

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-04

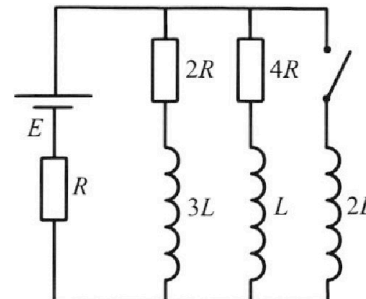
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



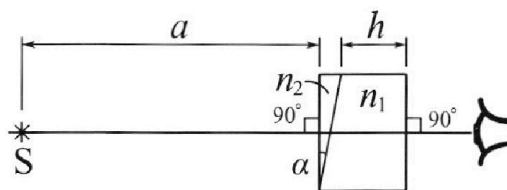
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $4R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $2L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $4R$  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  $a = 100$  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  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.



(см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  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  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

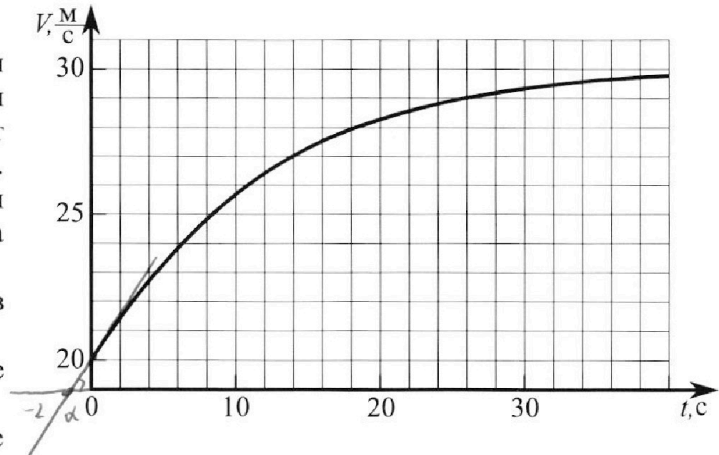
## Вариант 11-04



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 240$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна  $F_k = 200$  Н.

- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность числа нного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

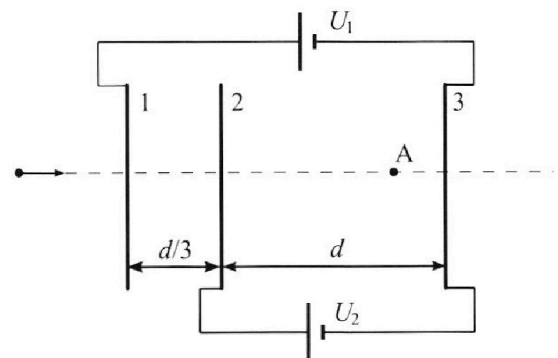


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $3V/8$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/8$ .

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  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  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.

- 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.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $d/3$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = 5U$  и  $U_2 = U$ . Частица массой  $m$  и зарядом  $q > 0$  движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость  $V_0$  на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд  $q$  намного меньше модуля зарядов сеток.



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- Найти разность  $K_3 - K_2$ , где  $K_2$  и  $K_3$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $3d/4$  от сетки 2.

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input 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!

mt.  $P_T = \text{const}$ ,  $\rho_0$ .

$\nu_0 \cdot F_{T0} = \nu_k \cdot F_k$ , где  $\nu_0$  - скорость в кан. шланге  
 $\nu_0 = 20 \text{ м/с}$ .

$$F_{T0} = \frac{\nu_k \cdot F_k}{\nu_0}$$

подставим в ур-ние (1):

$$\frac{\nu_k \cdot F_k}{\nu_0} - F_0 = m a_0$$

$$F_0 = \frac{\nu_k \cdot F_k}{\nu_0} - m a_0 = \frac{30 \cdot 200}{20} - 240 \cdot 0,5 = 300 - 120 = 180 \text{ Н}$$

3) найти  $\rho_{c0}$  - плотность смеси шланг. в канале шланга.

$$\rho_{c0} = F_0 \cdot \nu_0$$

$P_{T0} = F_{T0} \cdot \nu_0$  - мощность двигателя в кан. шланге.

$$F_{T0} = \frac{\nu_k \cdot F_k}{\nu_0}$$

$$P_{T0}: P_{T0} = \frac{\nu_k \cdot F_k}{\nu_0} \cdot \nu_0 = \nu_k \cdot F_k$$

$$\frac{\rho_{c0}}{P_{T0}} = \frac{F_0 \cdot \nu_0}{\nu_k \cdot F_k} = \frac{180 \cdot 20}{30 \cdot 200} = \frac{3}{5}$$

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!

Дано:  
 $m = 240 \text{ кг}$   
 $P_T = \text{const}$

$F_k = 200 \text{ Н}$

$a_0 = ?$

$F_0 = ?$

$\frac{P_{T0}}{P_T} = ?$

1)  $a = \frac{d^2 l}{dt^2}$ , т.е. постоянная скорость  
во времени, и то:

веди как бы ускорение в кас. плоскости,  
нужно выбрать касательную к графику  $v(t)$  в  
точке с абсциссой  $t=0$ , тогда касательная  
касательная будет равна ускорению  
по направлению к кас. плоскости.

т.е. ускорение:  $\tan \alpha = \frac{30}{2} = a_0$

$$a_0 = 0,5 \text{ м/с}^2$$

2)  $F_0 = ?$

в 3-к Ньютона где  $t=0$ :

$F_{T0} - F_0 = m a_0(t)$ , где  $F_{T0}$  - сила натяжения  
по направлению к кас. плоскости

т.е.  $P_T = \text{const}$ , тогда  $P_T = \frac{A_T}{\Delta t} = \frac{F_T \cdot \Delta S}{\Delta t} = F_T \cdot v = \text{const}$ ,

т.е. в любой момент времени сила натяжения  
по направлению к кас. плоскости одинакова.

