



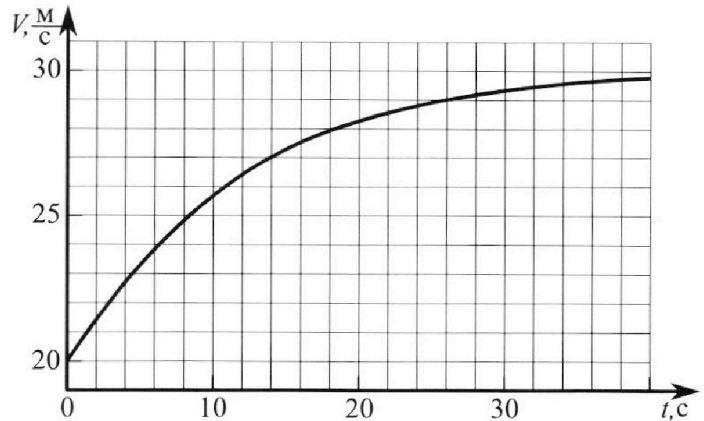
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



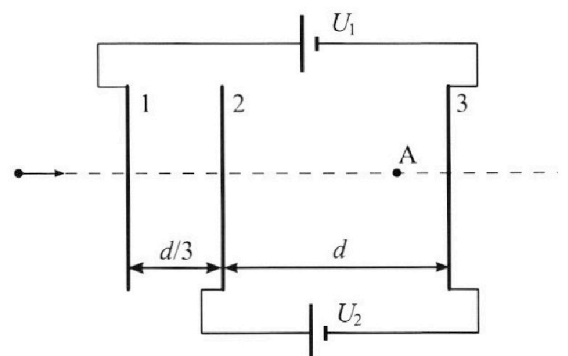
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
 - Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
 - Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
- Требуемая точность численно го ответа на первый вопрос 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 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 Δn растворённого газа в объеме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. 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 p_0 при комнатной температуре и изменением объема 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 A на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

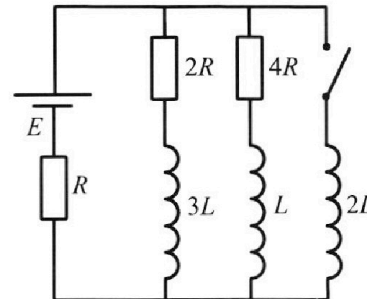
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



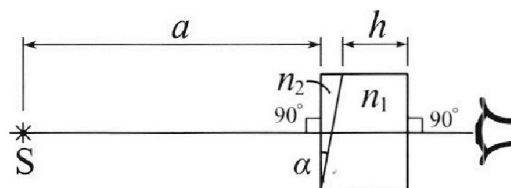
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 $n_v = 1,0$. 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.



(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.

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:

$$m = 240 \text{ кг};$$

$$F_k = 200 \text{ Н}.$$

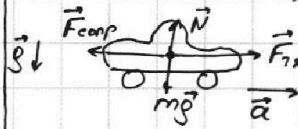
$$1) \alpha_0 - ?$$

$$2) F_0 - ?$$

$$3) \varphi - ?$$

Решение:

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



$$\text{По 2-м: } \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{центр}} + \vec{F}_{\text{тяги}}$$

$$O_y: N - mg = 0$$

$$O_x: F_{\text{тяги}} - F_{\text{центр}} = m\alpha$$

$$P_{\text{тяги}} = \text{const}$$

$$\rightarrow P_{\text{тяги}} = F_{\text{тяги}} \cdot v \rightarrow P_{\text{тяги}} = F_{\text{тяги}} \cdot v_0 = \text{const}.$$

$$\text{Из графика, } F_0 v_0 = F_{\text{тяги}0} v_0 = F_{\text{тяги}} v_k$$

$$\frac{F_{\text{тяги}0}}{F_{\text{тяги}}} = \frac{v_k}{v_0} \approx 1,5 = \frac{30 \text{ м/с}^2}{20 \text{ м/с}^2}.$$

