

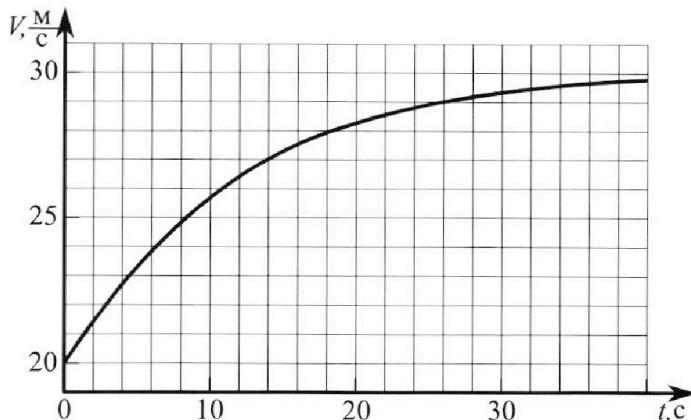
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

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%.

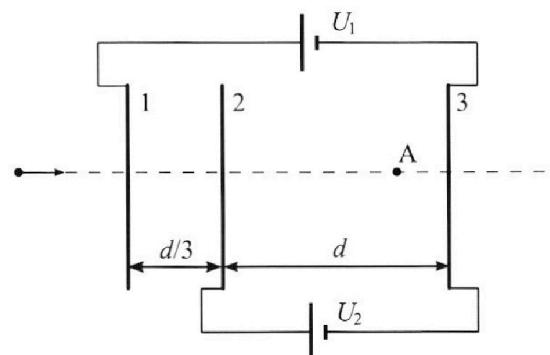
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагревали 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: $\Delta v = k p w$. 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 углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{АТМ}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (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 А на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



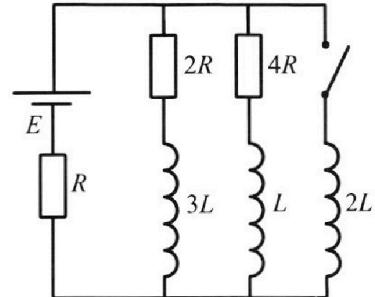
Вариант 11-04

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

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

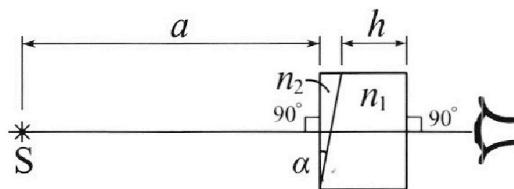
- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

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.

- 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 |
| <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!

Дано:

$$m=240 \text{ кг}$$

$$F_k=200 \text{ Н}$$

$$\theta) \alpha_0 - ?$$

$$2) F_0 - ?$$

$$3) \frac{F}{F_K} - ?$$

Решение:

$$1) \text{ III. K. } \alpha = 25^\circ, \text{ по началь: } (\alpha_0 = \frac{(21,5 - 20) \text{ м}}{2 \cdot \text{с}^2} \approx 0,75 \text{ м/с}^2)$$

$$\begin{array}{l} \text{Начало: } \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{сопр}} + \vec{F}_{\text{наг}} \\ \text{Oy: } N - mg = 0 \\ \text{Ox: } F_{\text{наг}} - F_{\text{сопр}} = m\alpha \end{array}$$

$$P_{\text{наг}} = \text{const}$$

$$\rightarrow P_{\text{наг}} = \frac{F}{\theta} \rightarrow P_{\text{наг}} = F_{\text{наг}} \cdot 25 = \text{const.}$$

$$\text{Из графика: } \frac{F_{\text{наг}0}}{F_{\text{наг}}} = \frac{25_0}{25} = 1,5 = \frac{30 \text{ Н/с}^2}{20 \text{ Н/с}^2} \quad \underline{F_{\text{наг}0} \cdot 25_0 = F_{\text{наг}} \cdot 25_K}$$

$$\frac{F_{\text{наг}0}}{F_{\text{наг}}} = \frac{25_K}{25_0} = 1,5 = \frac{30 \text{ Н/с}^2}{20 \text{ Н/с}^2}$$

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

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

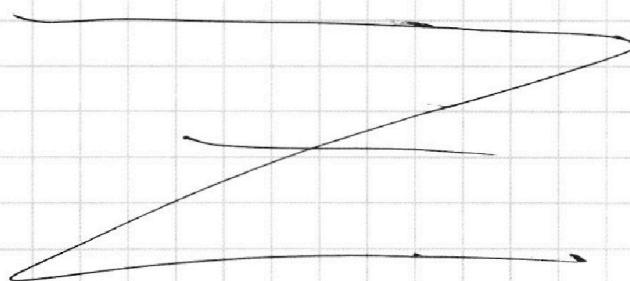
$$\frac{m\alpha_0 + F_0}{F_k} = 1,5 \rightarrow (F_0 = 1,5 F_k - m\alpha_0 = 1,5 \cdot 200 \text{ Н} - 240 \text{ кг} \cdot 0,75 \text{ м/с}^2 = 120 \text{ Н})$$

$$2) x = \frac{F_0 \cdot 25_0}{F_k \cdot 25_0} = \frac{F_0}{F_k} = \frac{F_0}{m\alpha_0 + F_0} = \frac{120 \text{ Н}}{240 \text{ кг} \cdot 0,75 \text{ м/с}^2 + 120 \text{ Н}} = \frac{2}{5} = 40 \text{ м.}$$

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

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

3) $x = 40 \text{ м}$.