в 3-к Ньютона где по направлению к кас. плоскости, тогда ускорение уже равно нулю,  
т.е. по направлению к кас. плоскости  $a=0$

$$F_T - F_k = F_T - F_k = 0 \Leftrightarrow F_T = F_k$$

т.е. сила натяжения  $v_k = 30 \text{ м/с} \rightarrow P_T = F_T \cdot v_k = F_k \cdot v_k$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$\text{где } \frac{8J_1 RT_{\#}}{V} = P_{\text{ам}} + \frac{2(J_2 + \frac{3}{4} k p_0 V) RT_{\#}}{V}$$

$$P_{\text{ам}} V = 8 J_1 RT_{\#} (8J_1 - 2J_2 + \frac{3}{4} k p_0 V)$$

$$\text{из } \frac{J_1}{J_2} = 4, \text{ то:}$$

$$P_{\text{ам}} V = RT_{\#} (8 \cdot 4J_2 - 2J_2 + \frac{3}{4} k p_0 V)$$

$$P_{\text{ам}} V = RT_{\#} (30J_2 + \frac{3}{4} k p_0 V)$$

$$P_{\text{ам}} V = RT_{\#} (30 \cdot \frac{P_{\text{ат}}}{8RT_0} + \frac{3}{4} k p_0 V)$$

$$P_{\text{ам}} = \frac{15}{4} p_0 \cdot \frac{T_{\#}}{T_0} + \frac{3}{4} k p_0 \cdot RT$$

$$P_{\text{ам}} = \frac{15}{4} p_0 \cdot \frac{4}{3} + \frac{3}{4} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot p_0 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3}$$

$$P_{\text{ам}} = 5p_0 + \frac{3}{4} \cdot 3 \cdot \frac{3}{5} p_0$$

$$P_{\text{ам}} = \frac{20}{5} p_0 + \frac{27}{20} p_0$$

$$P_{\text{ам}} = \frac{127}{20} p_0 \Rightarrow \boxed{p_0 = \frac{20}{127} P_{\text{ам}}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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

$V, T_0$

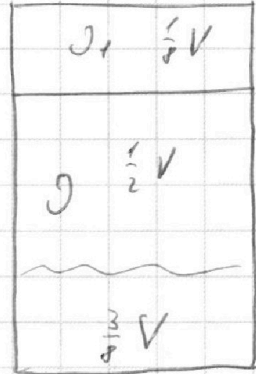
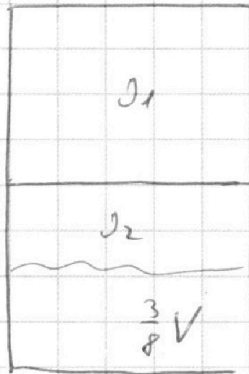
$T = \frac{4}{3} T_0 = 2733 \text{ K}$

$k = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ моль/см}^3 \cdot \text{Па}$

$R T \approx 3 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/моль}$

$\frac{D_1}{D_2} = ?$

$\frac{1}{2} V$



пусть  $D_1$  и  $D_2$  - кол. кол-во  $\text{CO}_2$  в верх. и нижнем сосудах.

1) газ  $\text{CO}_2$  в верхнем сосудах:

$p_0 \frac{1}{2} V = D_1 R T_0$

газ  $\text{CO}_2$  в нижнем сосудах:

$p_0 (\frac{1}{2} V - \frac{3}{8} V) = D_2 R T_0$

$\Rightarrow D_2 = \frac{p_0 V}{8 R T_0}$

$\frac{D_1}{D_2} = 4$

2) т.е. в сосудах  $\text{CO}_2$  объем  $\text{CO}_2$  в верхнем сосудах  $\frac{1}{2} V$ , но

объем нижнего сосуда  $\frac{1}{2} V$ .

пусть  $D_p$  - сколько расширился газ в сосудах.

$D_p = k p_0 \cdot \frac{3}{8} V$ , пусть  $D = D_2 - k p_0 \cdot \frac{3}{8} V$ , где  $D$  - кол-во оставшегося газа при  $T = T_0$ , пусть

$\frac{1}{2} V$  - кол-во  $\text{CO}_2$  в сосудах при  $T = T_0$ , пусть

давление  $p_0$  при  $T = 2733 \text{ K}$  равно  $p_0$ ; пусть  $p_1$  - давление в сосудах при  $T = 2733 \text{ K}$  равно:

$p_1 = p_2 + p_{\text{атм}}$ , где  $p_2$  - давление  $\text{CO}_2$  в сосудах.

газ  $\text{CO}_2$  в верхнем сосудах:  $p_1 \frac{1}{2} V = D_1 R T \Rightarrow p_1 = \frac{8 D_1 R T}{V}$

газ  $\text{CO}_2$  в нижнем сосудах:  $\frac{1}{2} V \cdot p_2 = (D_2 - \frac{3}{8} k p_0 V) R T \Rightarrow p_2 = \frac{2 D_2 (D_2 - \frac{3}{8} k p_0 V)}{V}$

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!



Будет равна:  $A_{13} = \frac{1}{2\cos} F_{13} \cdot l$ , где  $l$  - расстояние  
от  $\Rightarrow$  до машины:

$F_{13} = \frac{1}{2\cos} (q_1 + q_2 + q_3) \cdot q = 0$ , и то  $A_{13} = 0$ , когда  
скорости  $v_1$   $\neq$   $v_2$  при входе при  $l$  машины равна:  
 $U_1 = U_0$  - по ЗСЭ.

ЗСЭ где приращение от  $l$  машины до тела  $d$ :

$$K_A - K_1 = \Delta_{1A} \quad \frac{U_1 - U_2}{d/3}$$
$$A_{1A} = \frac{1}{2\cos} (q_1 - q_2 - q_3) \cdot d/3 \cdot q + \frac{1}{2\cos} (q_1 + q_2 - q_3) \cdot \frac{U_2}{d} \cdot \frac{3}{4} d \cdot q =$$

$$= (U_1 - U_2) q + \frac{U_2}{d} \cdot \frac{3}{4} d \cdot q = \frac{4}{4} U_1 q + \frac{3}{4} U_2 q =$$
$$= \frac{19}{4} U q$$

