

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

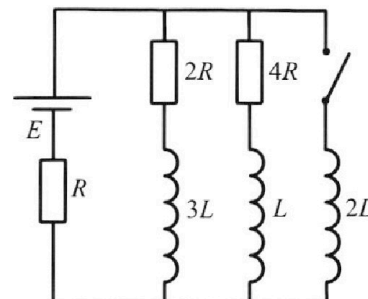
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



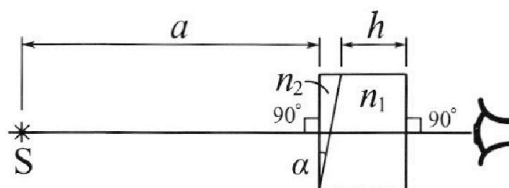
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_0 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 $n_v = 1,0$. 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.



- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.



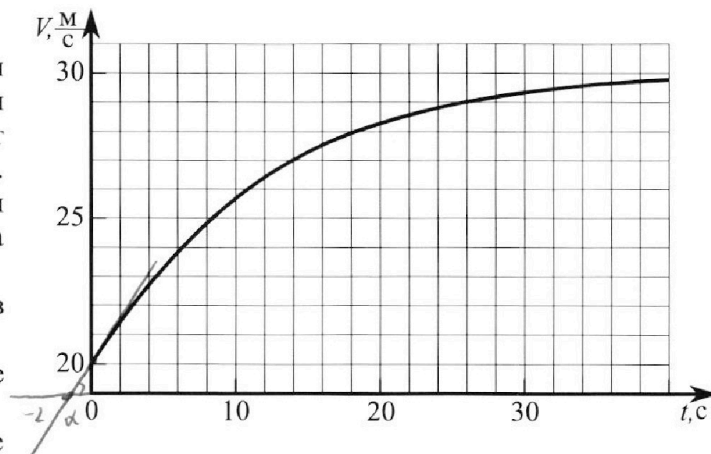
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



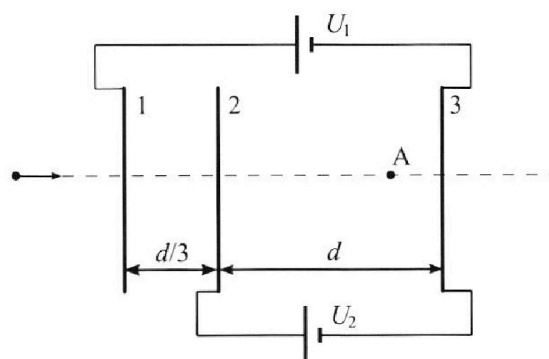
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
 - 2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
 - 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
- Требуемая точность численного ответа на первый 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 объем $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объем его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объеме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объем жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объема жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 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 $d/3$ (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.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- 2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- 3) Найти скорость частицы в точке A 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

мт. $P_T = \text{const}$, 20.

$v_0 \cdot F_{T0} = v_k \cdot F_k$, где v_0 - скорость лавы, м/сек.
 $v_0 = 20 \text{ м/сек.}$

$$F_{T0} = \frac{v_k \cdot F_k}{v_0}$$

подставим в ур-ние (1):

$$\frac{v_k \cdot F_k}{v_0} - F_0 = m a_0$$

$$F_0 = \frac{v_k \cdot F_k}{v_0} - m a_0 = \frac{30 \cdot 200}{20} - 240 \cdot 0,5 = 300 - 120 = 180 \text{ Н}$$

3) пусть P_{c0} - мощность сил трения, в лавинном движении.

$$P_{c0} = F_0 \cdot v_0$$

$P_{T0} = F_{T0} \cdot v_0$ - мощность давления лавы, м/сек.

$$F_{T0} = \frac{v_k \cdot F_k}{v_0}$$

$$P_{T0}: P_{T0} = \frac{v_k \cdot F_k}{v_0} \cdot v_0 = v_k \cdot F_k$$

$$\frac{P_{c0}}{P_{T0}} = \frac{F_0 \cdot v_0}{v_k \cdot F_k} = \frac{180 \cdot 20}{30 \cdot 200} = \frac{3}{5}$$

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!

Дано:

$$m = 240 \text{ кг}$$

$$P_T = \text{const}$$

$$F_k = 200 \text{ Н}$$

$$a_0 = ?$$

$$F_0 = ?$$

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

1) $a = \frac{dU}{dt}$, т.е. производная скорости
по времени, и то:

если лодка удерживается в кас. положении,
нужно найти касательную к графику $U(t)$ в
т.к. с началом $t=0$, тогда касательная
будет равна ускорению
касательная к кас. линии.

$$\text{т.е. ускорение: } \tan \alpha = \frac{20}{2} = a_0.$$

$$a_0 = 0,5 \text{ м/с}^2$$

2) $F_0 = ?$

3-й закон Ньютона для $t=0$:

$$F_{T0} - F_0 = m a_0(1), \text{ т.е. } F_{T0} - \text{сила тяги} = m a_0$$

$$\text{т.к. } P_T = \text{const}, \text{ то } P_T = \frac{dT}{dt} = \frac{F_T \cdot dS}{dt} = F_T \cdot v = \text{const},$$

т.е. в любой момент времени v и F_T — сила тяги на корабль пропорциональны скорости.