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:

$$\rho_0; T_0; \frac{V_1}{T_0} = \frac{4}{3}; P_0 = 373 \text{ kPa}$$

$$\Delta V = K P V;$$

$$K \approx 0.6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}{\text{ж} \cdot \text{сек}^2};$$

$$R T \approx 3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{ж} \cdot \text{сек}}{\text{моль}}$$

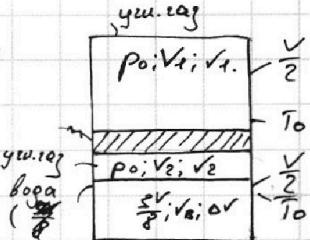
Найти:

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

$$2) P_0.$$

Решение:

Начало:



1) В начале: Установка, в конце движения газ в верхней и нижней частях одноковесое, т.к. паренесовка соримся балансии.

(Установка равновесия, $P_{\text{верх}} = P_{\text{ниж}}$)

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

Получившуюся неравенство - Кайтеронда:

$$V_1 R T_0 = P_0 V_1 = \frac{P_0 V}{2}; V_2 R T_0 = P_0 V_2 = \frac{P_0 V}{8}$$

$$\rightarrow P_0 V = 2 V_1 R T_0 = 8 V_2 R T_0 \rightarrow V_1 = 4 V_2 \rightarrow \left(\frac{V_1}{V_2} = 4 \right).$$

В начале в воде растворено ($\Delta V = K P_0 \cdot \frac{3V}{8}$) упаковочного газа.

$$\text{В конце } D. \rightarrow V_2^* = V_2 + \Delta V; V_2 = \frac{P_0 V}{8 R T_0}$$

$$V_2^* = \frac{P_0 V}{8 R T_0} + \frac{3 K P_0 V}{8}.$$

$$V_1^* = V_1 = \frac{P_0 V}{2 R T_0}.$$

2) В конце:

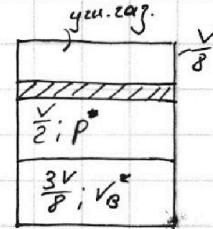
Упаковочный газ сверху: $\rho; \frac{V}{8}; T = \frac{5T_0}{4}; V_1^*$

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

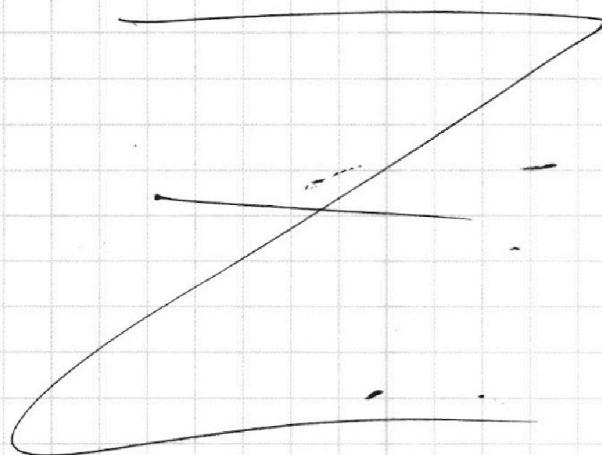
Паренесу: $P_n; \frac{V}{2}; T = \frac{5T_0}{4}; V_n$

Вода: $V_B^* = V_B - V_n$.

$$P = P_g + P_n.$$



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:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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

Дано:

$$d: 4 \cdot 250$$

$$1) \alpha = ?$$

$$2) K_3 - K_2 = ?$$

$$3) \varphi_A = ?$$

Решение:

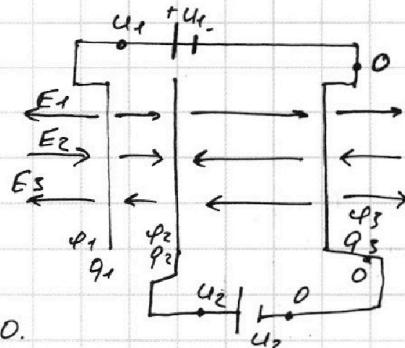
$$1) \text{По } g.c.z: (q_1 + q_2 + q_3 = 0)$$