ЗСЭ:  $\frac{mU_1^2}{2} - \frac{mU_0^2}{2} = \frac{19}{4} U q$

$$mU_1^2 - mU_0^2 = \frac{19}{2} U q$$

$$U_1^2 - U_0^2 = \frac{19}{2} U q / m$$

$$U_1^2 = U_0^2 + \frac{19 U q}{2m}$$

$$U_1 = \sqrt{U_0^2 + \frac{19 U q}{2m}}$$

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**

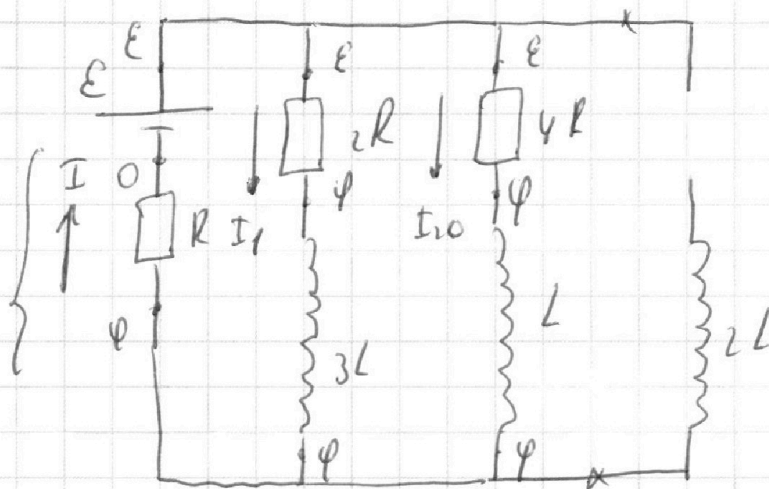
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1)  $I_{20}$  - ?

2)  $I'_1(t)$  - ?

3)  $\varphi_{4R}$  - ?

след  
полюсов



1) рассм. узл. до замыкания цепи:

уст. режим  $\Rightarrow U_L = U_{3L} = U_L = 0$

$$I = \frac{\varphi}{R} \quad I_1 = \frac{E - \varphi}{2R} \quad I_{20} = \frac{E - \varphi}{4R}$$

ЗСЗ:  $I_1 + I_{20} = I$

$$\frac{E - \varphi}{2R} + \frac{E - \varphi}{4R} = \frac{\varphi}{R}$$

$$\frac{1}{2}E - \frac{1}{2}\varphi + \frac{1}{4}E - \frac{1}{4}\varphi = \varphi$$

$$\frac{3}{4}E = \frac{3}{4}\varphi + \varphi = \frac{7}{4}\varphi$$

$$\varphi = \frac{3}{7}E \quad \Rightarrow \quad I_{20} = \frac{E - \varphi}{4R} = \frac{E - \frac{3}{7}E}{4R} = \frac{4E}{7 \cdot 4R} = \boxed{\frac{E}{7R}}$$

2) рассмотрим узл. сразу после замыкания цепи.

$$I_1 = \frac{E - \varphi}{2R} = \frac{\frac{4}{7}E}{2R} = \boxed{\frac{2E}{7R}}$$



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!

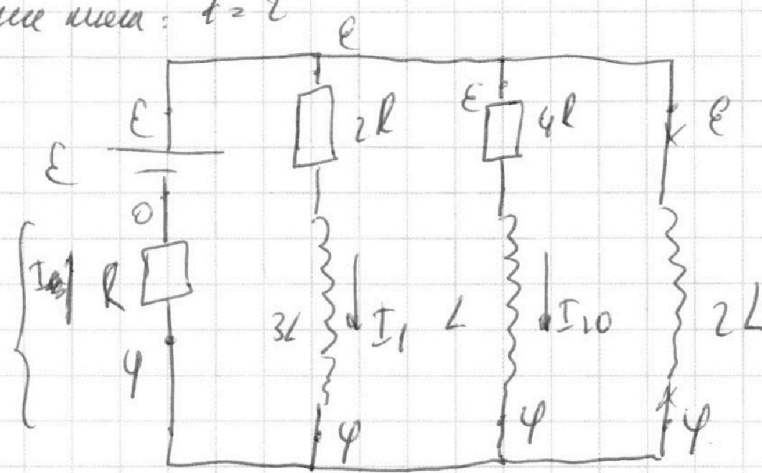
сразу после замыкания ключа:  $t = \tau$

$$I_{2L}(\tau) = 0$$

$$I_{3L}(\tau) = I_1$$

$I$

эту  
матрицу

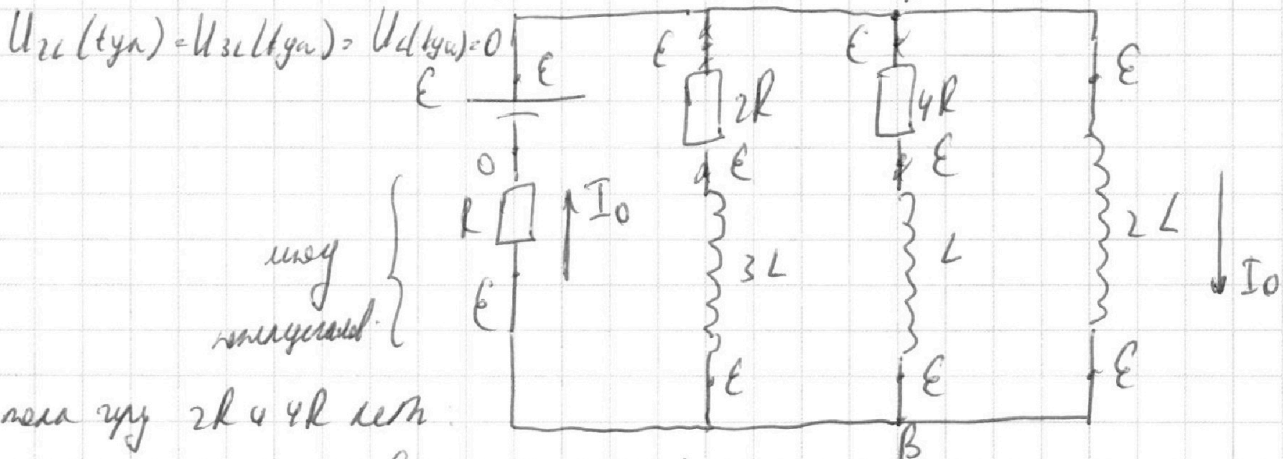


т.е. сразу после замыкания  $2L$  подаем, но все равно остается  
прозрачным  $\Rightarrow \varphi = \frac{3}{7} E$ , тогда

$$U_{2L}(\tau) = E - \varphi = \frac{4}{7} E$$

$$U_{2L}(\tau) = 2L \cdot I'_{2L}(\tau) \Rightarrow I'_{2L}(\tau) = \frac{2E}{7L}$$

3) рассмотрим част. решение:  $t = t_{уст}$



$I_{2L}(t_{уст}) = I_0 = \frac{E}{R}$ ; решим  $\Theta U_{AB} \approx U_{AB} =$  в первую очередь  
времем:  $\varphi_A - \varphi_B = 4R \cdot I_1 + U_{2L} = U_{2L}$ ,  $4R \cdot I_1 + L \cdot \frac{\partial I_{1L}}{\partial t} = 2L \cdot \frac{\partial I_{2L}}{\partial t}$

