



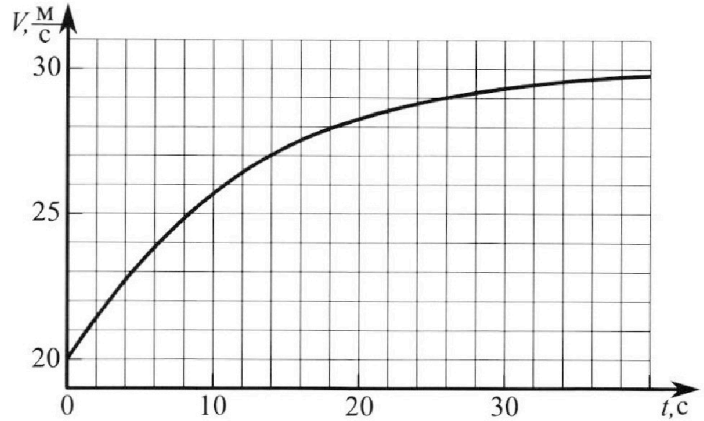
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



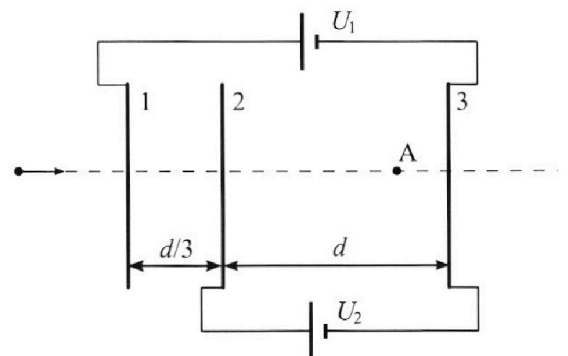
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численно го ответа на первый вопрос ориентировочно 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 $3V/8$. 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 Δv 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/(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 p_0 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.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

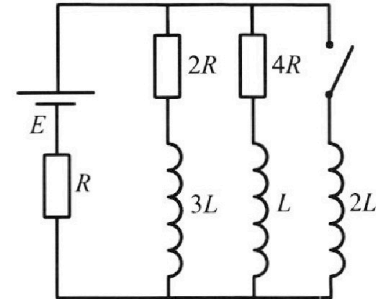
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



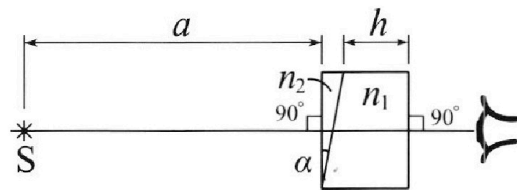
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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.

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!



Дано:

$m = 240 \text{ кг};$

$F_k = 200 \text{ Н}.$

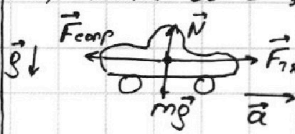
1) $\alpha_0 = ?$

2) $F_0 = ?$

3) $\varphi = ?$

Решение:

1) Тл.р. $\alpha = \vartheta$, по выкладке: $(\alpha_0 = \frac{(21,5 - 20) \text{ м}}{2 \text{ с}^2} = 0,75 \text{ м/с}^2.)$



По 2-му: $\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{сопр}} + \vec{F}_{\text{тяги}}$
 $O_y: N - mg = 0$
 $O_x: F_{\text{тяги}} - F_{\text{сопр}} = m\alpha$

$P_{\text{тяги}} = \text{const}$

$\rightarrow P_{\text{тяги}} = F_{\text{тяги}} \cdot \vartheta = \text{const}.$

Из графика: $F_{\text{тяги}0} \cdot \vartheta_0 = F_{\text{тяги}} \cdot \vartheta_k$

$\frac{F_{\text{тяги}0}}{F_{\text{тяги}}} = \frac{\vartheta_k}{\vartheta_0} = 1,5 = \frac{30 \text{ м/с}^2}{20 \text{ м/с}^2}.$

В начале: $F_{\text{тяги}0} - F_0 = m\alpha_0 \rightarrow F_{\text{тяги}0} = m\alpha_0 + F_0$

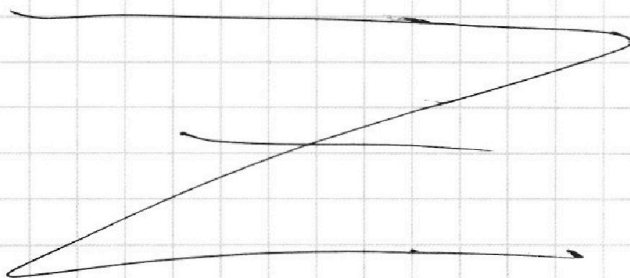
В конце: $F_{\text{тяги}} - F_k \approx 0 \rightarrow F_{\text{тяги}} = F_k$

$\frac{m\alpha_0 + F_0}{F_k} = 1,5 \rightarrow (F_0 = 1,5 F_k - m\alpha_0 = 1,5 \cdot 200 \text{ Н} - 240 \text{ кг} \cdot 0,75 \text{ м/с}^2 = 120 \text{ Н}.)$
 2) $\varphi = \frac{F_0 \cdot \vartheta_0}{F_{T0} \cdot \vartheta_0} = \frac{F_0}{F_{T0}} = \frac{F_0}{m\alpha_0 + F_0} = \frac{120 \text{ Н}}{240 \text{ кг} \cdot 0,75 \text{ м/с}^2 + 120 \text{ Н}} = \frac{2}{5} = 40\%$

Ответ: 1) $\alpha_0 = 0,75 \text{ м/с}^2;$

2) $F_0 = 1,5 F_k - m\alpha_0 = 120 \text{ Н};$

3) $\varphi = 40\%.$



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!