3-й закон Ньютона для лодки, когда лодка уже движется вперед,
тогда лодка $a=0$

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

$$\text{тогда лодка движется } v_k = 30 \text{ м/с} \rightarrow P_T = F_T \cdot v_k = F_k \cdot v_k$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☒	☐

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

МФТИ



$$\text{пда} \quad \frac{8J_1 R T_{\#}}{V} = p_{\text{ам}} + \frac{2(J_2 + \frac{3}{4} k p_0 V) R T_{\#}}{V}$$

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

$$\text{м.} \quad \frac{J_1}{J_2} = 4, \text{ то:}$$

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

$$p_{\text{ам}} V = R T_{\#} (30 J_2 + \frac{3}{4} k p_0 V)$$

$$p_{\text{ам}} V = R T_{\#} (30 \cdot \frac{p_0 V}{8 R T_0} + \frac{3}{4} k p_0 V)$$

$$p_{\text{ам}} = \frac{15}{4} p_0 \cdot \frac{T_{\#}}{T_0} + \frac{3}{4} k p_0 \cdot R T$$

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☒	☐

МФТИ

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

V, T_0

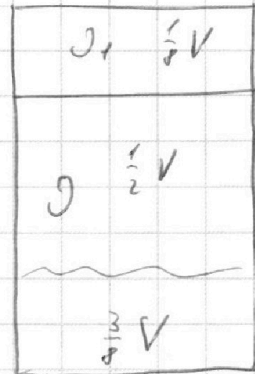
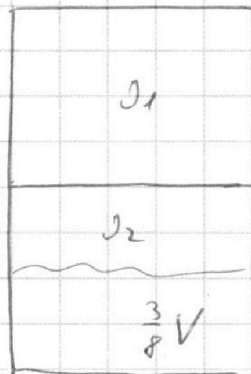
$$T = \frac{4}{3} T_0 = 373 \text{ K}$$

$$\kappa = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ см}^2/\text{с} \cdot \text{Па}$$

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

$$\frac{\partial_1}{\partial_2} = ?$$

$\frac{1}{2} V$



пусть ∂_1 и ∂_2 - кол. молекул CO_2 в верх. и нижнем отсеках

1) для верхнего CO_2 :

$$p_0 \frac{1}{2} V = \partial_1 R T_0$$

для нижнего CO_2 :

$$p_0 \left(\frac{1}{2} V - \frac{3}{8} V \right) = \partial_2 R T_0$$

$$\Rightarrow \partial_2 = \frac{p_0 V}{8 R T_0}$$

$$\boxed{\frac{\partial_1}{\partial_2} = 4}$$

2) т.е. в отсеке с объемом $\frac{1}{2} V$, но

объем нижнего отсека $\frac{1}{2} V$.

пусть ∂_p - число молекул газа в отсеке.

$\partial_p = \kappa p_0 \cdot \frac{3}{8} V$, пусть $\partial = \partial_2 = \kappa p_0 \cdot \frac{3}{8} V$, где ∂ - число молекул газа при $T = T_0$, пусть

в отсеке $\frac{1}{2} V$ число молекул газа равно числу молекул газа в отсеке $\frac{1}{2} V$ при $T = 373 \text{ K}$ равно ∂ ; пусть p_1 - давление в отсеке при $T = 373 \text{ K}$ равно:

$p_1 = p_2 + p_{\text{атм}}$, где p_2 - давление нижнего CO_2 .

$$\text{для верхнего } \text{CO}_2: \partial p_1 V = \partial_1 R T \Rightarrow p_1 = \frac{\partial \partial_1 R T}{V}$$

$$\text{для нижнего } \text{CO}_2: \frac{1}{2} V \cdot p_2 = \left(\partial_2 - \frac{3}{8} \kappa p_0 V \right) R T \Rightarrow p_2 = \frac{R \partial_2 \left(\partial_2 - \frac{3}{8} \kappa p_0 V \right)}{V}$$

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!

Будем считать: $A_{13} = F_{13} \cdot l$, где l - расстояние
от ∞ до пластины:

$F_{13} = \frac{1}{2\epsilon_0 d} (q_1 + q_2 + q_3) \cdot q = 0$, так $A_{13} = 0$, тогда
скорости v_1 и v_2 при вылете из пластины равны:
 $U_1 = U_0$ - по ЗСЭ.