$4R \cdot I_1 + L \cdot 0 = 2L \cdot \frac{\partial I_{2L}}{\partial t}$ , проинтегрируем от  $\tau$  до  $t_{уст}$ :

$$4R \cdot I_0 + L(0 - I_{20}) = 2L \cdot (I_0 - 0) \Rightarrow \varphi_{4R} = \frac{2LI_0 + LI_{20}}{4R} = \frac{15LE}{28R^2}$$



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

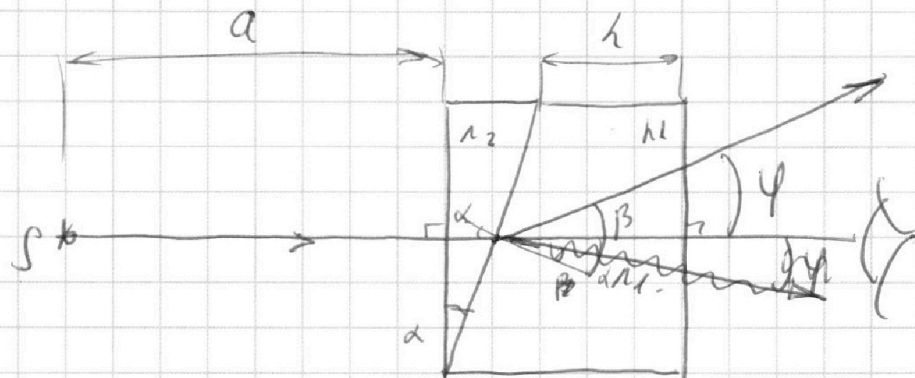
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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

$n_1 = 1, n_2 = 1,7$   
 1)  $n_1 = 1$   
 $n_2 = 1,7$   
 $\varphi = ?$   
 $a = 100 \text{ см.}$   
 $h = 14 \text{ см.}$



1) где углы  $n_2$  и  $n_1$ :

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

$$\beta = \frac{\alpha n_2}{n_1} \Rightarrow \varphi = \beta - \alpha = \frac{\alpha n_2}{n_1} - \alpha = \alpha \frac{n_2 - n_1}{n_1} =$$

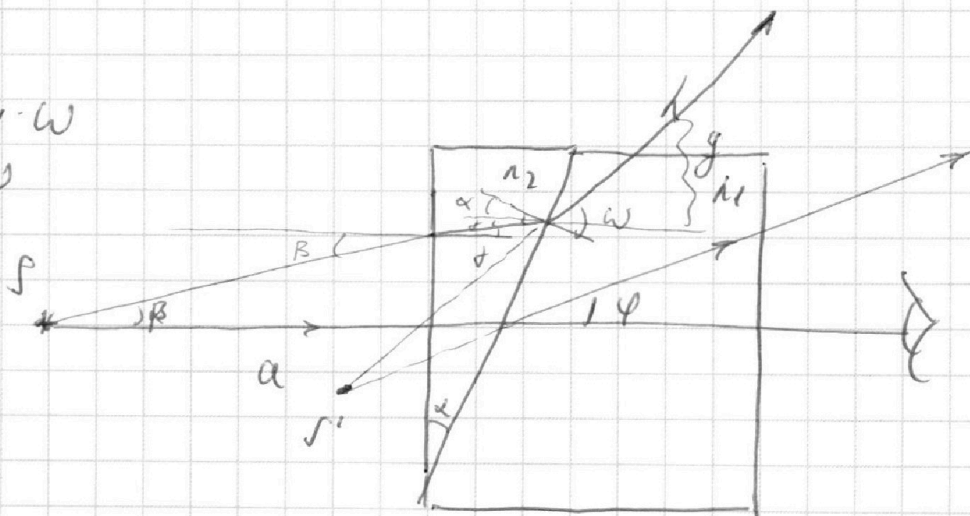
$$= \alpha \cdot \frac{1,7 - 1}{1} = 0,7 \cdot \alpha = 0,7 \cdot 0,1 = \boxed{0,07 \text{ рад}}$$

2)  $n_1 = n_0 = 1, n_2 = 1,7, l = ?$

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

$$(\alpha + \beta) n_2 = n_1 \cdot l$$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