Дано:

$p; \rho; T_0$

$T = \frac{4T_0}{3} = 573K$

$\Delta V = k p \mu$

$k \approx 0,6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{моль}}{\text{м}^2 \cdot \text{Па}}$

$R T_0 \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$

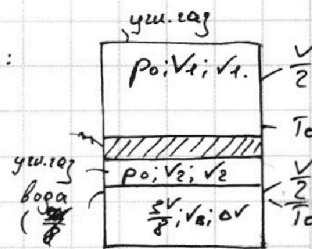
Найти:

1) $\frac{V_1}{V_2}$

2) ρ_0

Решение:

Начало:



1) В начале: 2 В начале, в конце равнения газа в верхней и нижней частях одинаково, т.к. поршень находится в равновесии.

(Условие равновесия $p_{\text{ниж}} = p_{\text{верх}}$)

$$V_2 = \frac{V}{2} - \frac{3V}{8} = \frac{V}{8}; V_1 = \frac{V}{2}$$

По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$V_1 R T_0 = \rho_0 V_1 = \frac{\rho_0 V}{2}; V_2 R T_0 = \rho_0 V_2 = \frac{\rho_0 V}{8}$$

$$\rightarrow \rho_0 V = 2 V_1 R T_0 = 8 V_2 R T_0 \rightarrow V_1 = 4 V_2 \rightarrow \left(\frac{V_1}{V_2} = 4\right)$$

В начале в воде растворено ($\Delta V = k \rho_0 \frac{3V}{8}$) углекислого газа.

В конце D. $\rightarrow v_2^* = v_2 + \Delta V; v_2 = \frac{\rho_0 V}{8 R T_0}$

$$v_2^* = \frac{\rho_0 V}{8 R T_0} + \frac{3 k \rho_0 V}{8}; v_1^* = v_1 = \frac{\rho_0 V}{2 R T_0}$$

2) В конце:

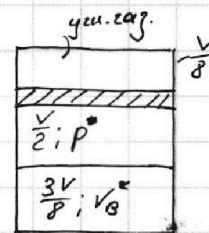
Углекислый газ сверху: $p; \frac{V}{8}; T = \frac{5T_0}{4}; v_1^*$

Углекислый газ снизу: $p_y; \frac{V}{2}; T = \frac{5T_0}{4}; v_2^*$

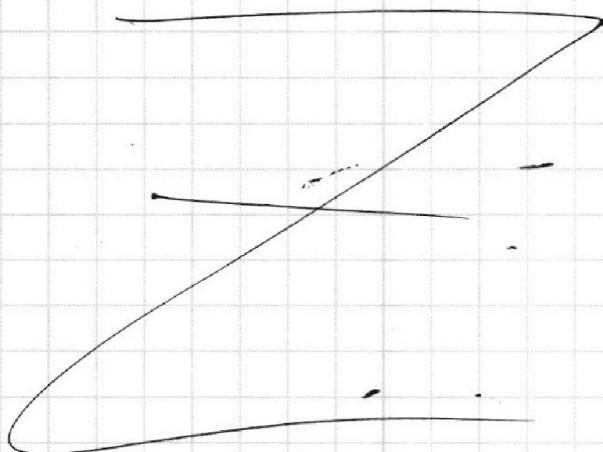
Паренку: $p_n; \frac{V}{2}; T = \frac{5T_0}{4}; v_n$

Вода: $v_B = v_B - v_n$

$$p = p_y + p_n$$



Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = 4$



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!



Дано:

$d; 4; \epsilon_0$

1) $\alpha^+ - ?$

2) $K_3 - K_2 - ?$

3) $\epsilon_A - ?$

Решение:

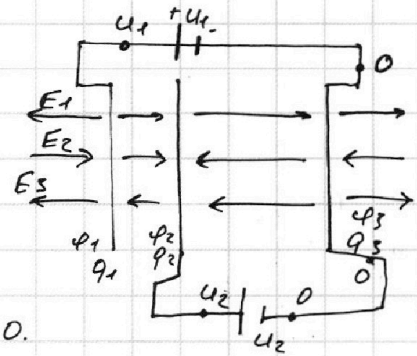
1) По г.с.з: $(q_1 + q_2 + q_3 = 0)$

$\varphi_1 = \varphi_2; \varphi_2 = \varphi_3;$

$\varphi_1 - \varphi_2 = U_1 - U_2 = 4U$

$\varphi_2 - \varphi_3 = U_2 = U$

Предположим, что $q_1 > 0, q_2 < 0, q_3 > 0$.



Пл.к. пластины много больше расстояния между ними, пренебрегаем краевыми эффектами.

