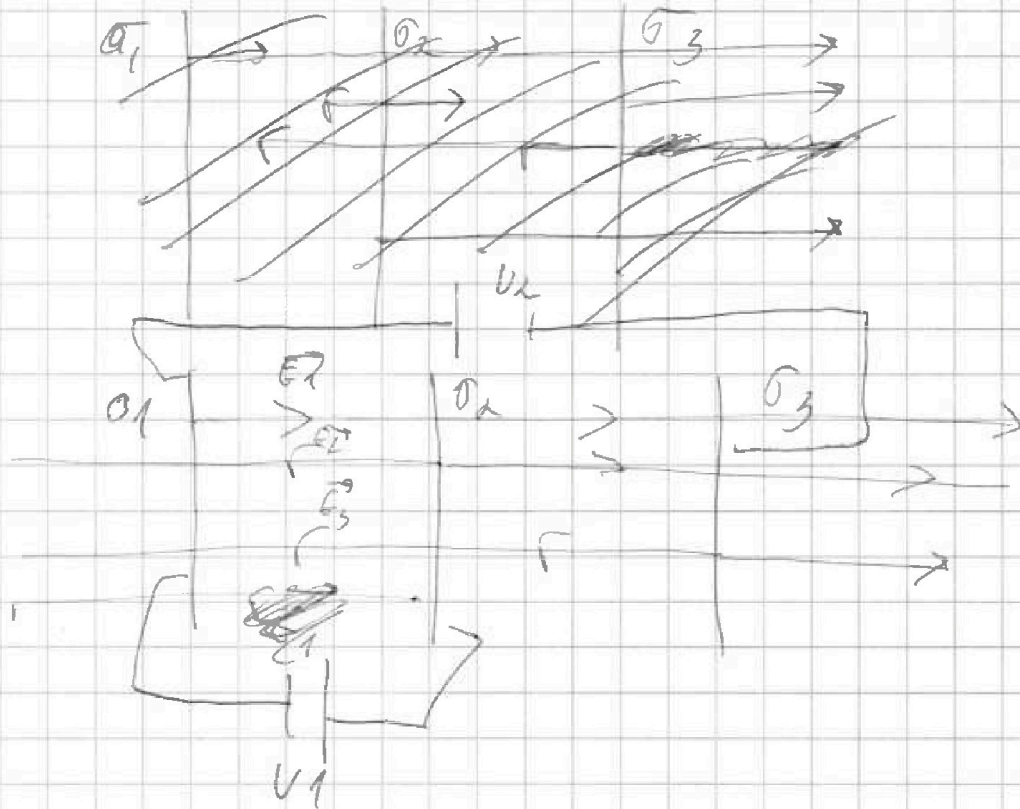
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Решено:

$P = 0$

N3C9.1)

$U_1 = U$   
 $U_2 = 4U$   
 $d,$   
 $q, V_0$   
 $a = ?$   
 $b_k = ?$   
 $V_{out}$



Рассмотрим поле в каждой из областей между

пластинами

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

~~поле~~ 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)

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

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

тоо 3.0.3

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

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

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

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

$$4\sigma_2 = \frac{9\epsilon_0 U}{d}$$

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

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

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

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

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

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

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

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!

Методы 1-2.

№3 (с.3)

$$E = - \frac{qQ}{2\epsilon_0 d} - \frac{7}{2} \frac{qQ}{2\epsilon_0 d} + \frac{5}{2} \frac{qQ}{2\epsilon_0 d}$$

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

$$a = \frac{E \cdot q}{m} = \frac{V \cdot q}{m \cdot d}$$

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

2)  $\frac{m}{2}(v_1^2 - v_2^2) =$  то же время  $t_{\text{выл}} 1$  и  $2$  мило

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

то 0 3 с.2.

$$k_1 + A = k_2$$

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

$$k_1 - k_2 = -q \cdot \frac{V}{d} \cdot d = qV$$

$$k_1 - k_2 = -q \cdot \Delta V = -q \cdot \frac{1}{4} \frac{V}{d} \cdot d = \left[ -\frac{qV}{4} \right]$$

3) Метод 1 и 2  $a = \cos \theta = \frac{Vq}{4dm}$

с этим ускорением тело пройдет путь  $\frac{d}{3}$ , масса

$$\frac{d}{3} = \frac{v_A^2 - v_0^2}{2a} = \frac{d}{3} = \frac{v_A^2 - v_0^2}{2 \cdot \frac{Vq}{4dm}}$$