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

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

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

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



III. к пластинам много ближе расположены между ними,
пренебрегаем расстояниями вдоль пластины.

$$\text{Тогда } E_1 = \frac{19_{11}}{2E_0 S} = \frac{q_1}{2E_0 S}; \quad E_2 = \frac{19_{21}}{2E_0 S} = -\frac{q_2}{2E_0 S};$$

$$E_3 = \frac{19_{31}}{2E_0 S} = \frac{q_3}{2E_0 S}.$$

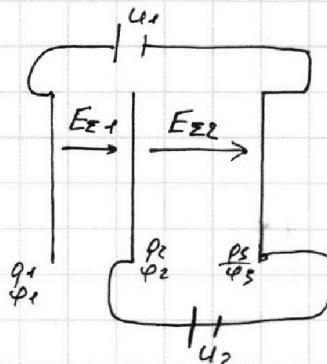
По принципу суперпозиции:

$$E_{\Sigma 1} = E_1 + E_2 - E_3 = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2E_0 S}$$

$$E_{\Sigma 2} = E_1 - E_2 - E_3 = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2E_0 S}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 4U = E_{\Sigma 1} \cdot \frac{d}{S} = \frac{(q_1 - q_2 - q_3)d}{2E_0 S}$$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = 4 = E_{\Sigma 2} d = \frac{(q_1 + q_2 - q_3)d}{2E_0 S}$$



$$\frac{4U E_0 S}{d} = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{6} = \frac{2(q_1 + q_2 - q_3)}{1} \rightarrow q_1 - q_2 - q_3 = 12q_1 + 12q_2 - 12q_3$$

$$(11q_2 + 13q_3 = 14q_1)$$

$$2) \text{По } g.c.z: K_2 + \varphi_2 q = K_3 + \varphi_3 q$$

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

$$3) E_{\Sigma 2} d = \varphi_2 - \varphi_3 = U \rightarrow E_{\Sigma 2} = \frac{U}{d}$$

$$\text{По } g.c.z: \frac{m \omega_0^2}{2} + \varphi_1 q = \frac{m \omega_A^2}{2} + \varphi_A q$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

$$m(v_A^2 - v_0^2) = 2g(\varphi_1 - \varphi_0) = 2g(\varphi_1 - \varphi_2 + \varphi_2 - \varphi_0) = 2g(4u + \varphi_2 - \varphi_0)$$

$$\varphi_2 - \varphi_0 = E_{\text{zr}} \cdot \frac{3d}{4} = \frac{34}{4}$$

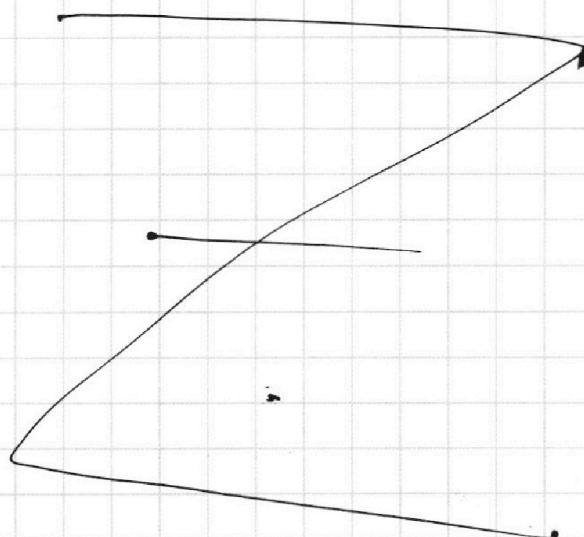
$$\rightarrow m(v_A^2 - v_0^2) = 2g\left(4u + \frac{34}{4}\right) = \frac{19g}{2} \rightarrow v_A^2 = \frac{19g}{2m} + v_0^2$$

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

4) Точка движется: $E_{\text{zr}} g = m\alpha^* = \frac{uq}{d} \Rightarrow (\alpha^* = \frac{uq}{md})$

Решение: 1) $\alpha^* = \frac{uq}{md}$; 2) $K_5 - K_2 = qu$;

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



- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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: $E; R; L$ **Найти:**1) I_{20} - ?2) $I_{2L}(0)$ - ?3) q_{4R} - ?

1) Рассмотрим цепь до замыкания катушки K .
Уч.состоление \rightarrow напряжения нет.