Тогда $E_1 = \frac{1q_1}{2\epsilon_0 S} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}; E_2 = \frac{1q_2}{2\epsilon_0 S} = -\frac{q_2}{2\epsilon_0 S};$

$E_3 = \frac{1q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}.$

По принципу суперпозиции:

$E_{z1} = E_1 + E_2 - E_3 = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S}$

$E_{z2} = E_1 - E_2 - E_3 = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S}$

$\varphi_1 - \varphi_2 = 4U = E_{z1} \cdot \frac{d}{3} = \frac{(q_1 - q_2 - q_3)d}{2\epsilon_0 S}$

$\varphi_2 - \varphi_3 = U = E_{z2}d = \frac{(q_1 + q_2 - q_3)d}{2\epsilon_0 S}$

$\frac{4U\epsilon_0 S}{d} = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{6} = \frac{2(q_1 + q_2 - q_3)}{1} \rightarrow q_1 - q_2 - q_3 = 12q_1 + 12q_2 = 12q_3$

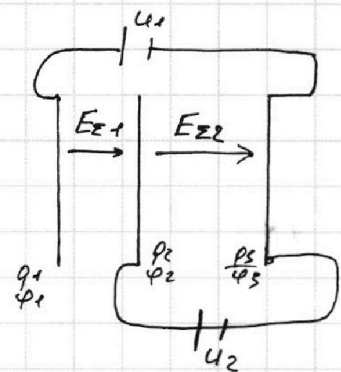
~~$(11q_1 + 13q_2 = 11q_3)$~~

2) По г.с.з: $K_2 + \varphi_2 q = K_3 + \varphi_3 q$

$(K_3 - K_2 = q(\varphi_2 - \varphi_3) = qU)$

3) $E_{z2}d = \varphi_2 - \varphi_3 = U \rightarrow E_{z2} \rightarrow E_{z2} = \frac{U}{d}$

Плоско: $\frac{m\epsilon_0^2}{2} + \varphi_1 q = \frac{mU^2}{2} + \varphi_A q$



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 checked="" 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!

$$m(v_A^2 - v_0^2) = 2q(\varphi_1 - \varphi_A) = 2q(\varphi_1 - \varphi_2 + \varphi_2 - \varphi_A) = 2q(4u + \varphi_2 - \varphi_A)$$

$$\varphi_2 - \varphi_A = E_{\text{ЭЭ}} \cdot \frac{3d}{4} = \frac{34}{4}$$

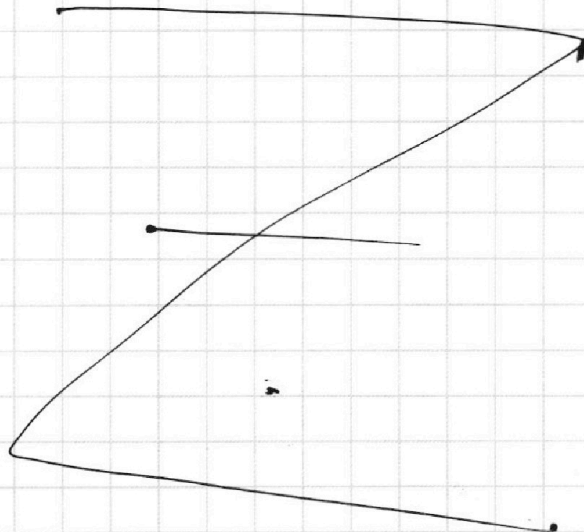
$$\rightarrow m(v_A^2 - v_0^2) = 2q\left(4u + \frac{34}{4}\right) = \frac{19q}{2} \rightarrow v_A^2 = \frac{19q}{2m} + v_0^2$$

$$\left(v_A = \sqrt{\frac{19q}{2m} + v_0^2} \right)$$

$$4) \text{ По ЭЗН или 2 и 3: } E_{\text{ЭЭ}} q = m a^* = \frac{4q}{d} \rightarrow \left(a^* = \frac{4q}{md} \right)$$

$$\text{Ответ: 1) } a^* = \frac{4q}{md}; 2) K_3 - K_2 = 9q;$$

$$3) v_A = \sqrt{\frac{19q}{2m} + v_0^2}$$



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:

E, R, L .

Найти:

1) I_{20} - ?

2) $I_{2L}(0)$ - ?

3) φ_{4R} - ?

Решение:

1) Рассмотрим цепь до замыкания ключа К.

Уст. состояние \rightarrow напряжения на \sim нет.

По закону Ома: $I_{уст0} = \frac{\varphi}{R}$;
 $I_{10} = \frac{E-\varphi}{2R}$; $I_{20} = \frac{E-\varphi}{4R}$.

По з.с.з.: $I_{уст0} = I_{10} + I_{20}$
 $\frac{\varphi}{R} = \frac{E-\varphi}{2R} + \frac{E-\varphi}{4R}$

$4\varphi = E - \varphi + 2E - 2\varphi = 3E - 3\varphi$

$\rightarrow \varphi = \frac{3E}{4}$
 $\rightarrow I_{20} = \frac{E-\varphi}{4R} = \frac{4E}{4 \cdot 4R} = \frac{E}{4R}$

$I_{10} = \frac{E-\varphi}{2R} = \frac{2E}{4R}$.

2) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа К.

($t=0$). Ток через \sim скачком не меняется, значит,
 $I_{3L}(0) = \frac{2E}{4R}$; $I_L(0) = \frac{E}{4R}$; $I_{2L}(0) = 0$.

$W(0) = \frac{3L \cdot I_{3L}^2(0)}{2} + \frac{2L \cdot I_{2L}^2(0)}{2} + \frac{L \cdot I_L^2(0)}{2} = \frac{13LE^2}{8R^2}$

Т.к. ток через \sim не поменялся, то по з.с.з. ток через источник и ток через веточки.

$I_{уст}(0) = I_{уст0} = \frac{3E}{4R}$
 По закону Ома: $I_{уст}(0) = \frac{\varphi^*}{R} = \frac{3E}{4R}$

$\rightarrow \varphi^* = \varphi = \frac{3E}{4}$
 $U_{2L}(0) = E - \varphi^* = \frac{4E}{4}$

$\frac{dU_{2L}}{dt} = (2L \cdot I_{2L})'$, т.к. $2L = \text{const}$, то $U_{2L} = 2L \cdot I_{2L} \rightarrow I_{2L} = \frac{U_{2L}}{2L}$.