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

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

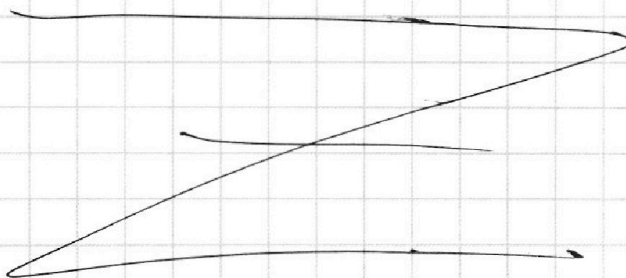
$$\frac{m\alpha_0 + F_0}{F_k} = 1,5 \rightarrow (F_0 = 1,5 F_k - m\alpha_0 = 1,5 \cdot 200 \text{ Н} - 240 \text{ кг} \cdot 0,75 \text{ м/с}^2 = 120 \text{ Н}).$$

$$2) \varphi = \frac{F_0 v_0}{F_{\text{тяги}0} v_0} = \frac{F_0}{F_{\text{тяги}0}} = \frac{F_0}{m\alpha_0 + F_0} = \frac{120 \text{ Н}}{240 \text{ кг} \cdot 0,75 \text{ м/с}^2 + 120 \text{ Н}} = \frac{2}{5} = 40\%.$$

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

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

$$3) \varphi = 40\%.$$



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, T_0, T_1

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

$\Delta V = K p \mu$

$K \approx 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$

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

Найти:

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

2) p_0

Решение:

1) Вначале: 2) Вначале,
из конца равновесия газа в верхней
и нижней частях одинаково,
т.к. поршень находится в равновесии.

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

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

По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$V_1 R T_0 = p_0 V_1 = \frac{p_0 V}{2}$; $V_2 R T_0 = p_0 V_2 = \frac{p_0 V}{8}$

$\rightarrow p_0 V = 2 V_1 R T_0 = 8 V_2 R T_0 \rightarrow V_1 = 4 V_2 \rightarrow \left(\frac{V_1}{V_2} = 4\right)$

Вначале в воде растворено ($\Delta V = K p_0 \mu$) углекислого газа.

В конце D. $\rightarrow V_2^* = V_2 + \Delta V$; $V_2 = \frac{p_0 V}{8 R T_0}$
 $V_2^* = \frac{p_0 V}{8 R T_0} + \frac{3 K p_0 V}{8}$; $V_1^* = V_1 = \frac{p_0 V}{2 R T_0}$

2) В конце:

Углекислый газ сверху: $p; \frac{V}{8}$; $T = \frac{5T_0}{4}$; V_1^*

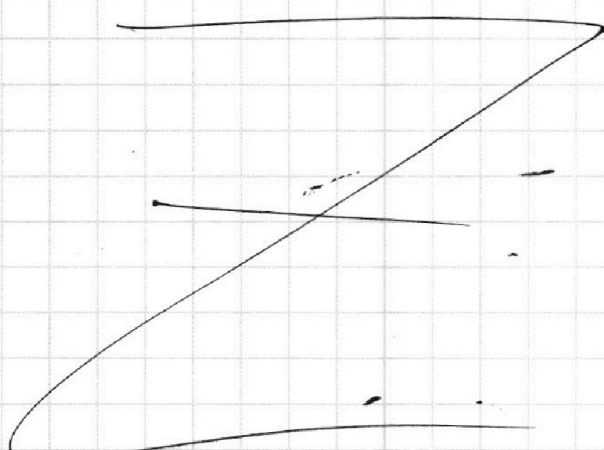
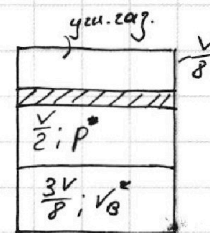
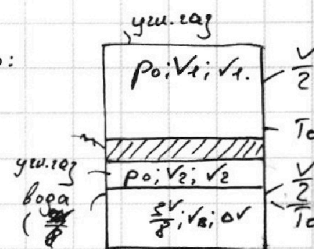
Углекислый газ снизу: $p_y; \frac{V}{2}$; $T = \frac{5T_0}{4}$; V_2^*

Пар воды: $p_n; \frac{V}{2}$; $T = \frac{5T_0}{4}$; V_n

Вода: $V_B = V_B - V_n$

$p = p_y + p_n$

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = 4$



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:

$d; 4; \varepsilon_0$

1) $\alpha^+ - ?$

2) $K_3 - K_2 - ?$

3) $\varphi_A - ?$

Решение:

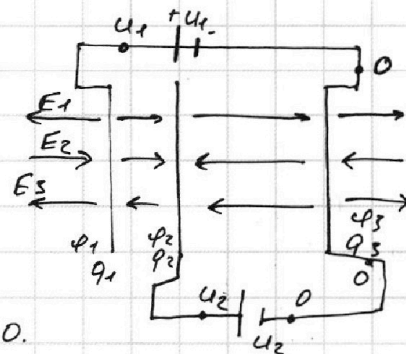
1) По з.с.з: $(q_1 + q_2 + q_3 = 0.)$

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

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

$$\varphi_2 - \varphi_3 = U_2 = 4V$$

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



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

$$\text{Плотр } E_1 = \frac{1q_1}{2\varepsilon_0 S} = \frac{q_1}{2\varepsilon_0 S}; \quad E_2 = \frac{1q_2}{2\varepsilon_0 S} = -\frac{q_2}{2\varepsilon_0 S};$$

$$E_3 = \frac{1q_3}{2\varepsilon_0 S} = \frac{q_3}{2\varepsilon_0 S}.$$

По принципу суперпозиции:

$$E_{z1} = E_1 + E_2 - E_3 = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2\varepsilon_0 S}$$

$$E_{z2} = E_1 - E_2 - E_3 = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\varepsilon_0 S}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 4V = E_{z1} \cdot d = \frac{(q_1 - q_2 - q_3)d}{2\varepsilon_0 S}$$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = 4V = E_{z2} \cdot d = \frac{(q_1 + q_2 - q_3)d}{2\varepsilon_0 S}$$

$$\frac{4\varepsilon_0 S}{d} = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{6} = \frac{2(q_1 + q_2 - q_3)}{1} \rightarrow q_1 - q_2 - q_3 = 12q_1 + 12q_2 - 12q_3$$

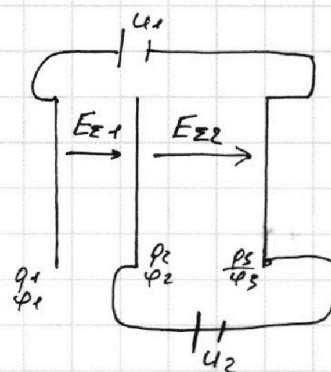
$$(11q_1 + 13q_2 = 11q_3)$$

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

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

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

$$\text{Плотр: } \frac{m v_0^2}{2} + \varphi_1 q = \frac{m v_A^2}{2} + \varphi_A q$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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



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

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

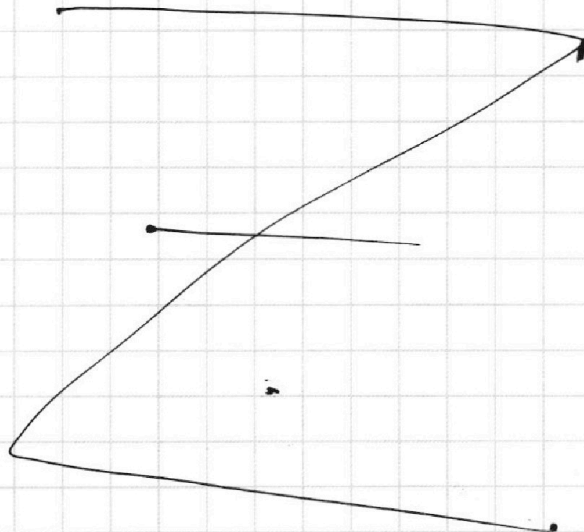
$$\rightarrow m(v_A^2 - v_0^2) = 2q\left(4u + \frac{34}{4}\right) = \frac{19q}{2} \rightarrow v_A^2 = \frac{19q}{2m} + v_0^2$$

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

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

$$\text{Ответ: 1) } a^* = \frac{4q}{md}; 2) K_3 - K_2 = 94;$$

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



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) q_{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.: $I_{уст0} = I_{10} + I_{20}$
 $\frac{\varphi}{R} = \frac{E-\varphi}{2R} + \frac{E-\varphi}{4R}$

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

$\rightarrow \varphi = \frac{3E}{4}$
 $\rightarrow I_{20} = \frac{E-\varphi}{4R} = \frac{E-\frac{3E}{4}}{4R} = \frac{E}{7R}$

$I_{10} = \frac{E-\varphi}{2R} = \frac{2E}{7R}$.

2) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа К.
($t=0$). Ток через $\sim$ скачком не меняется, значит,
 $I_{3L}(0) = \frac{2E}{7R}$; $I_L(0) = \frac{E}{7R}$; $I_{2L}(0) = 0$.

$W(0) = \frac{3L \cdot I_{3L}^2(0)}{2} + \frac{2L \cdot I_{2L}^2(0)}{2} + \frac{L \cdot I_L^2(0)}{2} = \frac{13LE^2}{98R^2}$

Ток через $\sim$ не поменялся,
то по з.с.з. $I_{уст}(0) = \frac{3E}{7R}$ не поменялся
и ток через источник.