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

МФТИ

1  2  3  4  5  6  7

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

Задача: 1)  $\frac{Uq}{4\pi m}$  2)  $-\frac{aU}{4}$  3)  ~~$\sqrt{V_0^2 + \frac{Uq}{6m}}$~~

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

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

~~$$\frac{3}{b} \frac{U}{m} = V_A^2 - V_0^2$$~~

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

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

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

Задача: 1)  $\frac{Uq}{m d}$  2)  $qU$  3)  ~~$\sqrt{V_0^2 - \frac{3}{b} \frac{U}{m}}$~~

4)  $\sqrt{V_0^2 - \frac{2}{3} \frac{Uq}{m}}$

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!

~~$V_{12}$~~

мч (с.2)

3)  $V_{12} + V_L = V_{3L}$ , где  $V_{12}$  - напр. на резисторе  $2R$ ,  
 $V_L$  - на катушке  $L$ ,  $V_{3L}$  - на катушке  $3L$ .

$$I_{12} \cdot 2R + L \frac{dI_L}{dt} = 3L \frac{dI_{3L}}{dt}$$

$$dI_{12} \cdot 2R + L \cdot dI_L = 3L dI_{3L}$$

Через точку зрения кратчайшим путем ток течет на катушке  
на равно шло, ток не будет идти через катушку  
 $3L$  и резистор  $R$ , т.к. это путь наибольшей энергии,  
можно считать.

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

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

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

$$\delta Q = LR = \frac{30}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$\delta Q = \frac{30}{22} \frac{\mathcal{E} \cdot L}{R^2}$$

Ответ:  $\frac{30}{22}$

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

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

3)  $\frac{30}{22} \frac{\mathcal{E}L}{R^2}$

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:

$\mathcal{P}$ -е.

№4 (с.1)

$\mathcal{E}, R, L$

В установившемся состоянии  $I = \mathcal{E} \cos \phi$ ,  $\delta I = 0$ ,

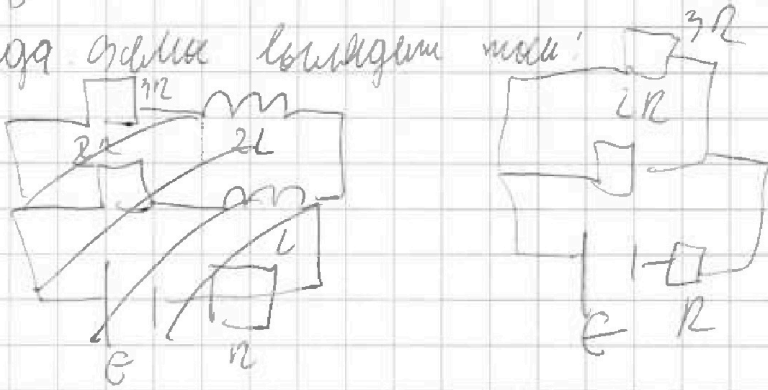
$I_1 = ?$

е знаем  $V_L = 0$  — напряжение на катушке обнуляется,

$\mathcal{E} = ?$

тогда, чтобы выключить ток:

$I_2 = ?$



$$\mathcal{E} = 2I_1 \mathcal{E} + I_2 R$$

$$2I_1 R = 3I_2 R \Rightarrow I_1 = 1,5 I_2$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$I = 2,5 I_2$$

$$\mathcal{E} = 3R \cdot 2,5 I_2 + 2,5 I_2 R$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{11R} \quad \left[ I_1 = \frac{3}{2} I_2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{2\mathcal{E}}{11R} = \frac{3\mathcal{E}}{11R} \right]$$

1) В момент замыкания.

$$3I_2 R = V_3, \text{ где } V_3 = 3LI'$$

$$3I_2 R = 3LI' \quad \left[ I' = \frac{I_2 R}{L} = \frac{2\mathcal{E}}{11RL} \right]$$



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!