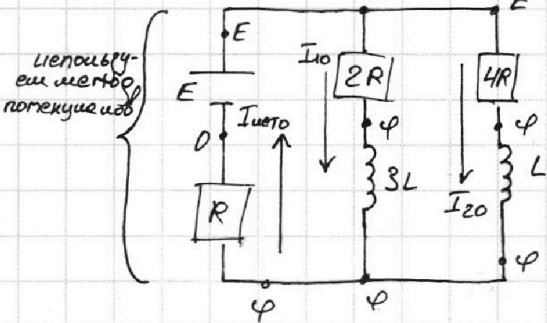
$I_{2L}(0) = \frac{U_{2L}(0)}{2L} = \frac{2E}{4L}$

3) Рассмотрим цепь в установившемся состоянии после замыкания ключа К. Уст. состояние \rightarrow напряжения на \sim нет.

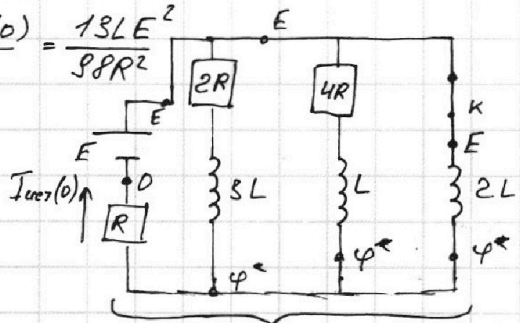
$I_{3L}(t_{уст}) = 0$, $I_L(t_{уст}) = 0$.
 По закону Ома: $I = \frac{E}{R} \rightarrow I_{2L}(t_{уст}) = \frac{E}{R}$.

$W(t_{уст}) = \frac{3L \cdot I_{3L}^2(t_{уст})}{2} + \frac{2L \cdot I_{2L}^2(t_{уст})}{2} + \frac{L \cdot I_L^2(t_{уст})}{2}$

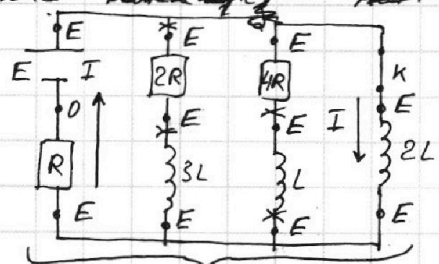
$W(t_{уст}) = \frac{LE^2}{R^2}$.



используем метод потенциалов



используем метод потенциалов



используем метод потенциалов

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



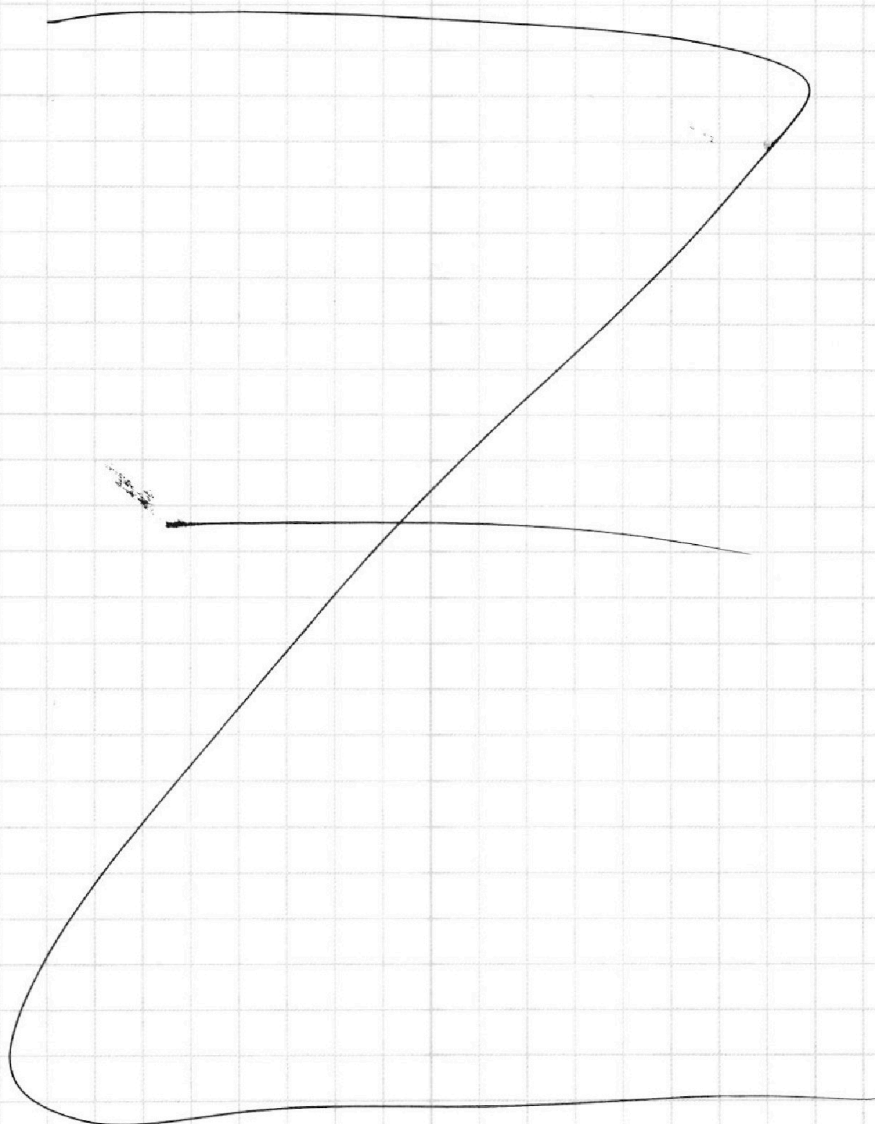
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 МФТИ

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

4) Рассмотрим процесс от $t=0$ до $t=t_{уст}$.