$I_{уст}(0) = I_{уст0} = \frac{3E}{7R} = I_{10} + I_{20}$

По закону Ома: $I_{уст}(0) = \frac{\varphi^*}{R} = \frac{3E}{7R}$

$\rightarrow \varphi^* = \varphi = \frac{3E}{4}$

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

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

$I_{2L}(0) = \frac{U_{2L}(0)}{2L} = \frac{2E}{7L}$

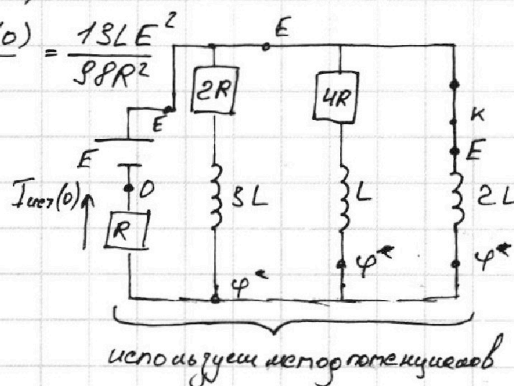
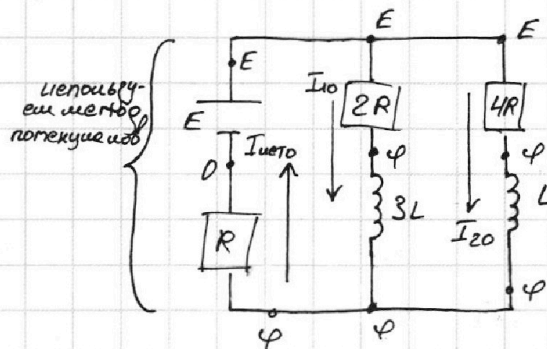
3) Рассмотрим цепь в установившемся состоянии после
замыкания ключа К. Уст. состояние $\rightarrow$ напряжения на $\sim$ нет.

$I_{3L}(t_{уст}) = 0$, $I_L(t_{уст}) = 0$.

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

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

$W(t_{уст}) = \frac{LE^2}{R^2}$.





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

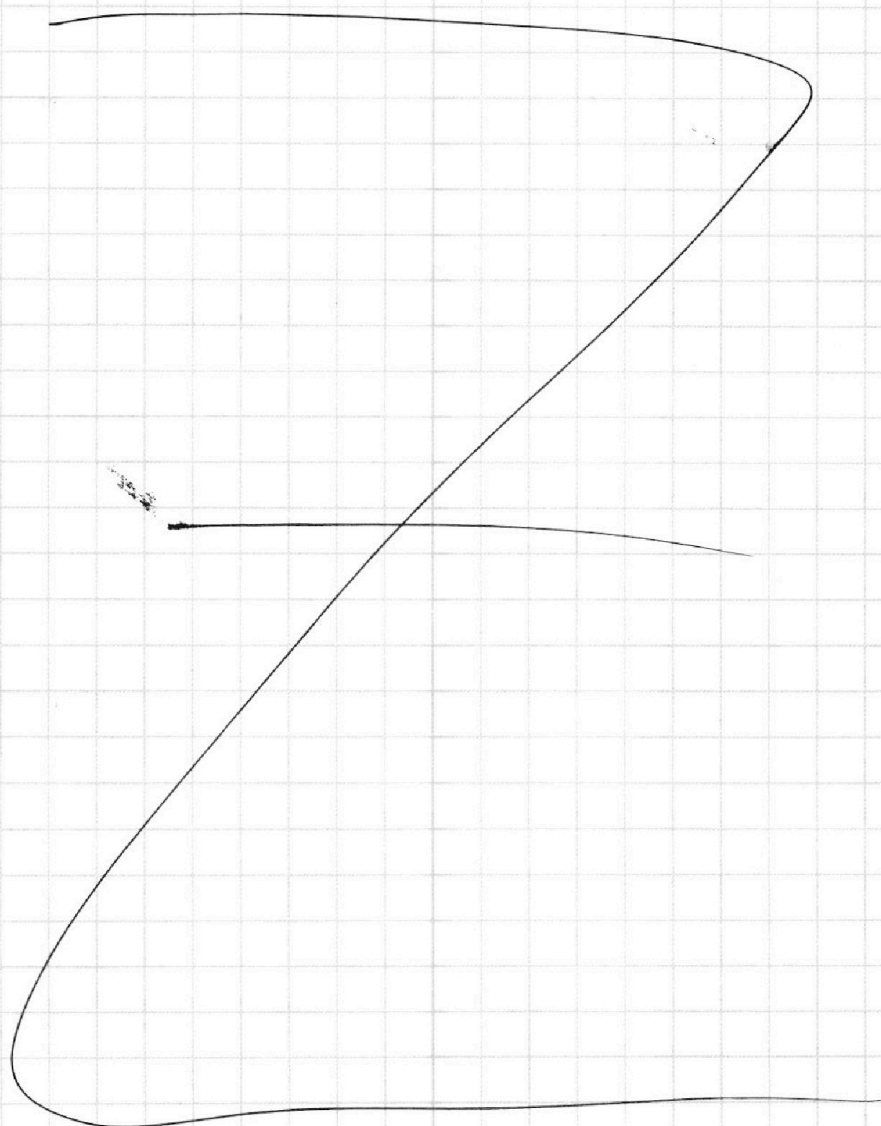
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