$\alpha \cdot n_2 = \beta$

$n_1, n_2$

$n = 1$

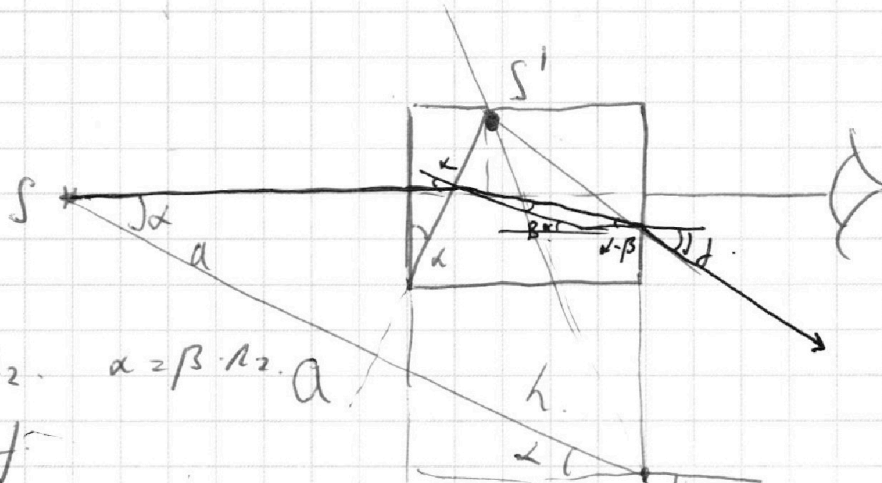
$a = 100 \text{ см}$

$d = 0,1 \text{ мф.}$

$h = 14 \text{ см.}$

$n_1 = n_2 = 1,0$

$n_2 = 1,7$



$d \cdot 1 = \beta \cdot n_2 \quad \alpha = \beta \cdot n_2 \cdot a$

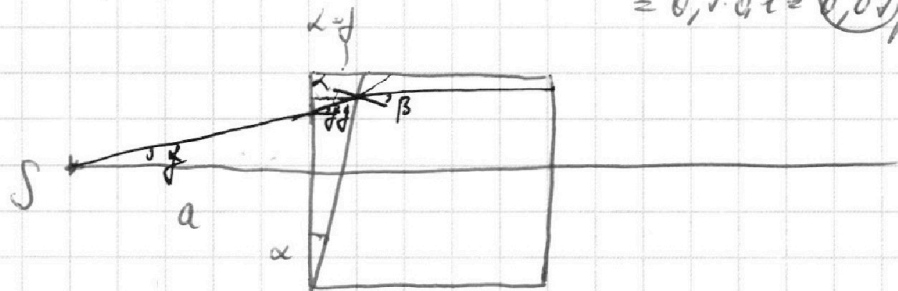
$(\alpha - \beta) \cdot n_2 = d$

$d = (\alpha - \beta) \cdot n_2 = \beta \cdot n_2 \left( \alpha - \frac{\alpha}{n_2} \right) \cdot n_2 = \alpha \cdot n_2 - \alpha = \alpha (n_2 - 1) = 0,1 (1,7 - 1) = 0,07 \cdot a = 0,07 \cdot 100$

$n_1 = n_2 = 1,0$

$n_2 = 1,7$

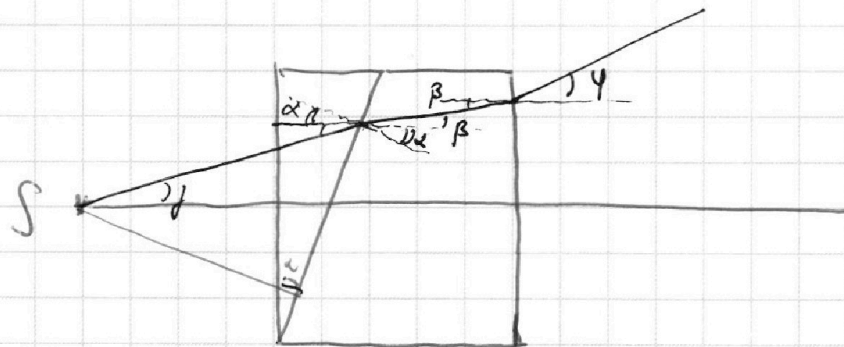
$b = ?$



$\alpha + \beta = (\alpha + \beta) n_2$

$\beta \cdot n_2 = \psi$

$\alpha + \beta = \alpha n_2 + \psi$



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

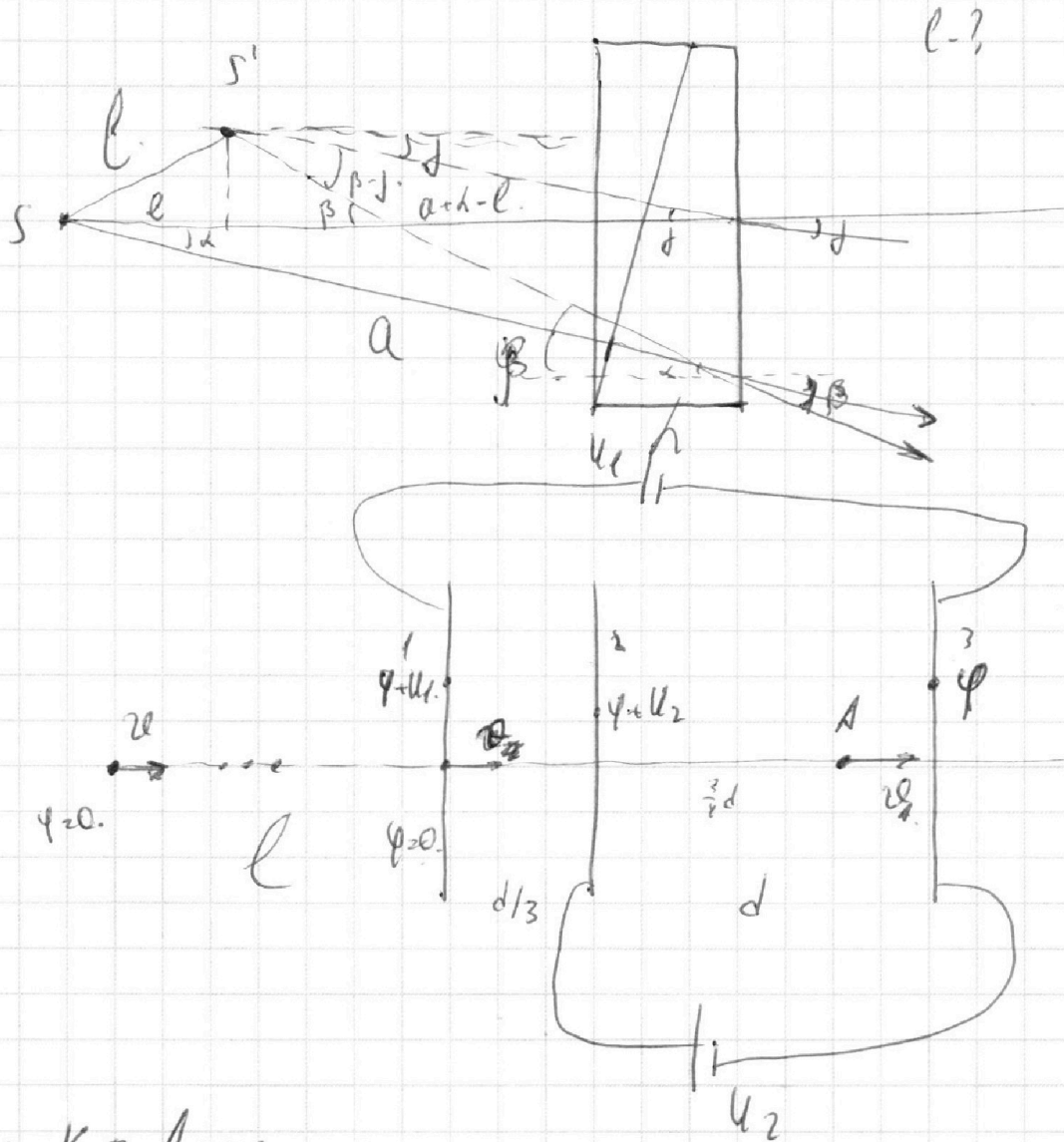
Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



$$K_H - K = A_{\text{полл}} \cdot \varphi = 0$$

$$A_{\text{полл}} = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\epsilon_0 S} \cdot l = 0$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