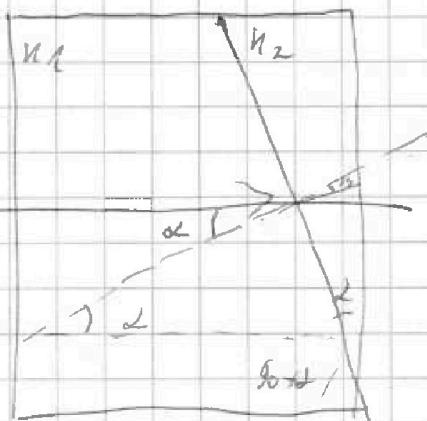
Дано:

$\angle \alpha = 90^\circ$

1)  $n_1 = n_b = 1$

$n_2 = 1,7$

№ 5 (0,1)



По 3-му Снеллиа

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

$\alpha, \beta$  — м. ч. ,  $\sin \alpha \perp \sin \beta$  ,  $\sin \beta = 0$

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

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

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

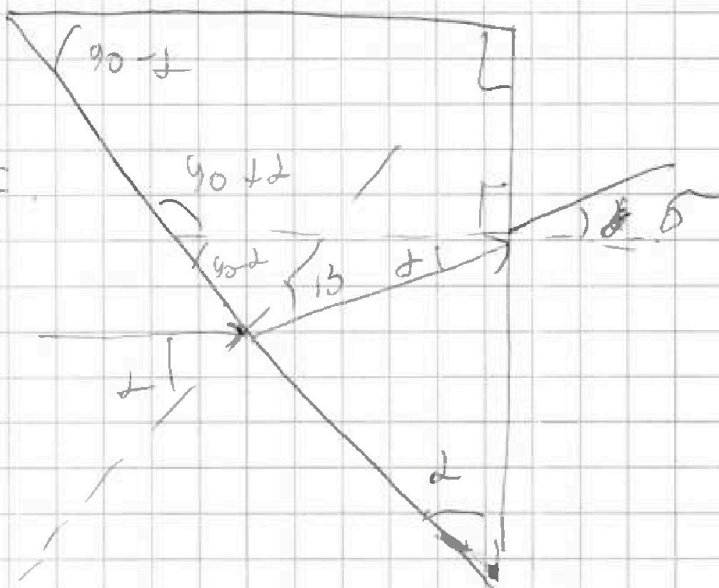
$\alpha - \beta$

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

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

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

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



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.3)

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

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

?

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!



в конце.  $V_{n2} = 0$

$$\varepsilon = \frac{L d T}{z} + I \cdot R$$

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

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

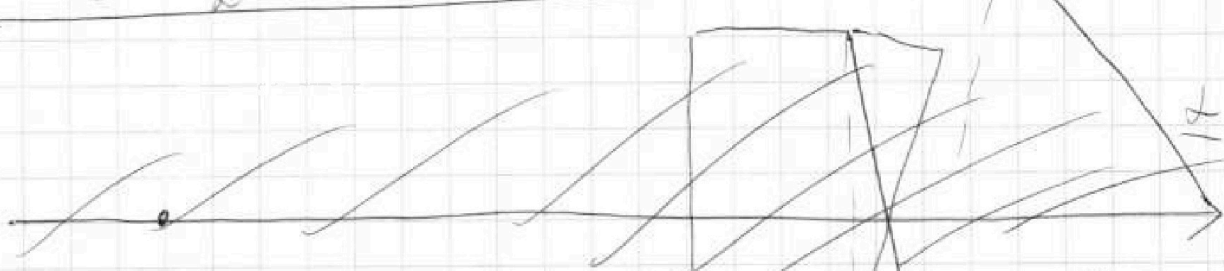
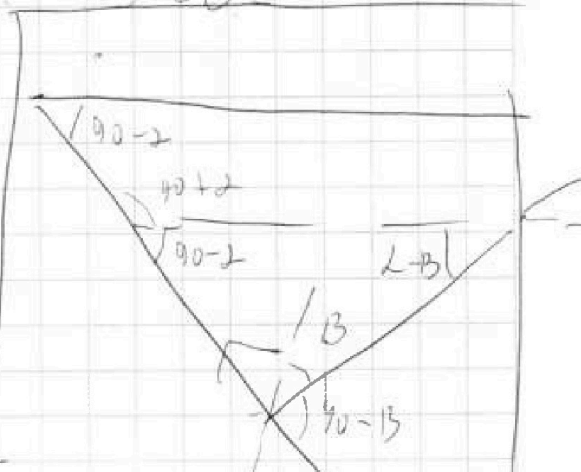
$$V_{n2} = \varepsilon + V_{n1} - I \cdot R$$