 МФТИ

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

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

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



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:

$n_B = 1;$

$a = 1 \text{ м};$

$L = 0,1 \text{ рад};$

$h = 14 \text{ см};$

1) $\beta_1 = ?$

2) $L_1 = ?$

3) $L_2 = ?$

Решение:

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

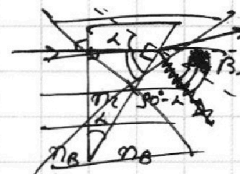
По закону Снеллиуса:

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

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:

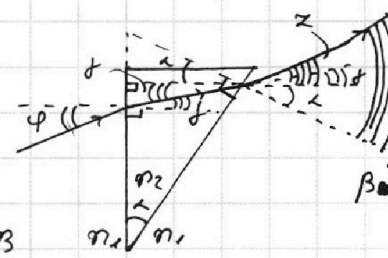
$$n_1 \sin \varphi = n_2 \sin \gamma. \text{ П.к. углы малы} \rightarrow n_1 \varphi \approx n_2 \gamma$$

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

$$\rightarrow n_1 \varphi + n_2 \alpha \approx n_1 \beta.$$

$$\alpha = \beta - \alpha$$

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



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

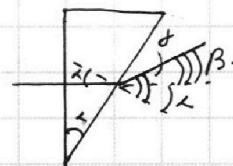
По закону Снеллиуса:

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

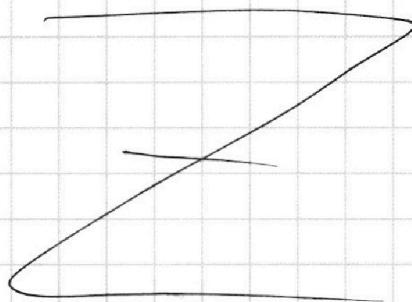
П.к. углы малы, то $\sin \alpha \approx \alpha, \sin \gamma \approx \gamma$.