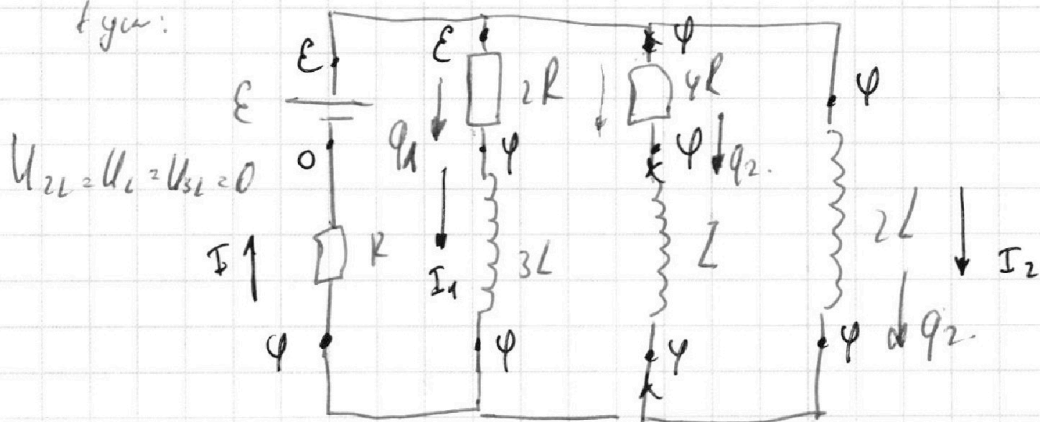
1  2  3  4  5  6  7



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



Рисунок:



$U_{2L} = U_L = U_{3L} = 0$

$I_2 = \frac{E - \varphi}{2R} \quad I_1 = \frac{\varphi}{R}$

§

$2R \cdot I_1 \cdot dt + 3L \cdot \Delta I_{3L} = 2L \cdot \Delta I_{2L}$

$4R \cdot I_1 + U_L = U_{2L}$

$R \cdot q_1 + 3L (I_1 - I_{10}) = 2L \cdot I_2$

$4R \cdot I_1 + L \cdot I_1' = 2L \cdot I_2'$

$2R q_1 + 3L (I_1 - I_{10}) = 2L I_2$

$4R \cdot I_1 + L \cdot \frac{\Delta I_L}{\Delta t} = 2L \cdot \frac{\Delta I_{2L}}{\Delta t}$

$\varphi = E$

$4R I_1 \cdot dt + L \cdot \Delta I_L = 2L \cdot \Delta I_{2L}$

$I_2 = I_1 = \left( \frac{E}{R} \right)$

$4R \cdot q + L (0 - I_{10}) = 2L \cdot (I_2 - 0)$

$4R q - L \cdot I_{10} = 2L I_2$

$4R q - L I_{10} = 2L \cdot \frac{E}{R}$

$q_{4R} = \frac{2L \cdot \frac{E}{R} + L \cdot \frac{E}{2R}}{4R} = \frac{2LE + LE}{4R} = \frac{3LE}{4R}$

$4R q_{4R} - L I_{10} = 2L I_{10} \quad q_{4R} = \frac{2L I_{10} + L I_{10}}{4R} = \frac{3LE}{4R} = \frac{15LE}{28R^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

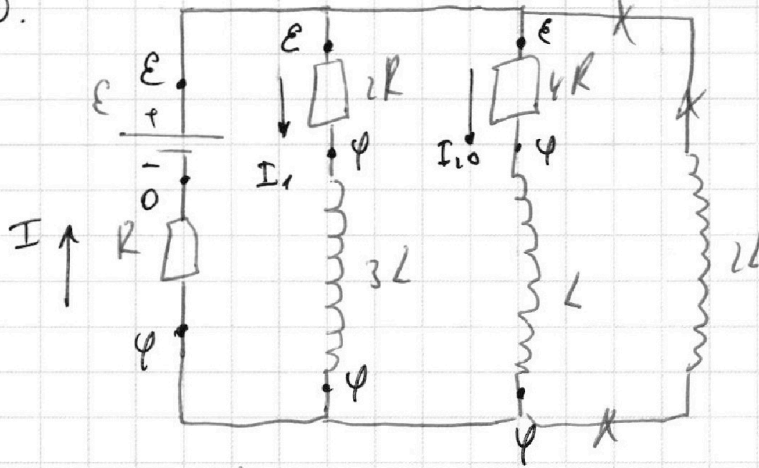
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

**МФТИ**

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

$I_{10}(0)$

$U_{2L}(0) = U_{3L}(0) = 0.$



$I = \frac{\varphi}{R}$    
  $I_1 = \frac{E - \varphi}{2R}$    
  $I_{20} = \frac{E - \varphi}{4R}$

$I_1 + I_{20} = I$

$\frac{\varphi}{R} = \frac{E - \varphi}{2R} + \frac{E - \varphi}{4R}$

$\varphi = \frac{1}{2}(E - \varphi) + \frac{1}{4}(E - \varphi)$

$\frac{3}{4}\varphi = \frac{3}{4}E - \frac{3}{4}\varphi$

$\frac{3}{4}\varphi = \frac{3}{4}E$

$I_{10} = \frac{E - \varphi}{4R} = \frac{E - \frac{3}{4}E}{4R} =$

$= \frac{\frac{1}{4}E}{4R} = \frac{E}{16R}$

$\varphi = \frac{3}{4}E$

2)  $I'_{2L}(0) - ?$

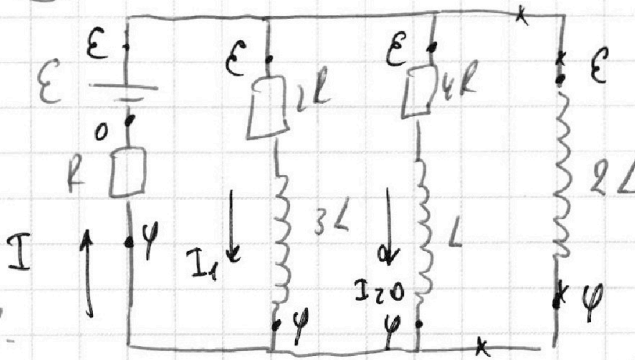
$I_{2L} = 0.$

$\varphi = RI = R \cdot \frac{E}{4R} = \frac{E}{4}$

$U_{2L}(0) = E - \frac{3}{4}E = \frac{1}{4}E$

$U_{2L}(0) = 2L \cdot I'_{2L}(0)$

$I'_{2L}(0) = \frac{U_{2L}(0)}{2L} = \frac{\frac{1}{4}E}{2L} = \frac{E}{8L}$



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!