По закону Ома: $I_{10} = \frac{\varphi}{R}$;

$$I_{10} = \frac{E-\varphi}{2R}; I_{20} = \frac{E-\varphi}{4R}$$

По з.с.з.: $I_{\text{цето}} = I_{10} + I_{20}$

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

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

$$\rightarrow \varphi = \frac{3E}{7}$$

$$\rightarrow \left(I_{20} = \frac{E-\varphi}{4R} = \frac{4E}{7 \cdot 4R} = \frac{E}{7R} \right)$$

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

2) Рассмотрим цепь сразу после замыкания катушки K .
($t=0$). Потом через \rightarrow схема не меняется, значит,

$$I_{SL}(0) = \frac{2E}{7R}; I_L(0) = \frac{E}{7R}; I_{2L}(0) = 0.$$

$$W(0) = \frac{3L \cdot I_{SL}^2(0)}{2} + \frac{2L \cdot I_{2L}^2(0)}{2} + \frac{L \cdot I_L^2(0)}{2} = \frac{13LE^2}{56R^2}$$

Потом через \rightarrow не меняется,
то по з.с.з. $I_{uer}(0) = \frac{E}{R}$ не поменяется
и поток через катушки.

$$I_{uer}(0) = I_{\text{цето}} = I_{10} + I_{20} = \frac{E}{7R}$$

$$\text{По закону Ома: } I_{uer}(0) = \frac{\varphi}{R} = \frac{3E}{7R}$$

$$\rightarrow \varphi^* = \varphi = \frac{3E}{7}$$

$$U_{2L}(0) = E - \varphi^* = \frac{4E}{7}$$

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

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

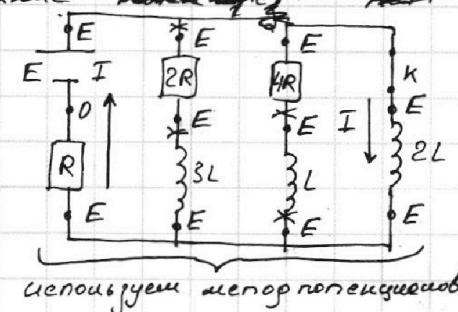
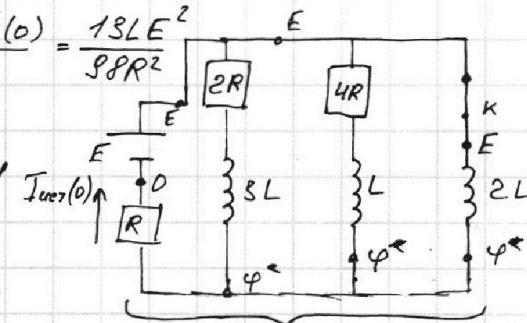
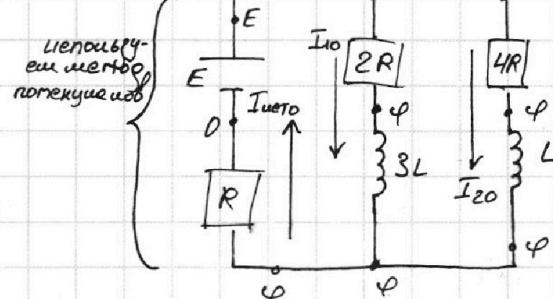
3) Рассмотрим цепь в установившемся состоянии после
замыкания катушки K . Уч.состоление \rightarrow напряжение \rightarrow нет.