Ответ: 1) $I_{20} = \frac{E}{4R}$; 2) $I_{2L}(0) = \frac{2E}{4L}$.



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!



Дано:

$n_B = 1$;
 $a = 1 \text{ м}$;
 $\alpha = 0,1 \text{ рад}$;
 $h = 14 \text{ см}$;

1) β_1 ?
 2) L_1 ?
 3) L_2 ?

Решение:

~~1) Рассмотрим первый случай ($n_1 = n_B = 1$; $n_2 = 1,7$).~~

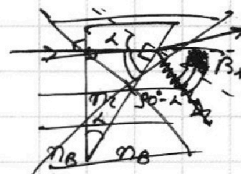
~~По закону Снеллиуса:~~

~~$n_2 \sin \alpha = n_B \sin \beta_1$~~

~~П.к. углы малы, то $\sin \alpha \approx \alpha$, $\sin \beta_1 \approx \beta_1$~~

~~$\rightarrow n_2 \alpha \approx n_B \beta_1$~~

~~$\rightarrow \beta_1 \approx \frac{n_2 \alpha}{n_B} = \frac{1,7 \cdot 0,1 \text{ рад}}{1} \approx 0,17 \text{ рад}$~~



1 2) Рассмотрим второй случай:

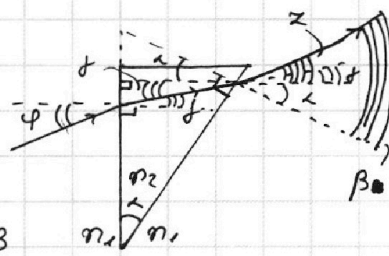
$n_1 \sin \varphi = n_2 \sin \gamma$. П.к. углы малы $\rightarrow n_1 \varphi = n_2 \gamma$

$n_2 \sin(\alpha + \gamma) = n_1 \sin \beta$. П.к. углы малы $\rightarrow n_2(\alpha + \gamma) = n_1 \beta$

$\rightarrow n_1 \varphi + n_2 \alpha = n_1 \beta$

$\alpha = \beta - \alpha$

$\alpha = \frac{n_1 \varphi + n_2 \alpha}{n_1} - \alpha = \varphi + \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$



2) Рассмотрим третий случай ($n_1 = n_B = 1$; $n_2 = 1,7$)

По закону Снеллиуса:

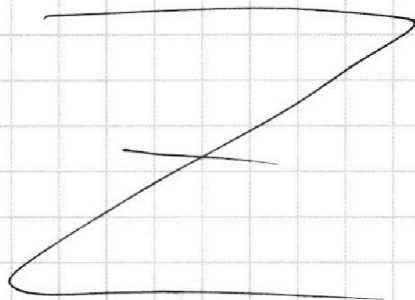
$n_2 \sin \alpha = n_B \sin \gamma$

П.к. углы малы, то $\sin \alpha \approx \alpha$, $\sin \gamma \approx \gamma$.

$\rightarrow n_2 \alpha \approx n_B \gamma \rightarrow \gamma = \frac{n_2 \alpha}{n_B}$

$\beta_1 = \gamma - \alpha = \alpha \left(\frac{n_2}{n_B} - 1 \right) = 0,1 \text{ рад} \left(\frac{1,7}{1} - 1 \right) = 0,07 \text{ рад}$

Ответ: 1) $\beta_1 = \alpha \left(\frac{n_2}{n_B} - 1 \right) = 0,07 \text{ рад}$.