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

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



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





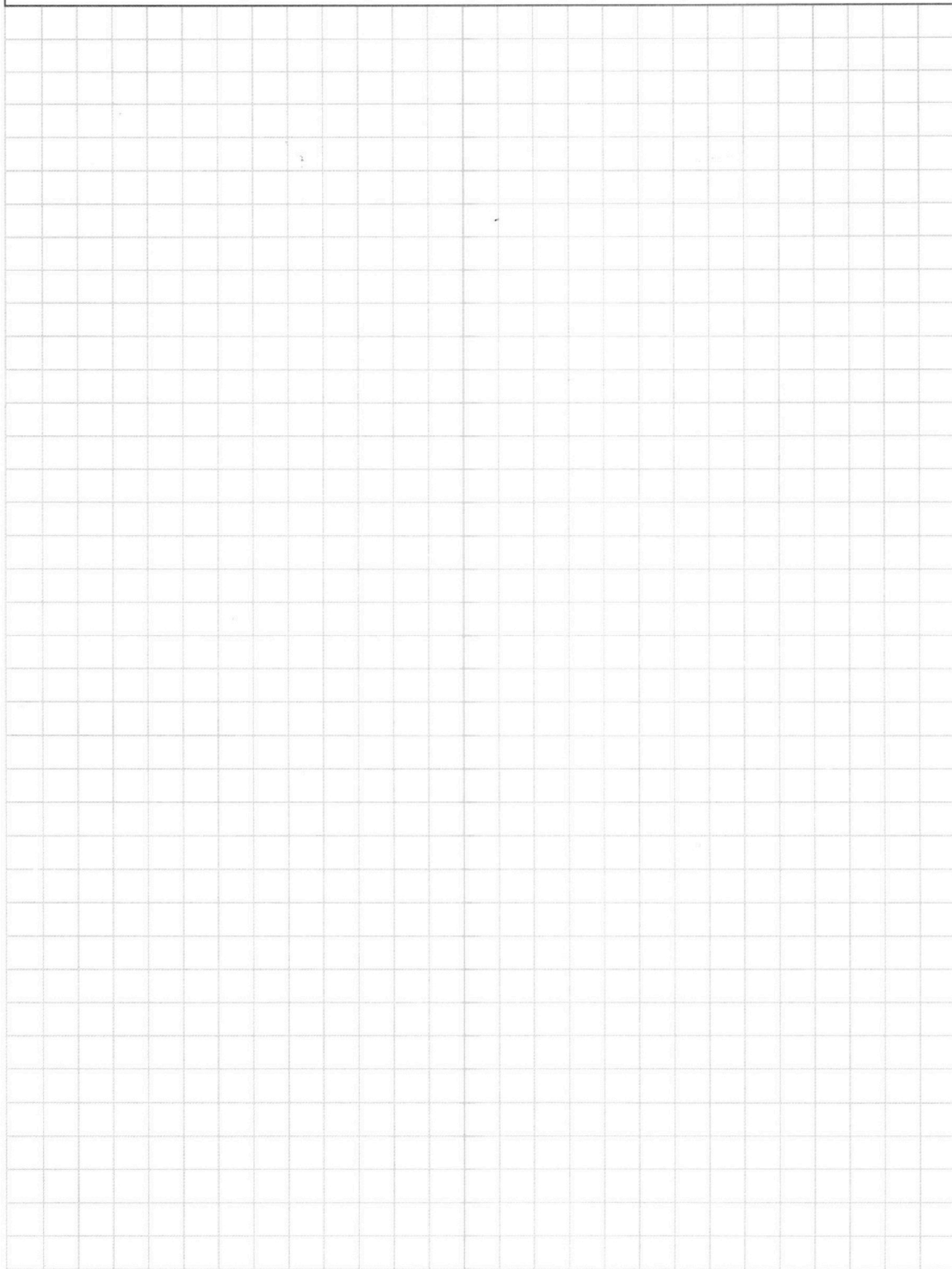
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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!

МФТИ

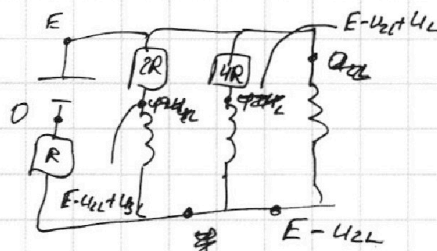


~~а) $I_{1R} = \varphi = I_{4R} R$~~

ЧЕРНОВИК

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

→ ~~$I_{2R} = I_{4R}$~~

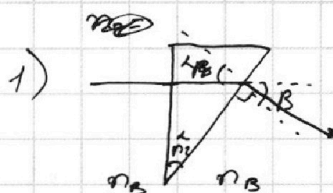
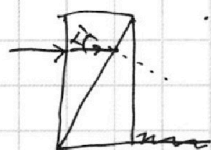


~~$U_{2L} = U_{3L}$~~ $E - U_{2L} = E - U_{2R} - U_{3L} = E - U_{4R} - U_L = U_{2L}$

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

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

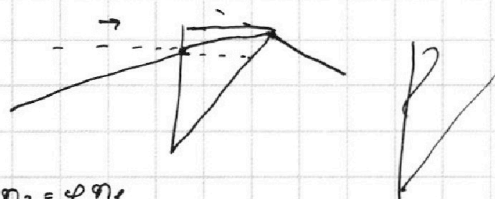
$$2Q_{2R} \cdot R + 3L \Delta I_{3L} = 4Q_{4R} \cdot R + L \Delta I_L \rightarrow 4Q_{4R} R - 2Q_{2R} R = 3L(I_{3L} - I_L)$$