$$I_{SL}(t_{\text{уст}}) = 0, I_L(t_{\text{уст}}) = 0.$$

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

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

$$W(t_{\text{уст}}) = \frac{LE^2}{R^2}$$





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

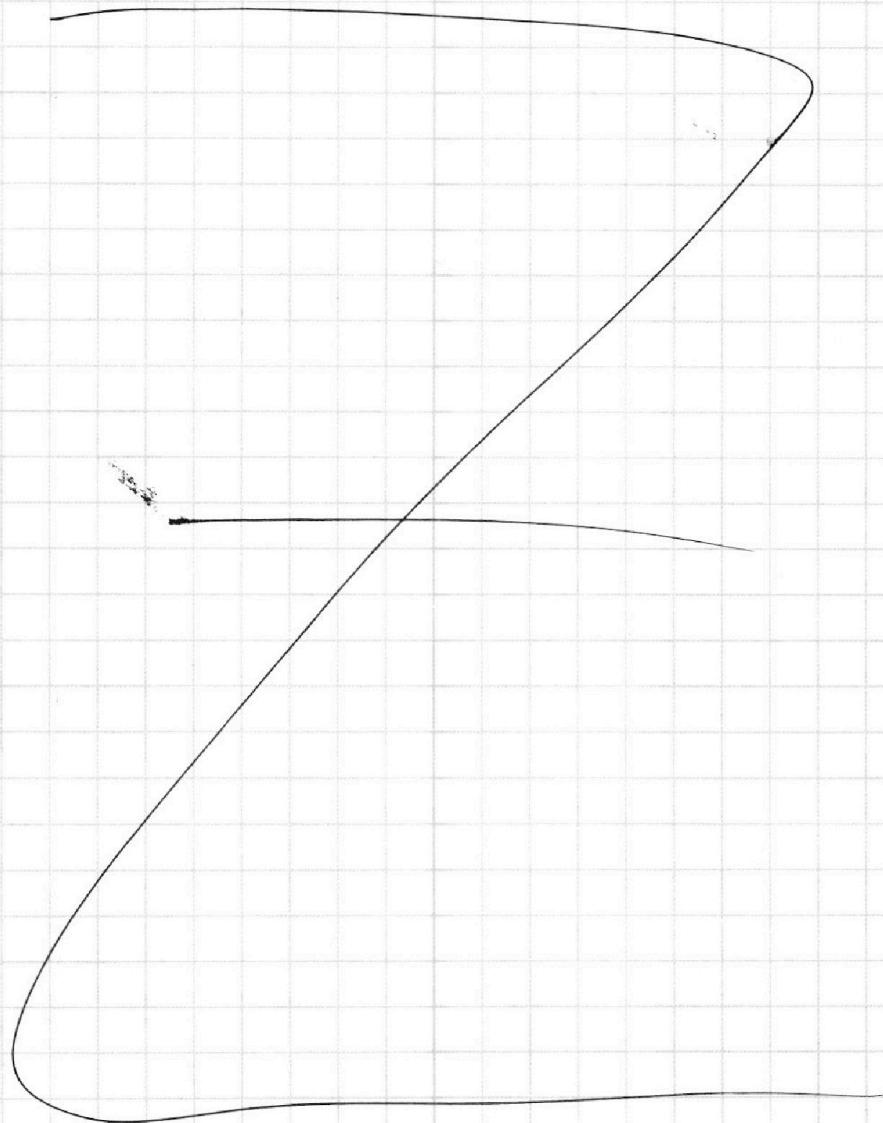
7

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 $t=t_{\text{пер}}$.

Однем: 1) $I_{20} = \frac{E}{7R}$; 2) $I_{2L}(0) = \frac{2E}{7L}$.





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

МФТИ

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

Дано:

$$\begin{aligned} n_B &= 1; \\ a &= 1 \text{ м}; \\ \lambda &= 0,1 \text{ рад}; \\ h &= 14 \text{ см}; \\ 1) \beta_1 - ? \\ 2) L_1 - ? \\ 3) L_2 - ? \end{aligned}$$

Решение:

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

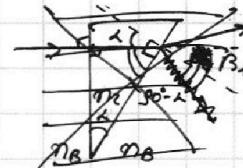
Погону Синусом:

$$n_2 \sin \lambda = n_B \sin \beta_1$$

III. к. учи масив, то $\sin \lambda = \lambda$, $\sin \beta_1 \approx \beta_1$

$$\rightarrow n_2 \lambda \approx n_B \beta_1$$

$$\cdot \left(\beta_1 \approx \frac{n_2 \lambda}{n_B} = \frac{1,7 \cdot 0,1 \text{ рад}}{1} \approx 0,17 \text{ рад} \right).$$



2) Рассмотрим второй случай:

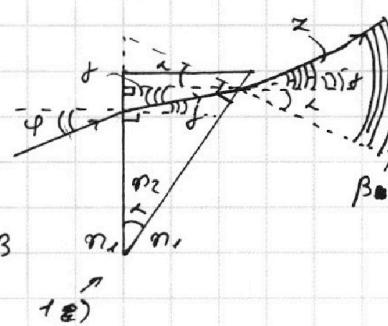
$$n_1 \sin \varphi = n_2 \sin \gamma. \text{ Учи масив} \rightarrow n_1 \varphi = n_2 \gamma$$

$$n_2 \sin(\lambda + \gamma) = n_1 \sin \varphi. \text{ Учи масив} \rightarrow n_2(\lambda + \gamma) = n_1 \lambda$$

$$\rightarrow n_1 \varphi + n_2 \lambda = n_1 \lambda.$$

$$\lambda = \beta - \lambda$$

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



2)

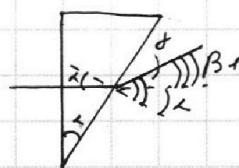
2) Рассмотрим третий случай: ($n_1 = n_B = 1; n_2 = 1,7$)

Погону Синусом:

$$n_2 \sin \lambda = n_B \sin \gamma$$

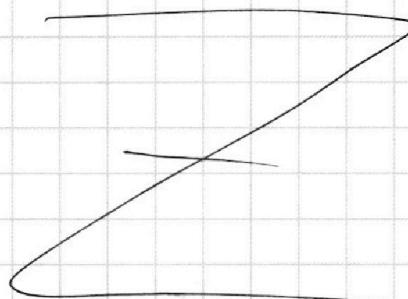
III. к. учи масив, то $\sin \lambda = \lambda$, $\sin \gamma \approx \gamma$.