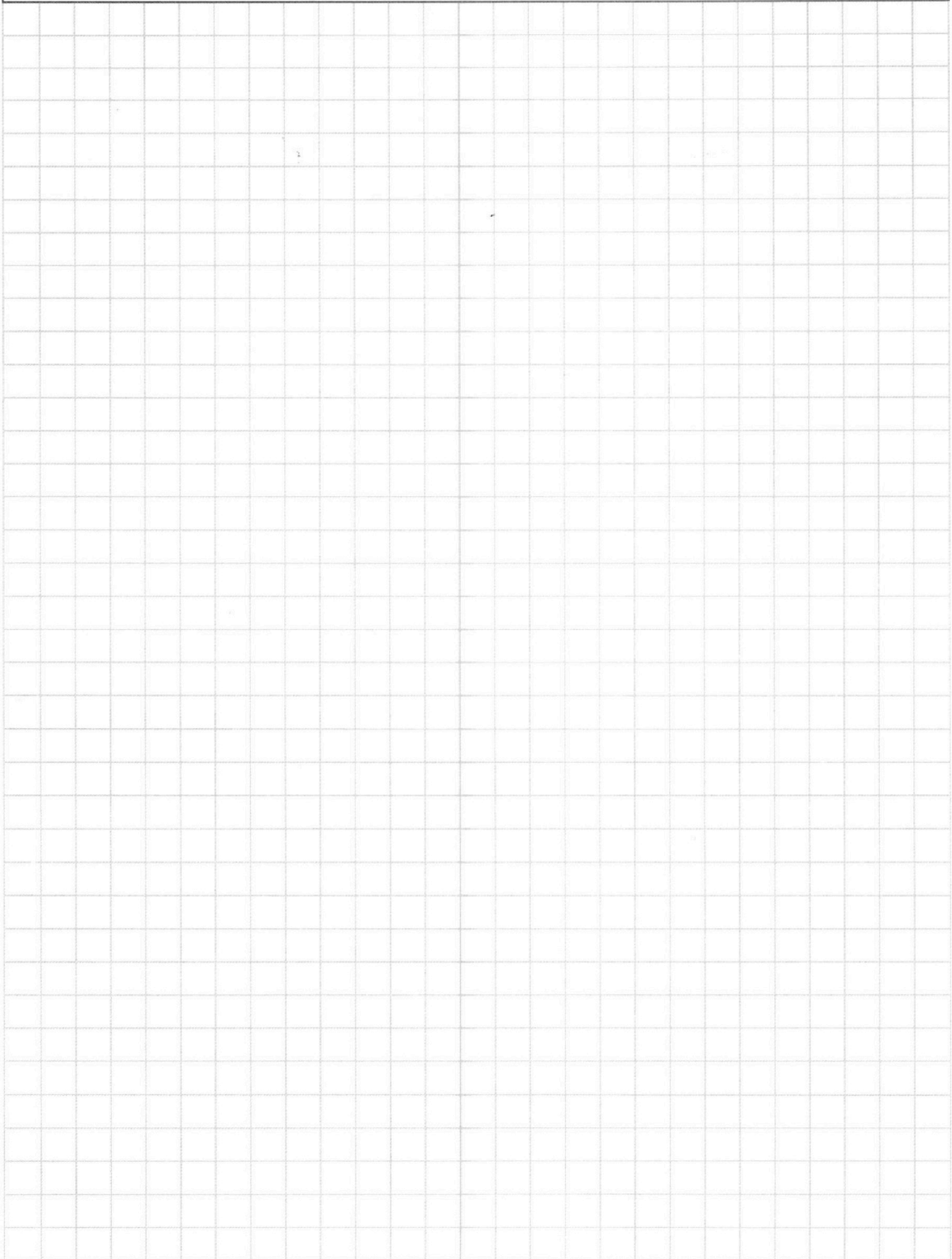
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



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!

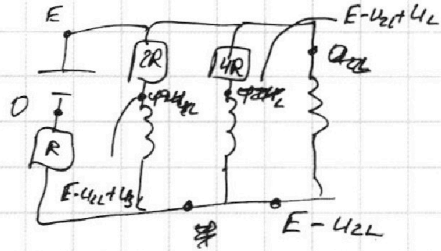


~~U_{2R}~~ $U_{1R} = \varphi = I_{4R} R$

ЧЕРНОВИК

$I_{2R} = \frac{U_{2L} - U_{3L}}{2R}$; $I_{4R} = \frac{U_{2L} - U_L}{4R}$

→ ~~U_{2R}~~ ~~U_{3L}~~ ~~U_{2L}~~



~~U_{2L}~~ $U_{2L} = U_{3L} \quad E - U_{2L} = E - U_{2R} - U_{3L} = E - U_{4R} - U_L = U_{02L}$

$U_{2R} + U_{3L} = U_{4R} + U_L \quad E = U_{4R} + U_L + U_{2L} = I_{4R} \cdot 4R + L \frac{\Delta I_L}{\Delta t} + 2L \cdot \frac{\Delta I_{2L}}{\Delta t}$

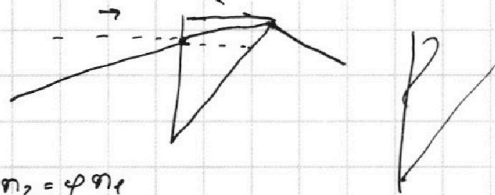
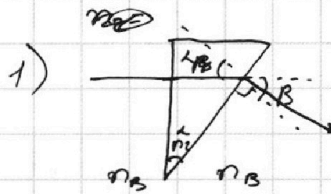
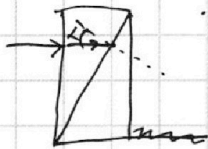
$U_{2R} + U_{3L} = U_{4R} + U_L \quad 2R \cdot I_{2R} + 3L \cdot \frac{\Delta I_{3L}}{\Delta t} = 4R \cdot I_{2R} + L \cdot \frac{\Delta I_L}{\Delta t}$

$2Q_{2R} \cdot R + 3L \Delta I_{3L} = 4Q_{4R} \cdot R + L \Delta I_L \rightarrow 4Q_{4R} R - 2Q_{2R} R = 3L(I_{3L} - I_L)$

$I_{3L} = 3L \frac{\Delta I_{3L}}{\Delta t}$

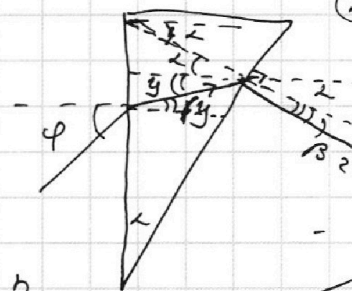
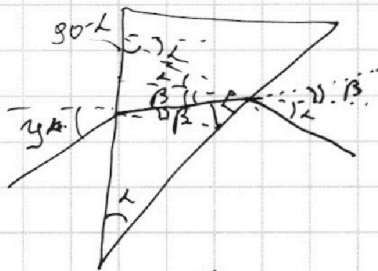
$n_2 \sin \beta = n_1 \sin \alpha$