ЗСЭ для проницающей от 1 пластины до 2-й:

$$U_2 - U_1 = A_{12} \quad \frac{U_1 - U_2}{d/3}$$

$$A_{12} = \frac{1}{2\epsilon_0 d} (q_1 - q_2 - q_3) \cdot d/3 \cdot q + \frac{1}{2\epsilon_0 d} (q_1 + q_2 - q_3) \cdot \frac{3}{4} d \cdot q =$$

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

$$= \frac{19}{4} U q$$

$$\text{ЗСЭ: } \frac{m U_1^2}{2} - \frac{m U_0^2}{2} = \frac{19}{4} U q$$

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

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

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

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

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

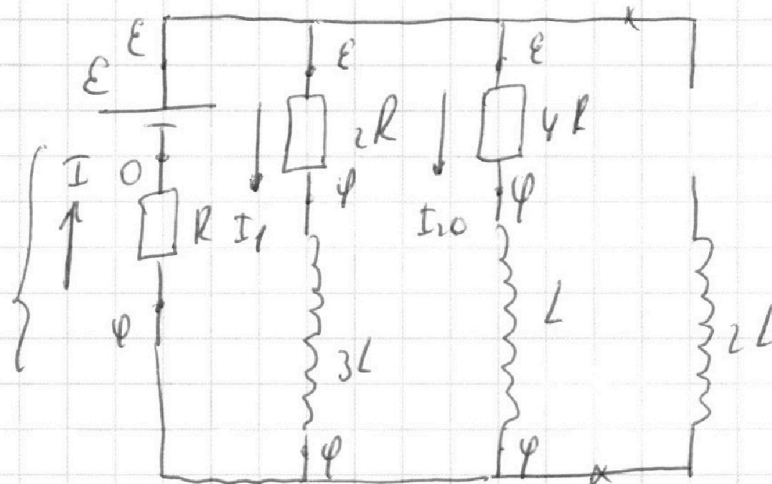
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) I_{20} - ?

2) $I'_{12}(\infty)$ - ?

3) φ_{4R} - ?

и перед
индуктивностями



1) рассм. укл. до замыкания ключа:

уст. режим $\Rightarrow U_L = U_{3L} = U_{2L} = 0$

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

$$\text{ЗЗ: } I_1 + I_{20} = I$$

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

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

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

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

2) рассмотрим укл. сразу после замыкания ключа.

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

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!

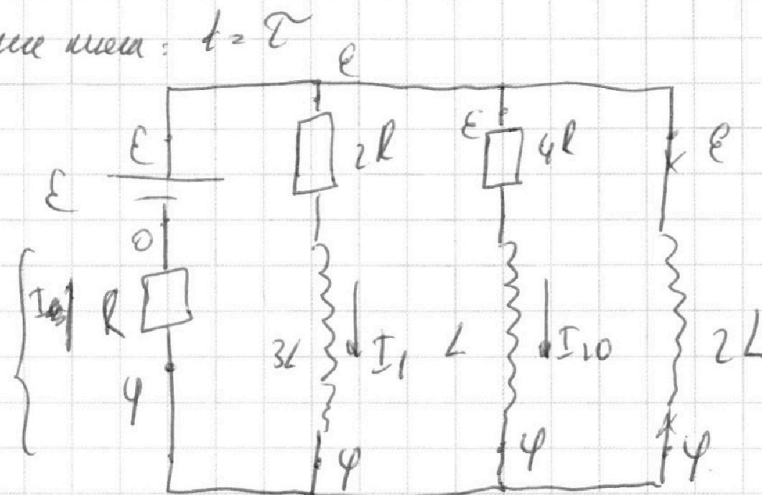
сразу после замыкания ключа: $t = \tau$

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

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

I

мгн
потенциалов.



т.е. при замыкании $2L$ под тем, но все же не остается
потенциалом $\Rightarrow U = \frac{3}{7}E$, тогда

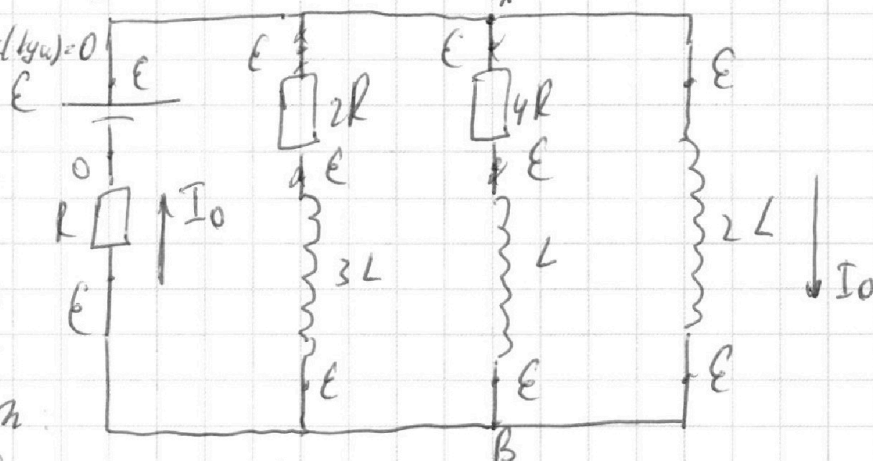
$$U_{2L}(\tau) = E - U = \frac{4}{7}E$$

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

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

$$U_{2L}(t_{уст}) = U_{3L}(t_{уст}) = U_{4L}(t_{уст}) = 0$$

мгн
потенциалов.