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



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

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





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

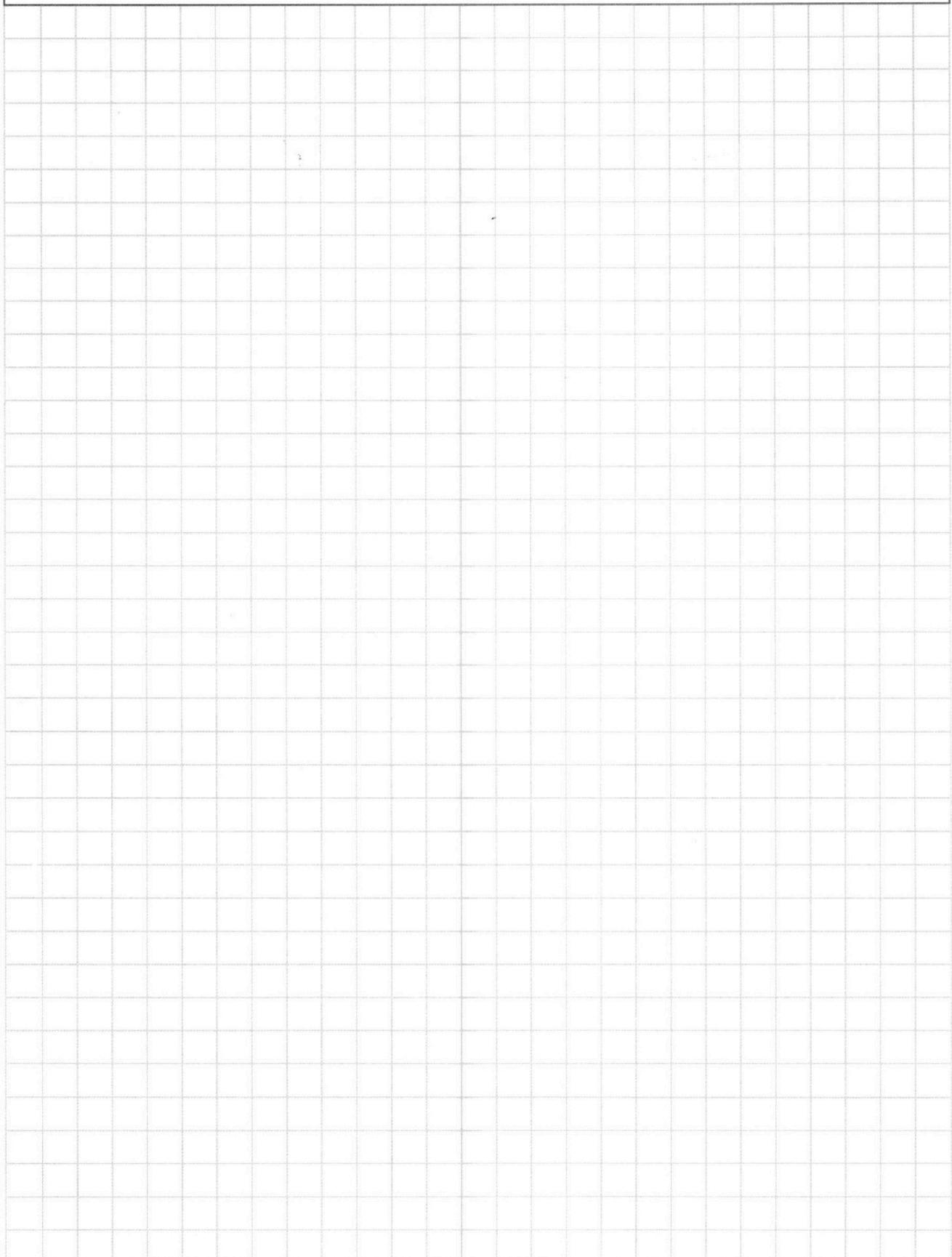
5

6

7

 МФТИ.

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:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

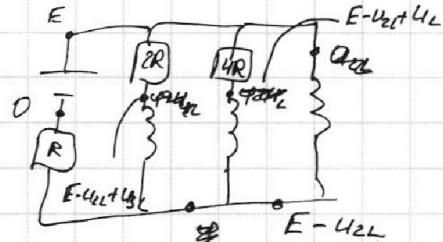
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$U_{ER} = U_{IR} = \varphi = I_{ER}R$$

ЧЕРНОВИК

$$I_{ER} = \frac{U_{EL} - U_{SL}}{2R}; \quad I_{4R} = \frac{U_{EL} - U_L}{4R}$$

→ ~~7~~ ~~8~~ ~~9~~.



$$U_{ER} = U_{EL} - U_{SL} \quad E - U_{2L} = E - U_{ER} - U_{SL} = E - U_{4R} - U_L = U_{2L}$$

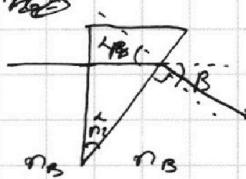
$$U_{ER} + U_{SL} = U_{4R} + U_L \quad E = U_{4R} + U_L + U_{EL} = I_{4R} \cdot 4R + L \frac{\Delta I_L}{\Delta t} + 2L \cdot \frac{\Delta I_{2L}}{\Delta t}$$

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

$$2g_{2R} \cdot R + 3L \Delta I_{SL} = 4g_{4R} \cdot R + L \Delta I_L \rightarrow 4g_{4R}R - 2g_{2R}R = 3L(I_S -$$