$$I \cdot R = \frac{L d T}{z}$$

$$dV_{n2} R = L dT$$

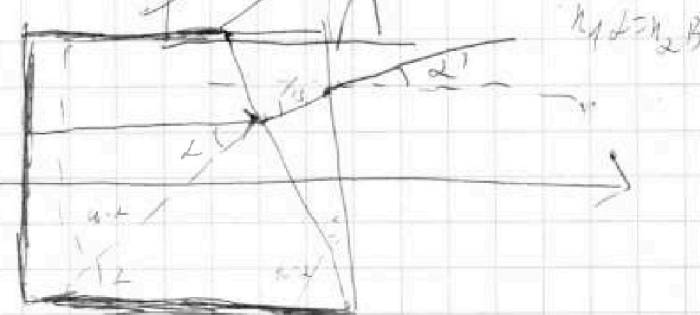
$$3 I \cdot R + V_{n2} = V_{n1}$$

$$\varepsilon + R = 0$$



$$L = \frac{2(n_2 - n_1) d}{n_1}$$

$$n = \frac{n_1 d}{R_2}$$



$$180 - 90 \pm 2 \pm \dots$$

$$L = B$$

$$n_2 \perp - n_1 \perp B = n_1 \perp d$$

$$n_2 \perp - n_1 \perp d = n_1 \perp d$$



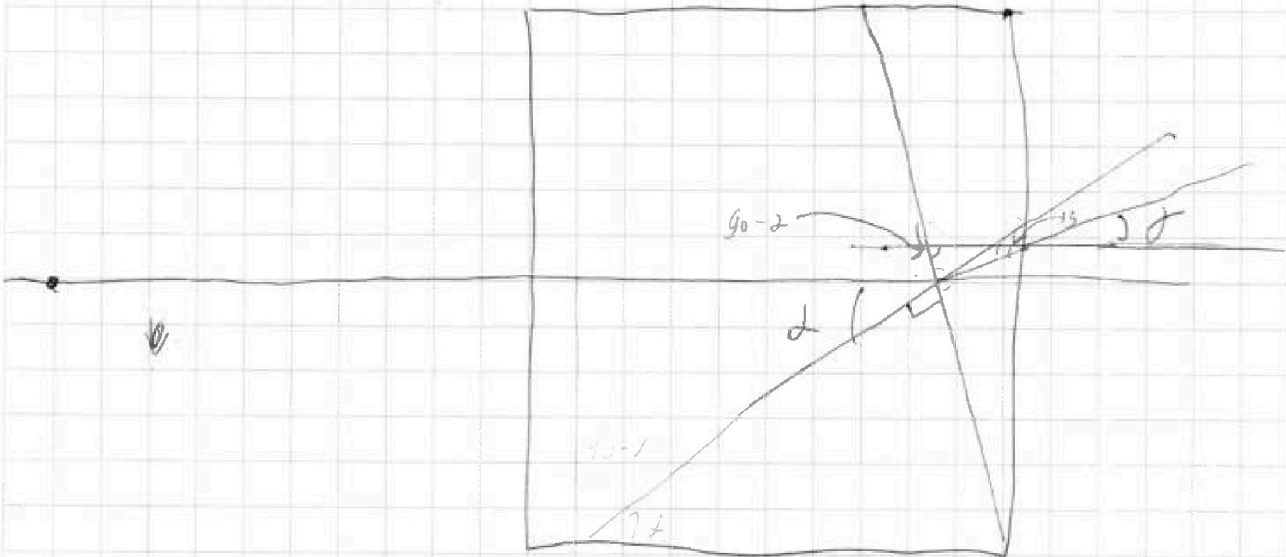
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

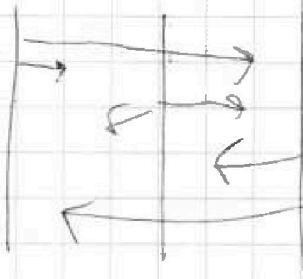
МФТИ

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



$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$\frac{q_1}{\epsilon} = \frac{q}{\epsilon_0}$$



$$E_1 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0}$$

$$E_1 \cdot d + E_2 \cdot 2d$$

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

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

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!