$n_2 \beta = n_1 \alpha$



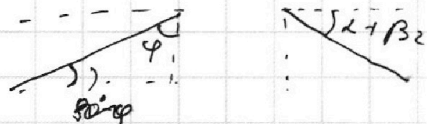
$L_0 n_1 = y n_2$

$y n_2 = \varphi n_1$



$(L+y) n_2 \approx \beta_2 n_1$

$L n_2 + \varphi n_1 \approx \beta_2 n_1$



$\text{tg } \varphi = \frac{a}{h} \quad \text{tg } (\alpha + \beta_2) = \frac{h}{a \beta_1}$

$\rightarrow \frac{a}{\text{tg } \varphi} = \text{tg } (\alpha + \beta_2) \beta_1 \rightarrow \beta_1 \approx \frac{(\alpha + \beta_2) a}{\varphi}$

$L_1 = \beta_1 + a \approx \frac{a(\alpha + \beta_2 + \varphi)}{\varphi}$

120 (e15)

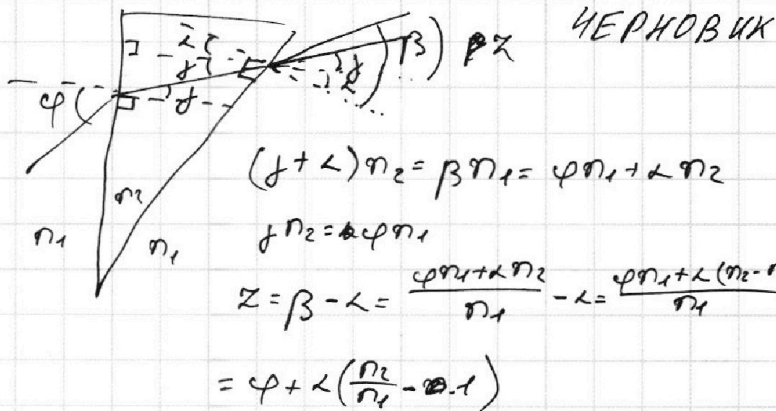
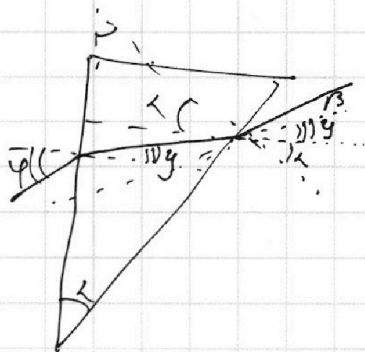
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



E_{z2}

$E_{z2} = 4u$

или так:

$0,7\alpha$

$E_{z2} d = 4u$

$E_{z2} d = 4u$ $E_{z1} d = 4u$

$2-3$: 309 : $E_{k2} + \varphi_2 \rho = E_{k3} + \varphi_3 \rho$

$E_{k3} - k_2 \rho (\varphi_2 - \varphi_3) = \rho E_{z2} d = 4u$

$E_{z2} = \frac{4}{d}$

$\frac{240 \cdot 3}{4} = 180$

300 -

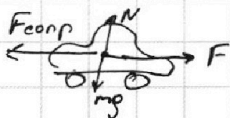
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$F - F_{consp} = m\alpha$$

$$\rho = \frac{A}{Z} = \frac{m \cdot \omega}{C} = F \omega$$

$$N = e \text{ const}$$

$$E = \frac{\rho}{2\epsilon_0 S} \quad \text{ЧЕРНОВИК}$$

$\alpha = \ddot{\varphi} \Rightarrow$ м.е. ускорения можно найти поворачивая касательную к графику $\varphi(t)$ или $v(t)$.
 Таким образом, $\alpha = \frac{(21,5 - 20) \text{ м/с}}{2e} \approx 0,75 \text{ м/с}^2$

$$F = F_{consp} \quad N = F \omega \rightarrow F = \frac{N}{\omega}$$

$$A \cdot F \omega = F \omega \Delta t$$

$$V_{RT} = \frac{pV}{2}$$

$$\frac{N}{\omega} - F_{consp} = m\alpha = \frac{\rho \omega V}{\Delta t}$$

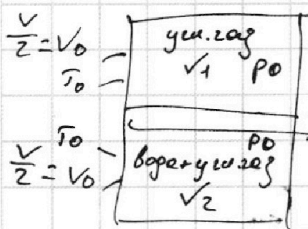
$$V_n RT = \frac{\rho_n V}{2}$$

$$A = pL$$

$$p = \frac{A \cdot m \cdot \omega}{L} = F \omega$$

$$\rho = \frac{2RT(V_n + V_2)}{V}$$

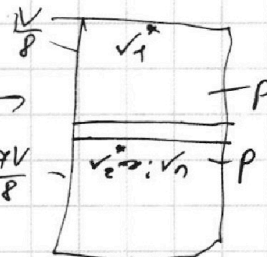
$$N \omega \Delta t - F_{consp} \omega \Delta t = m \omega \omega \Delta t$$



$$V = 2V_0$$

$$V_{max} = \frac{3V}{8} = \frac{3V_0}{8} = \frac{3V_0}{4}$$

$$V_{max} = \frac{V}{2} - \frac{3V}{8} = \frac{V}{8}$$



$$2T = \frac{4T_0}{3}$$

П.к. поршень в состоянии покоя, по ур. равновесия: $p_i = p_2 = p_0$, $p_1^S = p_2^S = p_0$
 $\rightarrow p_i = p_2 = p_0$; $p_1^* = p_2^* = p$