$V$   
 $n + 2.16 = \dots$

$T_0$   
 $\frac{3}{8} V \phi - k p a$

$T = \frac{4}{3} T_0 = 313 K$

$\frac{V}{8}$

$p_0 \cdot \frac{1}{2} V = \mathcal{D}_1 R T_0$   
 $p_0 \cdot \frac{1}{8} V = \mathcal{D}_2 R T_0$

$p_a \cdot \frac{1}{8} V = \mathcal{D}_1 R T_1$   
 $p_0 \cdot \frac{1}{2} V = \mathcal{D}_1 R T_0$

$\frac{\mathcal{D}_1}{\mathcal{D}_2} = \frac{1 \cdot V \cdot 8}{2 \cdot V} = 4$



$\mathcal{D}_1 = 4 \mathcal{D}_2$

$\sigma \mathcal{D}$

$\sigma \mathcal{D} = k p w$

$k = 0.6 \cdot 10^{-3} \text{ мксек/м}^3 \cdot \text{Па}$

$R T = 3 \cdot 10^3 \text{ мксек/мксек}$

$p_1 \cdot \frac{1}{8} V = \mathcal{D}_1 R T_1$

$p_2 \cdot \frac{1}{2} V = \mathcal{D}$

$p_1 \cdot V_2 = \mathcal{D} R T_1$

$\sigma \mathcal{D}_1 = k w p_1$   
 $\mathcal{D}_2 = k w p_0$

$p_a n u + p_2 = p_1$

$\mathcal{D} = \mathcal{D}_2 - \mathcal{D}_p$

$\mathcal{D} = \mathcal{D}_2 - k w p_0$

$p_1 \cdot \frac{1}{8} V = \mathcal{D}_1 R T_1$

$p_1 \cdot \frac{1}{2} V = (\mathcal{D}_2 - k w p_0) R T_1$

$y = \frac{\mathcal{D}_2 - k \cdot \frac{3}{8} V \cdot p_0}{\mathcal{D}_1}$

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 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!

$$p_1 \cdot \frac{1}{3} V = \nu_1 R T_1$$

$$p_1 = p_{\text{атм}} + p_2$$

$$p_2 \cdot \frac{1}{2} V = (\nu_2 - \frac{3}{8} \nu_0 - p_0 \cdot k) R T_1$$

$$\frac{\nu_1 R T_1}{V} = \frac{8 \nu_1 R T_1}{V} = p_a + \frac{2 R T_1 (\nu_2 - \frac{3}{8} \nu_0 p_0 k)}{V}$$

$$\frac{8 \nu_1 R T_1 - 2 (\nu_2 - \frac{3}{8} \nu_0 p_0 k) R T_1}{V} = p_a$$

$$R T_1 (\nu_1 - 2 \nu_2 + \frac{3}{4} p_0 \nu_0 k) = p_a \cdot V$$

$$R T_1 (8 - 4 \nu_2 - 2 \nu_2 + \frac{3}{4} p_0 \nu_0 k) = p_a \cdot V$$

$$R T_1 (30 \nu_2 + \frac{3}{4} p_0 \nu_0 k) = p_a \cdot V$$

$$R T_1 (30 - \frac{p_0 V}{8 R T_0} + \frac{3}{4} p_0 \nu_0 k) = p_a \cdot V$$

$$R T_1 (\frac{15 p_0}{4 R T_0} + \frac{3}{4} p_0 \nu_0 k) = p_a$$

$$\frac{15}{4} \frac{T_1 p_0}{T_0} + \frac{3}{4} p_0 \nu_0 k \cdot R T_1 = p_a$$

$$\frac{15}{4} \cdot \frac{4 p_0}{3} + \frac{3}{4} p_0 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 = p_a$$

$$5 p_0 + \frac{3}{4} \cdot \frac{9}{5} p_0 = p_a \quad \frac{27}{5} p_0 + \frac{27}{20} p_0 = p_a \quad \frac{127}{20} p_0 = p_a$$

$$p_0 = \frac{20}{127} p_a$$



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!



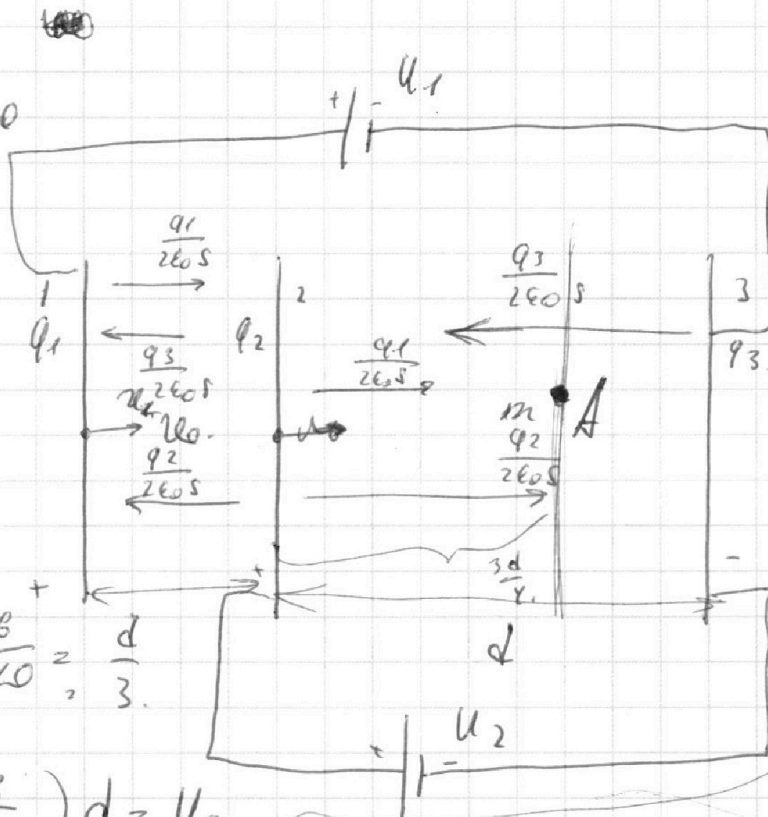
$U_1 = 5U$   
 $U_2 = U$   
 $n, q > 0$   
 $U_0$