тогда при $2R$ и $4R$ нет

$$I_{2L}(t_{уст}) = I_0 = \frac{E}{R}; \text{ рашм. } \Theta U_{AB} \approx U_{AB} = \text{б. протект. с. с. с. с.}$$

$$\text{время: } 4R \cdot I_0 - 4R = 4R \cdot I_0 + U_{2L} = U_{2L}, 4R \cdot I_0 + L \cdot \frac{dI_{2L}}{dt} = 2L \cdot \frac{dI_{2L}}{dt}$$

$$4R \cdot I_0 + L \cdot \frac{dI_{2L}}{dt} = 2L \cdot \frac{dI_{2L}}{dt}, \text{ умножив на } t \text{ по д.у.}$$

$$4R \cdot 9R + L(0 - I_{20}) = 2L \cdot (I_0 - 0) \Rightarrow 4R = \frac{2LI_0 + LI_{20}}{4R} = \frac{15LE}{28R^2}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

$n_1 = 1, d = 0,1 \text{ мк.}$

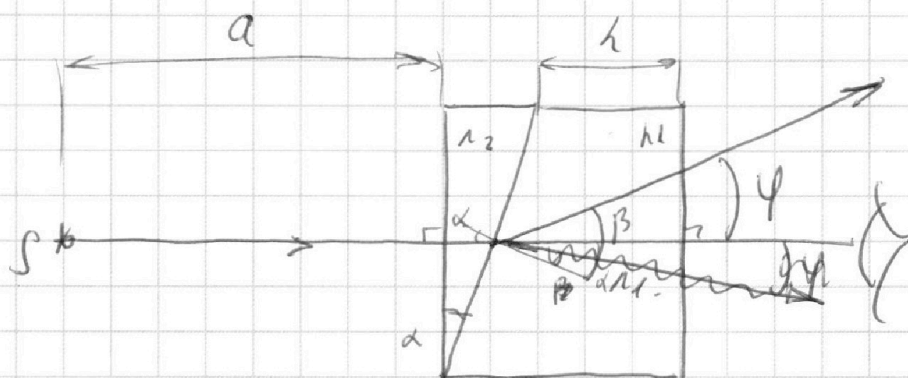
1) $n_1 = 1$

$n_2 = 1,7$

$\varphi = ?$

$a = 100 \text{ см.}$

$h = 14 \text{ см.}$



1) из грани n_2 и n_1 :

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

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

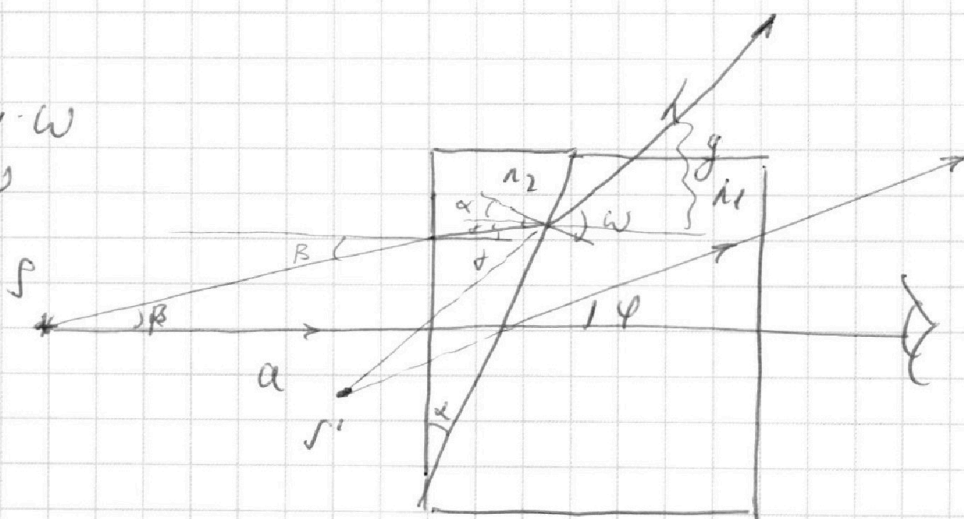
$$= \alpha \cdot \frac{1,7 - 1}{1} = 0,7 \cdot \alpha = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ рад}$$