$$\frac{v_1'}{v_1} = \frac{v_2'}{v_2} = \frac{v_2 + k \rho_0 v_2}{2D_L}$$

$$\frac{v_2'}{v_1} = \frac{1}{2} + \frac{k \rho_0 v_2}{2D_L}$$

$$P_0 \frac{v_1 - v_2}{2} = R \cdot T_0$$

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

$$V_2 = 450,00$$

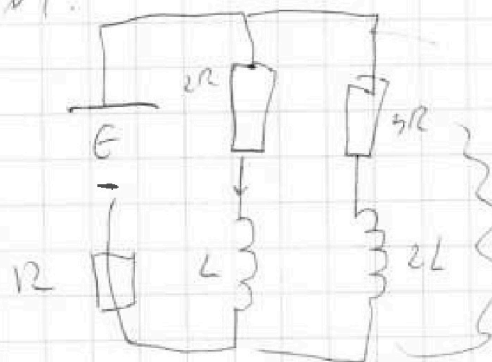
$$R \cdot \frac{5}{4} T_0 = 3 \cdot 10^3$$

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

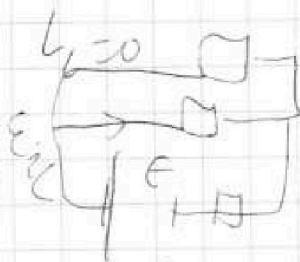
$$\begin{array}{r} 12,5 \\ - 20,24 \\ \hline 20' \end{array}$$

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

17.



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



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

$$3R I_2 = 2R I_1$$

$$I_1 = 1,5 I_2$$

$$I = 1,5 I_2$$

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

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

$$5,25 R I_2 = E$$

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

$$I_1 = \frac{3}{4} \cdot \frac{E}{4R} = \frac{3E}{16R}$$

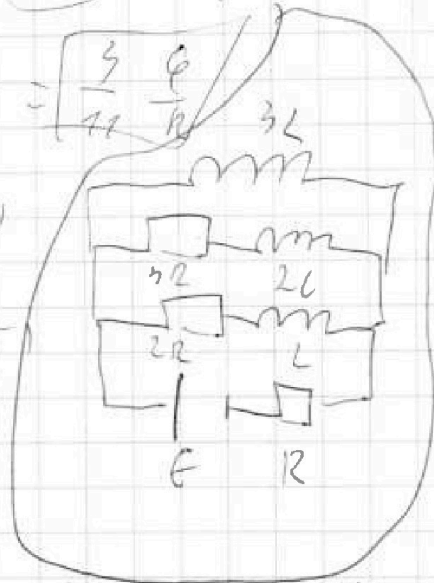
$$3I_2 \cdot R = 5,25 I_2 R$$

$$\frac{3 \cdot 2}{4} \cdot \frac{E}{R} = 5,25 I_2$$

$$I = \frac{2}{4} \cdot \frac{E}{R} = \frac{E}{2R}$$

1)  $t \rightarrow 0$   $U_L = 0$ ,  $dI = 0$  - new. dffer.

$$3I_2 R = U_{3R}$$



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!

$$V_0 = 10 \text{ м/с.}$$

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

$$e=0, \quad F_T = \Delta V_2, \quad \Delta = \frac{F_T}{V_2}$$

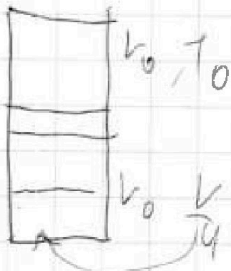
$$m a_{\text{ш}} = F_T - \Delta V$$

$$\frac{m \cdot v_0 \cdot t}{L} = \frac{m \cdot v_0 \cdot t}{L} = F_T \cdot t - \Delta V \cdot t$$

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

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

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



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

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

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

$$\Delta V_1 =$$

$$K P_0 \cdot W$$

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

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

$$\frac{P_0 V_1}{P_1 V_1'} = \frac{T_0}{T}$$

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

$$V_1$$

$$V_1' = V_2 +$$

$$V_1 = 2V_2$$

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

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

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

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

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

$$P_0 V_1 = V_1 R T_0$$

$$P_1 V_1' = V_1 R T$$

$$P_0 V_2 = V_2 R T_0$$

$$P_1 V_2' = V_2 R T$$

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