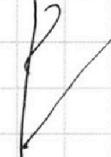
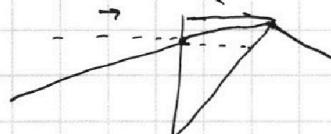
1)



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

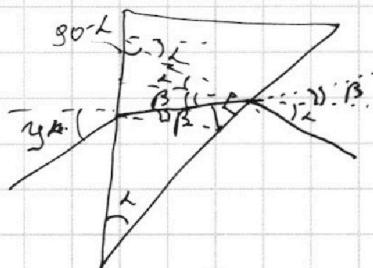
~~нр сим = нр сим~~

~~нр в = нр в~~



$$\lambda_0 n_1 = g n_2$$

$$g n_2 = \varphi n_1$$



$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\alpha}{h}$$

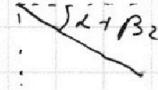
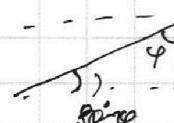
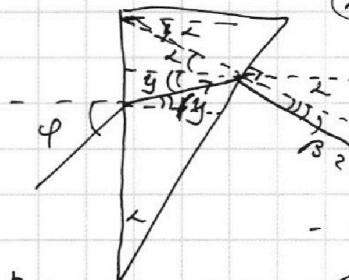
$$\operatorname{tg}(\lambda + \beta_2) = \frac{h}{\delta f_1}$$

$$\rightarrow \frac{\alpha}{\operatorname{tg} \varphi} = \operatorname{tg}(\lambda + \beta_2) \delta f_1$$

$$\rightarrow \delta f_1 \approx \frac{(\lambda + \beta_2) \alpha}{\varphi}$$

$$(\lambda + \beta_2) n_2 \approx \beta_2 n_1$$

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



120 (e, 3)

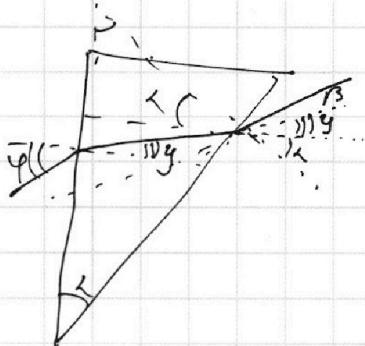
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



ЧЕРНОВИК

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

ER

м/г 2 и 3:

0,7L

$$E_{\Sigma 1} d = 4$$

ER E_{\Sigma 2} d = 2

$$E_{\Sigma 2} d = 4 \quad E_{\Sigma 1} d = 4$$

2-3: SCG: $\frac{240}{2} E_{K2} + \varphi_2 \rho = E_{K3} + \varphi_3 \rho$

ER $K_3 - K_2 + \rho (\varphi_2 - \varphi_3) = \rho E_{\Sigma 2} d = 4$

$$E_{\Sigma 2} = \frac{4}{d} \quad \frac{240 \cdot 3}{4} = 180$$

300-

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

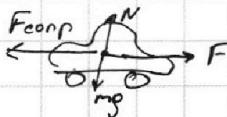
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



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

$$P = \frac{A \cdot u}{E} = \frac{H \cdot u}{C} = F \cdot S$$

$N = \text{const}$

$$\cancel{P_1 \neq P_2} \quad \cancel{P_2 \neq P_3} \quad (E = \frac{\rho}{2 \cos \alpha})$$

ЧЕРНОВИК

$\alpha = 25^\circ \Rightarrow$, т.е. ускорение можно найти проверяя касательную
с ускорением α и α .

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

$$F = P \cdot N \Rightarrow N = F \cdot S \Rightarrow F = \frac{N}{S}$$

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

$$\cancel{A \cdot S = F \cdot \Delta t} \quad \sqrt{RT} = \frac{PV}{2}$$

$$A = P \cdot t$$

$$\frac{N}{S} - F_{\text{comp}} = m\alpha \Rightarrow \frac{m \cdot u}{S} - \frac{m \cdot u \cdot \cos \alpha}{S} = \frac{m \cdot \alpha \cdot S}{S}$$

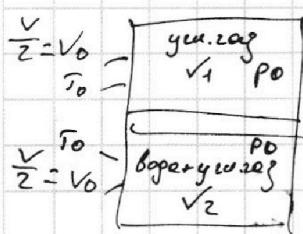
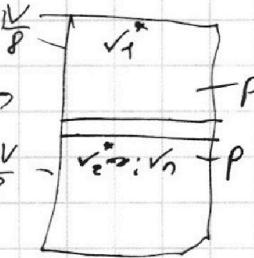
$$\sqrt{n} \cdot RT = \frac{PV}{2}$$

$$P = \frac{2RT(\sqrt{n} + \sqrt{2})}{V}$$

$$P = \frac{A \cdot u}{E} = \frac{H \cdot u}{C} = F \cdot S$$

$$N = F - F_{\text{comp}} \Rightarrow \Delta t = m \cdot u \cdot S$$

$$\cancel{V} = 2V_0$$



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

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

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

Б) III. с. поршень в состоянии покоя, по узл. равновесия: $P_1 = P_2 S, P_2 S = P_1' S$

$$\rightarrow P_1 = P_2 = P_0; P_1' = P_2' = P$$

$$\sqrt{1} R T_0 = P_0 \frac{V}{2} \Rightarrow \sqrt{1} R \Delta T = \frac{P}{8}$$