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

$$n_2 \sin \beta = n_3 \sin \alpha$$

$$n_2 \beta = n_3 \alpha$$

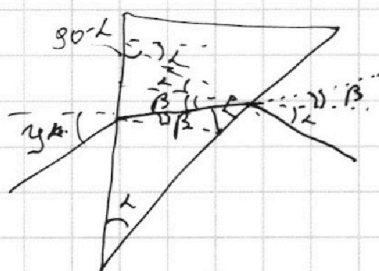


$$y n_2 = \varphi n_1$$

$$L_0 n_1 = y n_2$$

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

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



$$\tan \varphi = \frac{\alpha}{h} \quad \tan(L + \beta_2) = \frac{h}{\alpha f_1}$$

$$\rightarrow \frac{\alpha}{\tan \varphi} = \tan(L + \beta_2) f_1 \rightarrow f_1 \approx \frac{(L + \beta_2) \alpha}{\varphi}$$

$$L_1 = f_1 + \alpha \frac{\alpha(L + \beta_2 + \varphi)}{\varphi}$$

120 (2,5)

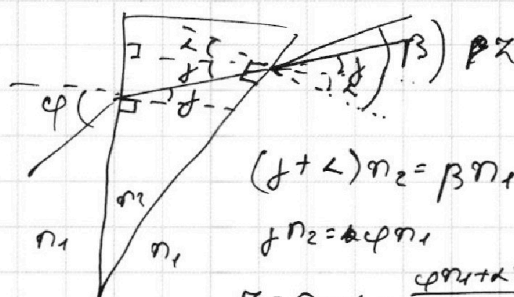
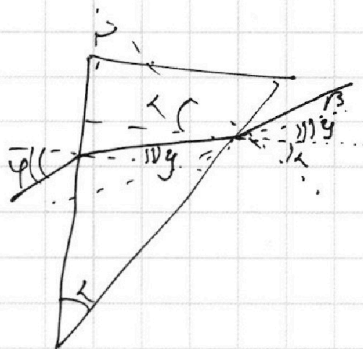
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



ЧЕРНОВИК

$$(\delta + \epsilon) n_2 = \beta n_1 = \varphi n_1 + \lambda n_2$$

$$\delta n_2 = \lambda \varphi n_1$$

$$Z = \beta - \lambda = \frac{\varphi n_1 + \lambda n_2}{n_1} - \lambda = \frac{\varphi n_1 + \lambda (n_2 - n_1)}{n_1} =$$

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

$E_{\text{кр}}$

Вс $E - U_{\text{эл}} =$

с/у 2 и 3:

0,72

$E_{\text{кр}} E_{\text{эл}} d =$

$$E_{\text{эл}} d = 4 \quad E_{\text{эл}} d = 44$$

2-3: $309: \frac{240 \cdot 3}{2} E_{\text{кр}2} + \varphi_2 \rho = E_{\text{кр}3} + \varphi_3 \rho$

$$E_{\text{кр}} K_3 - K_2 \varphi (\varphi_2 - \varphi_3) = \rho E_{\text{эл}2} d = 44$$

$$E_{\text{эл}} = \frac{4}{d}$$

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

300 -

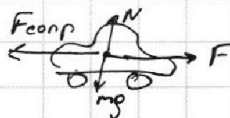
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

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

$$N = \text{const}$$

$$p_1 \neq p_2$$

$$E = \frac{p}{2\cos\theta}$$

ЧЕРНОВИК

$\alpha = \ddot{\varphi} \rightarrow$ т.е. ускорение можно найти по второй кинематической

характеристике $\varphi(t)$ или $v(t)$.

Таким образом, $\alpha = \frac{(21,5 - 20) \text{ м/с}}{2 \text{ с}} \approx 0,75 \text{ м/с}^2$.

$$F = p N \cos\theta \quad N = F \omega \rightarrow F = \frac{N}{\omega}$$

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

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

$$V R T = \frac{p V}{2}$$

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

$$V_n R T = \frac{p_n V}{2}$$

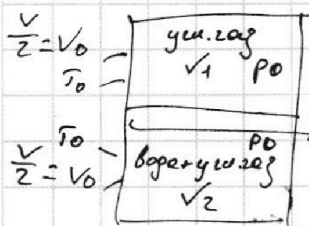
$$A = p L$$

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

$$p = \frac{2 R T (V_n + V_2)}{V}$$

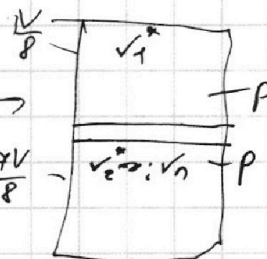
$$N \Delta t - F_{\text{consp}} \Delta t = m \omega \Delta t$$