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

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

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$n = 1$

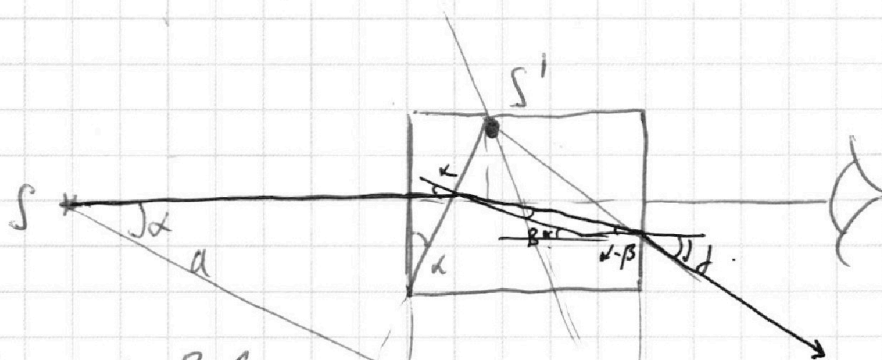
$a = 100 \text{ см}$

$\alpha = 0,1 \text{ рад}$

$h = 14 \text{ см}$

$n_1 = n_2 = 1,0$

$n_2 = 1,2$



$\alpha \cdot 1 = \beta \cdot n_2$ $\alpha = \beta \cdot n_2$

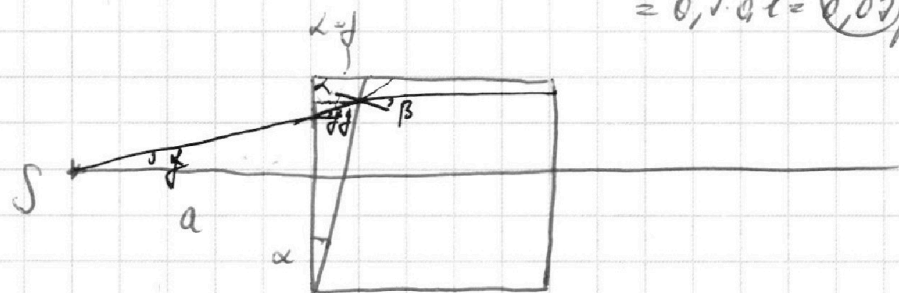
$(\alpha - \beta) \cdot n_2 = \beta$

$\beta = (\alpha - \beta) \cdot n_2 = \beta \cdot n_2 \left(\alpha - \frac{\alpha}{n_2} \right) \cdot n_2 = \alpha \cdot n_2 - \alpha =$
 $= \alpha (n_2 - 1) = 0,1 (1,2 - 1) =$
 $= 0,2 \cdot 0,1 = 0,02 \text{ рад}$

$n_1 = n_2 = 1,0$

$n_1 = 1,2$

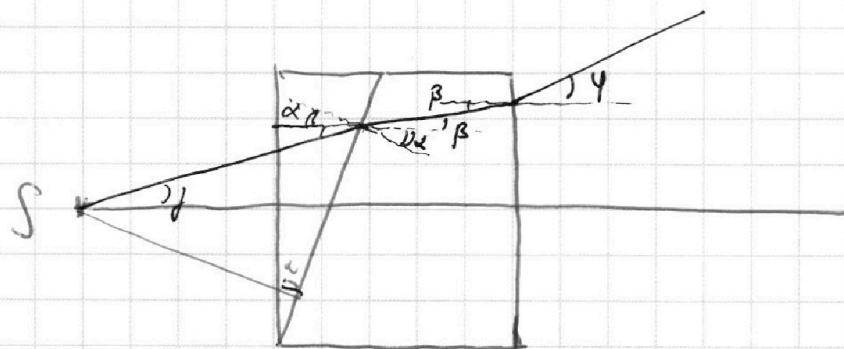
$b = ?$



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

$\beta \cdot n_2 = \alpha$

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





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

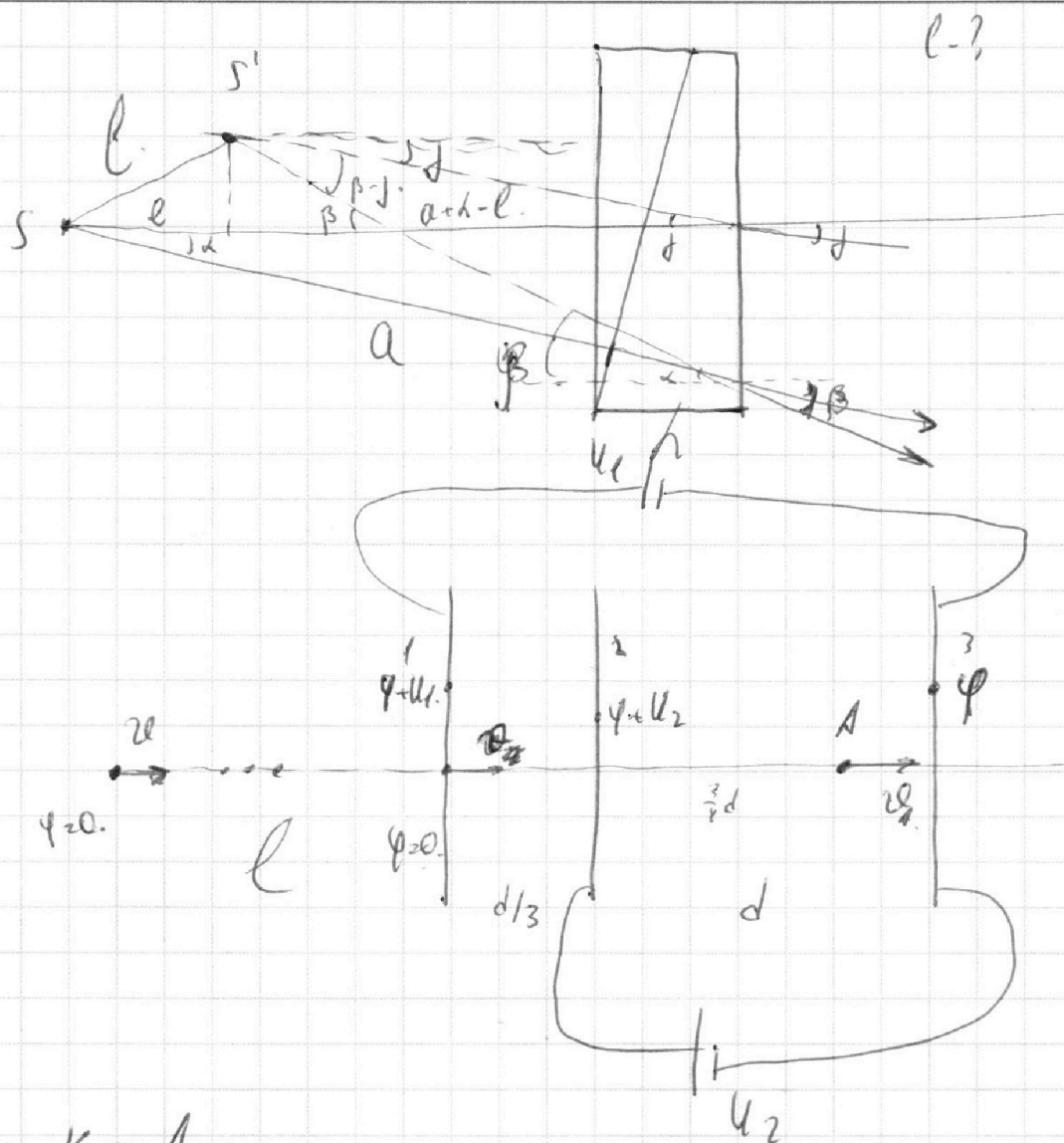
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$U_H - K = A_{\text{полл}} \cdot \varphi \approx 0.$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