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

$$\sqrt{1} R T_0 = \frac{P_0 V}{2}; \quad \sqrt{1} R \frac{4V_1 R T_0}{S} = \frac{P_0 V}{8} \rightarrow \sqrt{1} R T_0 = \frac{3P_0 V}{32} \rightarrow \frac{P_0 V}{2} = \frac{3P_0 V}{32} \rightarrow 16P_0 = 3P$$

$$P = \frac{16P_0}{3}$$

$$\text{Доказательство: } A \cdot \sqrt{2} R T_0 = P_0 \frac{V}{8} \rightarrow V_2 = \frac{P_0 V}{8 R T_0}$$

$$\frac{\sqrt{1} R T_0}{\sqrt{2} R T_0} = \frac{P_0 V}{2} \cdot \frac{8}{P_0 V} = 4 = \frac{V_1}{V_2} \rightarrow V_1 = 4V_2 = 4V_0 \quad V_2 = V_0$$

$$\therefore \Delta V = \frac{K P_0^3 V}{8}$$

$$\sqrt{2}' = \sqrt{1} + \Delta V = \frac{P_0 V}{8 R T_0} + \frac{K P_0^3 V}{8}$$

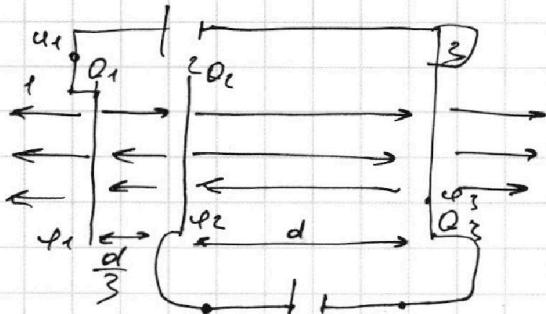
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$E = \frac{q_1}{2EoS}$$

$$u_1 = 5u, u_2 = 4u$$

(a) (u) (b)
(v)

$$\frac{3L}{2} \cdot \frac{4E^2}{48R^2} + \frac{LE^2}{248R^2} - \frac{13LE^2}{98R^2}$$

$$E_1 = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2EoS}, E_2 = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2EoS}, \frac{2L \cdot E^2}{248R^2} = \frac{LE^2}{8R^2}$$

ЧЕРНОВИК

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$12u = \frac{(q_1 - q_2 - q_3)}{2EoS} d$$

$$q_1 - q_3 = E_2 d = u_2 - 0 = u = \left(\frac{q_1 + q_2 - q_3}{2EoS} \right) d$$

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

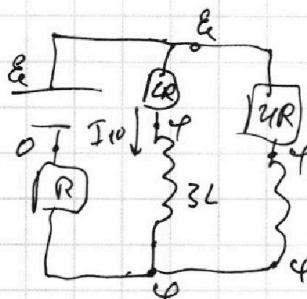
$$11q_1 + 13q_2 - 11q_3 = 0$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$q_1 = -q_2 - q_3$$

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

$$u_{10} - u_{20} = q_1 - q_3 = u_1 = 5u = \frac{E_1 d}{3} + E_2 d$$



Учитывая обстоящее: $\Rightarrow u_{3L} = 0, u_{1L} = 0$

$$\text{Приложиму Омю: } I_{act} = \frac{\varphi}{R}; I_{10} = \frac{\varphi}{2R}; I_{20} = \frac{\varphi}{4R}$$

$$+ \frac{I_{20}}{I_{10}} = \frac{\frac{\varphi}{4R}}{\frac{\varphi}{2R}} = \frac{2R}{4R} = \frac{1}{2} \rightarrow I_{10} = 2I_{20}$$

$$SCS: I_{act} = I_{10} + I_{20} = 3I_{20} = \frac{\varphi}{R} \Rightarrow$$

$$I_{act} = \frac{\varphi}{R} = \frac{\varphi - \varphi}{2R} + \frac{\varphi - \varphi}{4R} \quad | -4R \rightarrow 4\varphi = 2\varphi - 2\varphi + \varphi - \varphi = 3\varphi - 3\varphi$$

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

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

$$7\varphi = 3\varphi \Rightarrow \varphi = \frac{3\varphi}{7}$$

Также решением можно пользоваться $\rightarrow I_{10} = I_{20} = \frac{\varphi}{4R}$

$$I_{10}(0) = \frac{\varphi}{4R}$$