$$V = 2V_0$$



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

$$V_{\text{ниж}} = \frac{V}{2} = \frac{3V}{8} \cdot \frac{V}{8}$$



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

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

$$V_1 R T_0 = p_0 \frac{V}{2}; \quad V_1^* R T = p \frac{V}{8}$$

В верхней части $V_1^* = V_1$, т.к. сосуд и поршень герметичны

$$V_1 R T_0 = \frac{p_0 V}{2}; \quad V_1^* R T = \frac{p V}{8} \rightarrow V_1 R T_0 = \frac{3 p V}{32} \rightarrow \frac{p_0 V}{2} = \frac{3 p V}{32} \rightarrow 16 p_0 = 3 p$$

$$\text{Доказательство: } V_2 R T_0 = p_0 \frac{V}{8} \rightarrow V_2 = \frac{p_0 V}{8 R T_0}$$

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

$$\frac{V_1 R T_0}{V_2 R T_0} = \frac{p_0 V}{2} \cdot \frac{8}{p_0 V} = 4 = \frac{V_1}{V_2} \rightarrow V_1 = 4 V_2 = 4 V_0 \quad V_2 = V_0$$

$$\Delta V = \frac{k p_0 3V}{8}$$

$$V_2^* = V_0 + \Delta V = \frac{p_0 V}{8 R T_0} + \frac{k p_0 3V}{8}$$

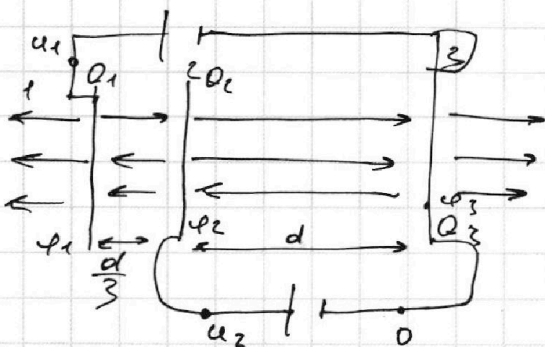
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

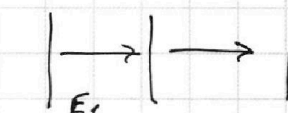
МФТИ



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

$$U_1 = 5u \quad U_2 = u$$

$$\phi_1 = u \quad \phi_2 = 0 \quad \phi_3 = u$$



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

$$\frac{2LE^2}{2R^2} = \frac{LE^2}{R^2}$$

ЧЕРНОВИК

$$E_1 = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S}; \quad E_2 = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S}$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$U_1 = E_1 d \cdot \frac{d}{3} \quad \phi_1 - \phi_2 = U_1 - U_2 = 4u = \frac{E_1 d}{3} \rightarrow 12u = \left(\frac{q_1 - q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S} \right) d$$

$$\phi_2 - \phi_3 = E_2 d = U_2 - 0 = u = \left(\frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S} \right) d$$

$$12 \frac{u}{d} = 12 \left(\frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S} \right) = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S} \rightarrow 12q_1 + 12q_2 - 12q_3 = q_1 - q_2 - q_3$$

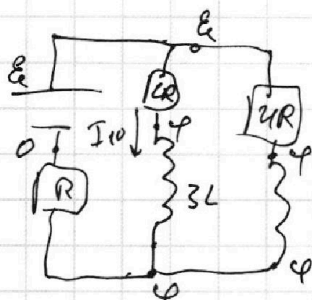
$$11q_1 + 13q_2 - 11q_3 = 0$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$q_1 = -q_2 - q_3$$

$$13q_2 - 11q_3 - 11q_2 - 11q_3 = 2q_2 - 22q_3 \rightarrow q_2 = 11q_3 \rightarrow q_1 = -12q_3$$

$$U_1 - U_3 = \phi_1 - \phi_3 = U_1 = 5u = \frac{E_1 d}{3} + E_2 d$$



Уст. состояние: $U_{3L} = 0, U_{4R} = 0$

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

$$+ \frac{I_{20}}{I_{10}} = \frac{4R}{2R} = 2 \rightarrow I_{10} = 2I_{20}$$

$$3I_{уст} = I_{10} + I_{20} = 3I_{20} = \frac{U}{R} \rightarrow$$

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

$$3I_{20} = \frac{U}{R} = \frac{3E}{4R} \rightarrow I_{20} = \frac{E}{4R}$$

$$I_{10} = 2I_{20} = \frac{E}{2R}$$

$$I_{уст} = \frac{E}{4R}$$

Поток через катушку не меняется $\rightarrow I_{10}(0) = I_{20}(0) = I_{уст} = \frac{E}{4R}$

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