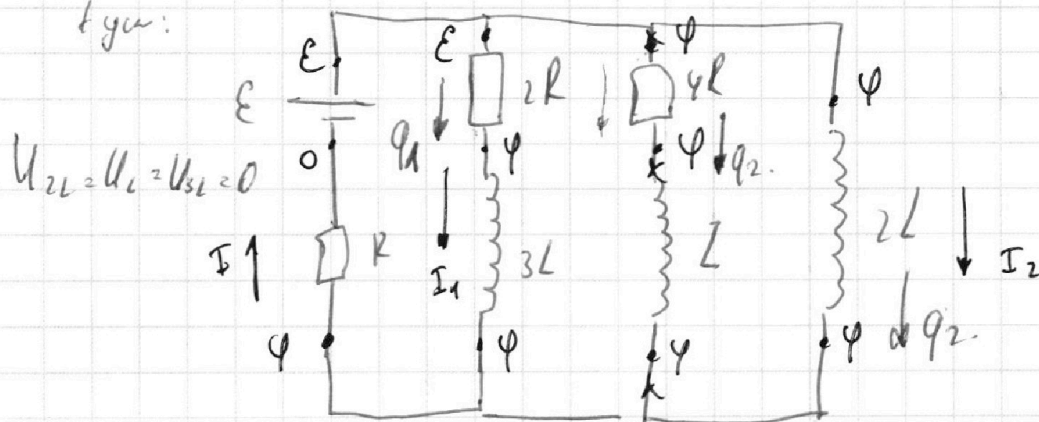
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



Рис.:



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

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

§

$$2L \cdot I_1 \cdot \frac{d}{dt} + 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} = 2L \cdot \frac{dI_{2L}}{dt}$$

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

$$4R \cdot q_1 + 3L (I_1 - I_{10}) = 2L \cdot I_2$$

$$4R \cdot I_1 + L \cdot \frac{dI_1}{dt} = 2L \cdot \frac{dI_2}{dt}$$

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

$$4R \cdot I_1 + L \cdot \frac{dI_1}{dt} = 2L \cdot \frac{dI_2}{dt}$$

$$\varphi = E$$

$$4R I_1 \cdot \frac{d}{dt} + L \cdot \frac{dI_1}{dt} = 2L \cdot \frac{dI_2}{dt}$$

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

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

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

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

$$1 q \dots$$

$$q_{4R} = \frac{2L \cdot \frac{E}{R} + L \cdot \frac{E}{2R}}{4R} = \frac{2LE}{R} + \frac{LE}{2R} = \frac{5LE}{2R}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

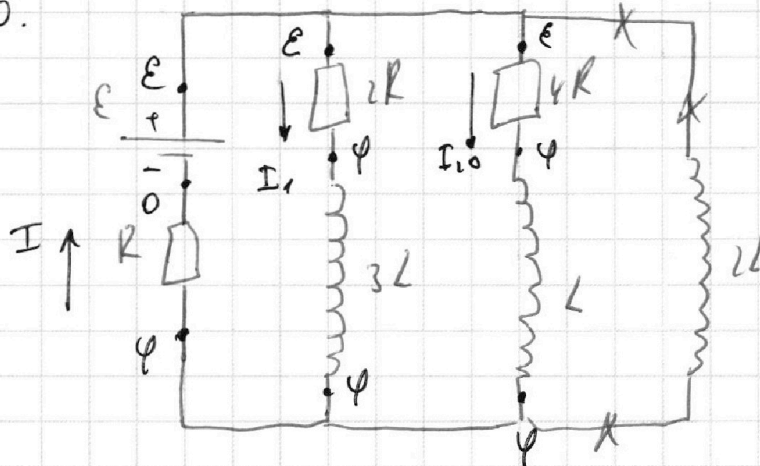
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ



$$I_{10}(0)$$

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



$$I = \frac{\varphi}{R} \quad I_1 = \frac{E - \varphi}{2R} \quad I_{10} = \frac{E - \varphi}{4R}$$

$$I_1 + I_{10} = I$$

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

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

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

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

$$I_{10} = \frac{E - \varphi}{4R} = \frac{E - \frac{3}{4}E}{4R} = \frac{\frac{1}{4}E}{4R} = \frac{E}{16R}$$

$$1) I'_{2L}(0) - ?$$

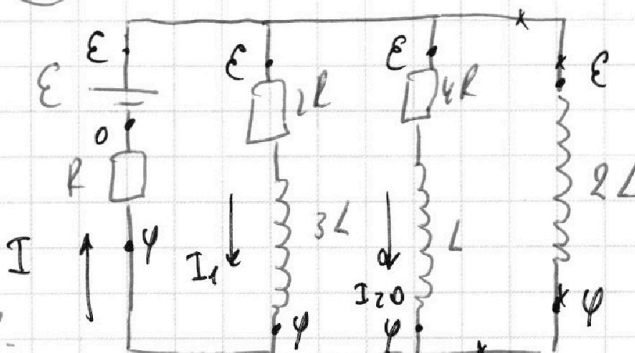
$$I_{2L} = 0.$$

$$\varphi = RI = R \cdot \frac{E}{16R} = \frac{E}{16}$$

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

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

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



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
 $n + 2.16 =$
 4.7

T_0

$\frac{3}{8} V_0 - k p a$

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

$\frac{V}{8}$

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

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

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



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

$\Delta \mathcal{D}$

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

$k = 0.6 \cdot 10^{-3} \text{ мкм/с}^2 \cdot \text{Па}$

$R T = 3 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$

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

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

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

$\Delta \mathcal{D}_1 = k w p_i$

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

$p_{\text{амл}} + p_2 = p_1$

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

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

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

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

$4 = \frac{\mathcal{D}_2 - k \cdot \frac{3}{8} V \cdot p_0}{\mathcal{D}_1}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$p_1 \cdot \frac{1}{2} V = \nu_1 R T_1$$

$$p_1 = p_{\text{атм}} + p_2$$

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

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

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

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

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

$$R T_1 (30 \nu_2 + \frac{3}{2} p_0 \nu k) = p_a \cdot V$$

$$R T_1 (70 - \frac{p_0 V}{8 R T_0} + \frac{3}{2} p_0 \nu k) = p_a \cdot V$$

$$R T_1 (\frac{15 p_0}{4 R T_0} + \frac{3}{2} p_0 \nu k) = p_a$$

$$\frac{15}{4} \frac{T_1 p_0}{T_0} + \frac{3}{2} p_0 \nu k \cdot R T_1 = p_a$$

$$\frac{15}{4} \cdot \frac{4 p_0}{3} + \frac{3}{2} p_0 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 = p_a$$

$$5 p_0 + \frac{3}{2} \cdot \frac{9}{5} p_0 = p_a \quad \frac{27}{5} p_0 + \frac{27}{20} p_0 = p_a \quad \frac{127}{20} p_0 = p_a$$

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

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!