$$v_1 RT_0 = p_0 \frac{V}{2} \quad ; \quad v_1^* RT = p \frac{V}{8}$$

В верхней части $v_1^* = v_1$, м.к. сосуд и поршень герметичны

$$v_1 RT_0 = \frac{p_0 V}{2} \quad ; \quad v_1^* RT = \frac{p V}{8} \rightarrow v_1 RT_0 = \frac{3pV}{32} \rightarrow \frac{p_0 V}{2} = \frac{3pV}{32} \rightarrow 16p_0 = 3p$$

$$p = \frac{16p_0}{3}$$

Доказательство: $v_2 RT_0 = p_0 \frac{V}{8} \rightarrow v_2 = \frac{p_0 V}{8RT_0}$

$$\frac{v_1 RT_0}{v_2 RT_0} = \frac{p_0 V}{2} \cdot \frac{8}{p_0 V} = 4 = \frac{v_1}{v_2} \rightarrow v_2 = 4v_1 = 4v_0 \quad v_2 = v_0$$

$$\Delta v = \frac{k p_0 3V}{8} \quad ; \quad v_2^* = v_0 + \Delta v = \frac{p_0 V}{8RT_0} + \frac{k p_0 3V}{8}$$

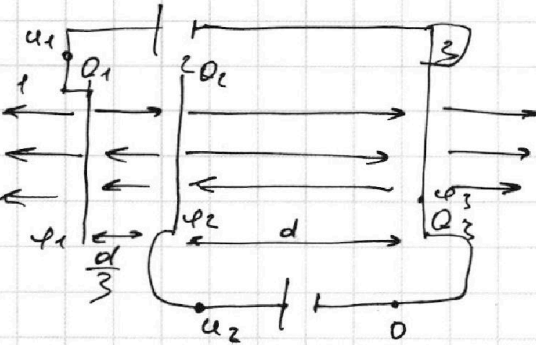
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$E = \frac{Q_2}{2\epsilon_0 S}$$

$$u_1 = 5u \quad u_2 = u$$

(d) (u) (Q)
(u)

$$\frac{3L}{2} \cdot \frac{4E^2}{4\pi R^2} + \frac{LE^2}{2 \cdot 4\pi R^2} = \frac{13LE^2}{8\pi R^2}$$

$$\frac{2L \cdot E^2}{2R^2} = \frac{LE^2}{R^2}$$

ЧЕРНОВИК

$$E_1 = \frac{Q_1 - Q_2 - Q_3}{2\epsilon_0 S}; \quad E_2 = \frac{Q_1 + Q_2 - Q_3}{2\epsilon_0 S}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$u_1 - u_2 = E_1 d = u_1 - u_2 = 4u = \frac{E_1 d}{3} \rightarrow 12u = \left(\frac{Q_1 - Q_2 - Q_3}{2\epsilon_0 S} \right) d$$

$$u_2 - u_3 = E_2 d = u_2 - 0 = u = \left(\frac{Q_1 + Q_2 - Q_3}{2\epsilon_0 S} \right) d$$

$$12 \frac{u}{d} = 12 \left(\frac{Q_1 + Q_2 - Q_3}{2\epsilon_0 S} \right) = \frac{Q_1 - Q_2 - Q_3}{2\epsilon_0 S} \rightarrow 12Q_1 + 12Q_2 - 12Q_3 = Q_1 - Q_2 - Q_3$$

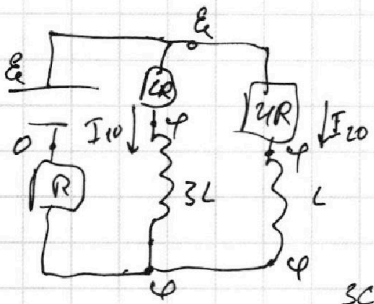
$$11Q_1 + 13Q_2 - 11Q_3 = 0$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$Q_1 = -Q_2 - Q_3$$

$$15Q_2 - 11Q_3 - 11Q_2 - 11Q_3 = 2Q_2 - 22Q_3 \rightarrow Q_2 = 11Q_3 \rightarrow Q_1 = -12Q_3$$

$$u_1 - u_3 = u_1 - u_2 + u_2 - u_3 = u_1 - u_2 = 4u = \frac{E_1 d}{3} + E_2 d$$



Уст. состояние: $u_{3L} = 0, u_L = 0$

Положим нулю: $I_{уст} = \frac{\varphi}{R}; I_{10} = \frac{E - \varphi}{2R}; I_{L0} = 4R$

$$\frac{I_{L0}}{I_{10}} = \frac{4R}{2R} = \frac{E - \varphi}{E - \varphi} = \frac{1}{2} \rightarrow I_{10} = 2I_{L0}$$

$$3C \dot{I}_{уст} = I_{10} + I_{L0} = 3I_{L0} = \frac{\varphi}{R}$$

$$I_{уст} = \frac{\varphi}{R} = \frac{E - \varphi}{2R} + \frac{E - \varphi}{4R} \cdot 4R \rightarrow 4\varphi = 2E - 2\varphi + E - \varphi = 3E - 3\varphi$$

$$3I_{L0} = \frac{\varphi}{R} = \frac{3E}{4R} \rightarrow I_{L0} = \frac{E}{4R}$$

$$I_{10} = 2I_{L0} = \frac{E}{2R}$$

Поскольку через конденсатор ток не течет $\rightarrow I_{3L}(0) = I_{10} = \frac{E}{2R}$

$$I_L(0) = \frac{E}{4R}$$