$$\frac{30 - 200}{20} = 200$$

$U_0$   
 $q = 0$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$P_{\text{сост}} = \frac{12}{20} = \frac{6}{10} = \frac{d}{3}$$



$$\left( \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) d = U_2$$

$$(q_1 + q_2 - q_3) \cdot \frac{d}{2\epsilon_0 S} = U_2$$

$$\left( \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) \cdot \frac{d}{3} = U_1$$

$$(q_1 - q_2 - q_3) \cdot \frac{d}{3 \cdot 2\epsilon_0 S} = U_1$$

$$(2-3) : \left( \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) \cdot q = m a_{23}$$

$$a_{23} = \frac{U_2}{d} \cdot q = m a_{23}$$

$$m a_{23} = \frac{U_2 q}{d}$$

$K_2, K_3$

$$A = \frac{U_2}{d} \cdot q \cdot d = U_2 \cdot q$$

$$K_2 + A = K_3 \quad K_3 - K_2 = A = U_2 q$$

$$K_2 - K_0 = \frac{q_1 - q_3 - q_2}{2\epsilon_0 S} q \frac{d}{3} + \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S} q \frac{3d}{4} = U_1 q + \frac{U_2 \cdot 2\epsilon_0 S}{d \cdot 2\epsilon_0 S} \cdot \frac{3d}{4} \cdot q = U_1 q + \frac{3}{4} U_2 \cdot q = q \left( U_1 + \frac{3}{4} U_2 \right)$$

$$a_{23} = \frac{U_2 q}{md}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7



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



$$m = 240 \text{ кг.}$$

$$F_k = 200 \text{ Н.}$$

$$P = \frac{A}{t} \quad \Rightarrow$$

$$A' = P \cdot t \quad F_0$$

$$F_T \cdot P = \frac{A}{t} = \frac{F_T \cdot \Delta s}{\Delta t}$$

$$F_T \cdot v = \text{const.}$$

$$F_0 \cdot v_0 = \text{const.}$$

$$m \frac{dv_i}{dt} = -F_0 + F_T$$

$$m \cdot dv_i = -F_0 dt + F_T dt$$

$$F_T - F_0 = m a_0$$

$$P_0 = F_T \cdot v_0$$

$$P_1 = \frac{A_{F_0}}{\Delta t} = \frac{F_0 \cdot \Delta s}{\Delta t} = F_0 \cdot v_0$$

$$\frac{F_0 \cdot v_0}{F_T \cdot v_0} = \left( \frac{F_0}{F_T} \right)$$

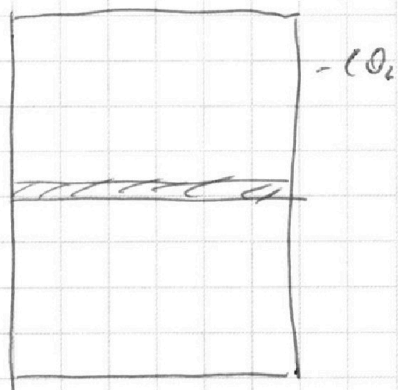
$$F_0 - F_0 = m a_0 \Rightarrow F_0 \dots$$

$$F_T - F_k = m \cdot 0$$

$$F_T = F_k$$

$$F_T \cdot v_1 = F_T \cdot v_0$$

$$F_0 = \dots$$



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!

$$U_1 = 5U, \text{ id.}$$

$$U_2 = U.$$

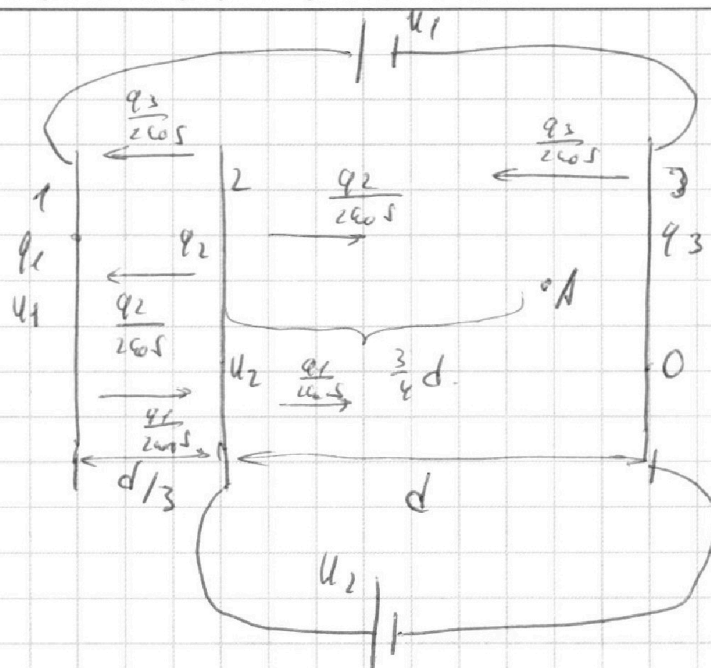
$$n, q > 0.$$

$$U_0 =$$

$$\infty \rightarrow n \frac{U_0}{q}$$

$$q = 0.$$

$$a_{23} = ?$$



1) Пусть  $q_1, q_2, q_3$  — заряды на пластинах. Заряды на 1, 2, 3 пластинках, между  $q_1 + q_2 + q_3 = 0$ .

$$E_{13} \cdot d = U_2.$$

$$E_{13} = \frac{1}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3).$$

$$U_2 = \frac{1}{2\epsilon_0 S} (q_1 + q_2 - q_3) \cdot d.$$

II 3-х пластина

$$m a_{23} = F_{эл.} = E_{13} q$$

$$m a_{23} = \frac{U_2}{d} \cdot q \Rightarrow a_{23} = \frac{U_2 q}{d m} = \boxed{\frac{U q}{d m}}$$

2)  $K_3 - K_2 = ?$

$$K_3 - K_2 = A_{23} = q \cdot U_2 = \boxed{qU}$$

3)  $U_1 = ?$ , т.е.  $U_0$  — заряды пластинок на оси бесконечной пластинки от пластинок, то потенциал в любой точке  $\varphi = 0$ , тогда

$A_{\infty 1}$  — работа по перемещению пластинок  $q$  в на 1 пластинку



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