$$U_1 = 5U$$

$$U_2 = U$$

$$n, q > 0.$$

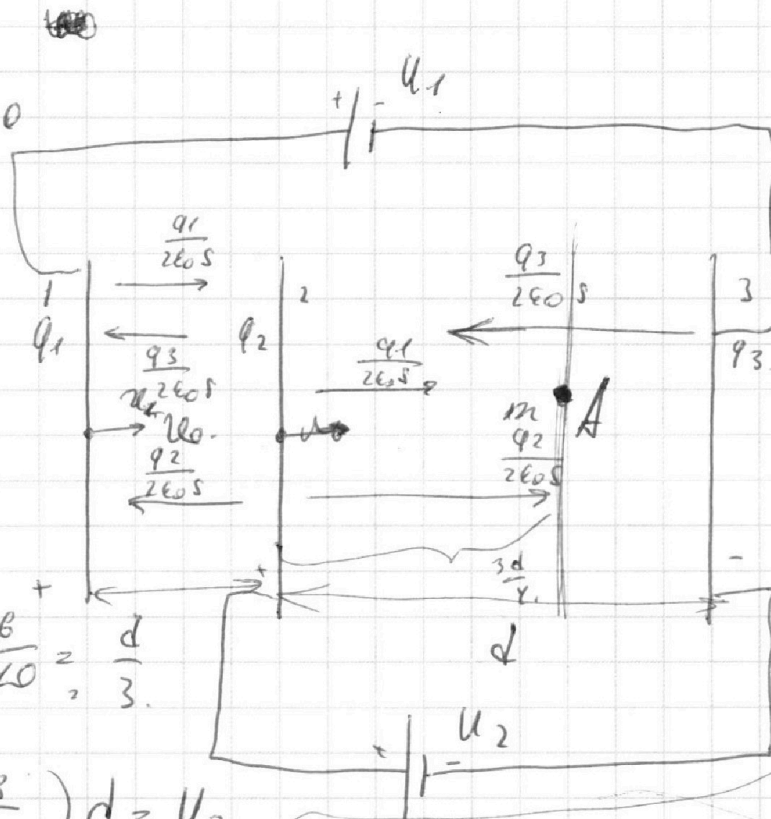
$$U_0$$

$$\infty \rightarrow U_0$$

$$\psi = 0.$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0.$$

$$P_{co} \rightarrow t. = \frac{12}{20} = \frac{6}{10} = \frac{d}{3}.$$



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

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

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

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

$$(2-3) : \left(\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \right) \cdot \frac{d}{3} = U_2.$$

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

$$ma_{23} = \frac{U_2 q}{d}$$

$$K_2, K_3.$$

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

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

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

$$K_A - K_0 = \frac{q_1 - q_3 - q_2}{2\epsilon_0 S} q \frac{d}{3} +$$

$$+ \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S} q \frac{3d}{4} =$$

$$= U_1 q + \frac{U_2 \cdot 2\epsilon_0 S}{d \cdot 2\epsilon_0 S} \cdot \frac{3d}{4} \cdot q =$$

$$= U_1 q + \frac{3}{4} U_2 \cdot q =$$

$$= q(U_1 + \frac{3}{4} U_2)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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



$$m = 240 \text{ кг.}$$

$$f_k = 200 \text{ Н.}$$

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

$$A' = P \cdot f_0$$

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

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

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

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

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

$$F_0 - F_0 = m a_0$$

$$P_0 = F_{T0} \cdot v_0$$

$$P_1 = \frac{A_{F0}}{t} = \frac{F_0 \cdot s}{t} = F_0 \cdot v_0$$

$$\frac{F_0 \cdot v_0}{F_{T0} \cdot v_0} = \left(\frac{F_0}{F_{T0}} \right)$$

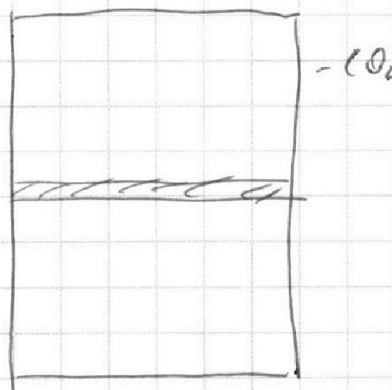
$$F_0 - F_0 = m a_0 \Rightarrow F_0 = \dots$$

$$F_{T1} - F_k = m \cdot 0$$

$$F_{T1} = F_k$$

$$F_{T1} \cdot v_1 = F_{T0} \cdot v_0$$

$$F_{T0} = \dots$$



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!

$$U_1 = 54 \text{ В.}$$

$$U_2 = U.$$

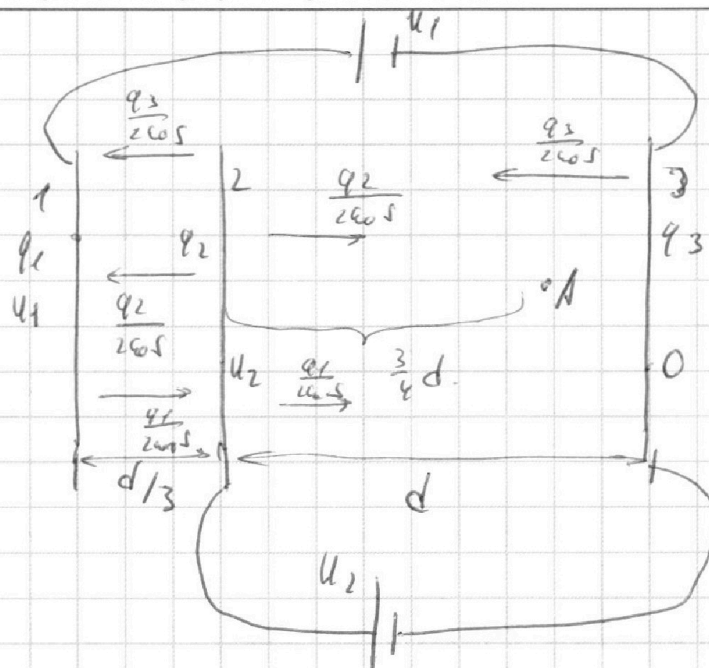
$$n, q > 0.$$

$$U_0 =$$

$$\infty \rightarrow n \rightarrow 0$$

$$q = 0.$$

$$a_{23} = ?$$



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

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

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

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

ПЗ-к Ньютона

$$m a_{23} = F_{\text{эл.}} = E_{13} q$$

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

2) $K_3 - K_2 = ?$

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

3) $U_1 = ?$, т.е. U_0 — через принцип наименьшей энергии
расположения от пластин, то потенциал в любой точке $\varphi = 0$, тогда

$A_{\infty 1}$ — работа по перемещению пластины q на 1 пластину



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!

