



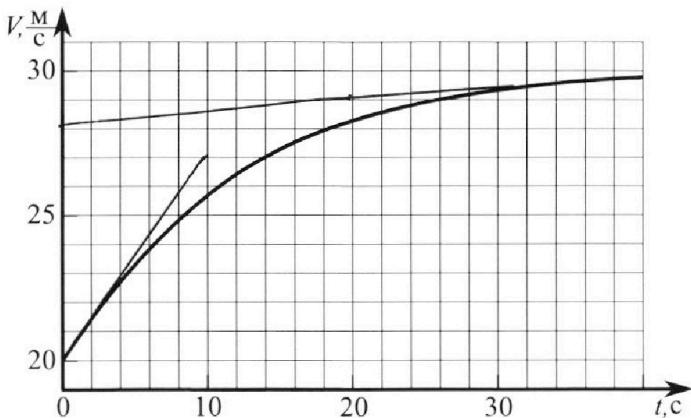
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**



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?

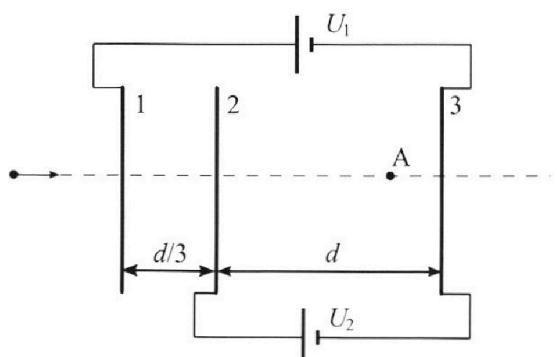
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 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 v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p v$. 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 $R T \approx 3 \cdot 10^3$ 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



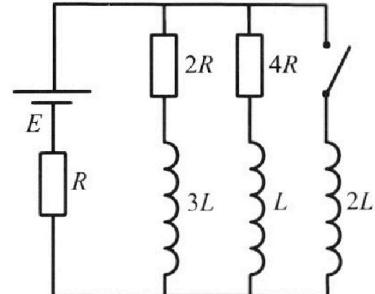
Вариант 11-04

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

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

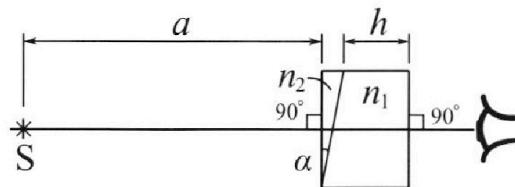
- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

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.

- 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

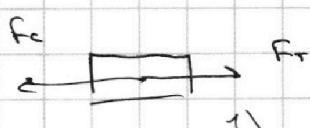
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 1

F_t - тормоз, создающий постоянную мощность

$$P = \frac{F_t dS}{dt} = F_t U ; P = \text{const} \Rightarrow F_t U_1 = F_t U_2 = \alpha$$

Задача 2 Задача на грав.



$$F_r - F_c = ma$$

Начальное ускорение машины в начале,

когда сила торможения максимальной в этот момент

$$\Rightarrow a = \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{m}{c}}{10 c} = 0.1 \frac{m}{c^2}$$

1) Δt это начального момента времени

$$a = \alpha \Rightarrow F_r = F_c = F_n$$

$$\frac{\alpha}{U_n} = F_n ; \text{затем, из } \alpha \text{ при определении } U_n = 30 \frac{m}{c}$$

$$\alpha = F_n \cdot U_n = 2 \cdot 0.1 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 10 \frac{m}{c} = 6 \cdot 10 \frac{m}{c} \cdot h \quad U_n = 30 \frac{m}{c}$$

2) начального момента:

$$\frac{\alpha}{U_n} - F_{cn} = m a_n$$

$$F_{cn} = \frac{\alpha}{U_n} - m a_n = \frac{6 \cdot 10 \frac{m}{c} \cdot h}{20 \frac{m}{c}} = 2 \cdot 10 \frac{h}{c} \cdot \frac{3 \frac{m}{c} \cdot h}{10 \frac{m}{c}} =$$

$$= 300 \frac{h}{c} - 168 \frac{h}{c} = 132 \frac{h}{c}$$

$$3) \frac{F_r}{F_{cn}} = \frac{P_{cn}}{P_r} = \frac{F_{cn} U_n}{F_r U_n} = \frac{F_{cn} U_n}{\alpha} = \frac{2 \cdot 10 \frac{h}{c} \cdot \frac{m}{c}}{6 \cdot 10 \frac{m}{c} \cdot h} =$$

$$\approx 0.44$$

Ответ: 1) $a_n = 0.1 \frac{m}{c^2}$; 2) $F_{cn} = 132 \frac{h}{c}$; 3) $\frac{F_r}{F_{cn}} = 0.44$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

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

Задача 2

P_{rb} - давление CO_2 в верхней час.

P_{rn} - давление CO_2 в нижней час.

Рассчит. момент времени

$$P_{rb} = P_{rn}$$

$$\frac{2 \frac{D_0 R T_0}{V}}{V} = \frac{D_1 R T_0}{\frac{V}{2} - \frac{3}{8} V} = \frac{8 D_1 R T_0}{V}, \text{ где } D_0 \text{- нач. давл. в}$$

верхнем поршне

D_1 - конеч. давл. в нижнем в нач. мом.

$$D_0 = 4 D_1$$

Запишем равенство конеч. давл. в мал. и нач. мом.

$$D_1 + k_p \cdot \frac{3}{8} V = D_2 + k_p \cdot \frac{3}{8} V \approx D_2, \text{ где } D_2 \text{- конеч. давл.}$$

в нижнем поршне в

$$D_1 + k_p \cdot \frac{2 \frac{D_0 R T_0}{V}}{V} \cdot \frac{3}{8} V = D_2$$

нач. мом.

$$D_2 = D_1 \left(1 + \frac{3 k_p D_0 R T_0}{V} \right)$$

Рассчит. момент времени

$$\frac{2 \frac{D_0 R T}{V}}{V} = \frac{D_2 R T}{V - \frac{1}{8} V} + p_a = \frac{2 D_1 (1 + 3 k_p D_0 R T_0) R T}{V} + p_a$$

$$\frac{32 \frac{D_0 R T}{V}}{V} = \frac{2 D_1 (1 + 3 k_p D_0 R T_0) R T}{V} + p_a$$

$$\cancel{\frac{2 \frac{D_0 R T}{V}}{V}} = \cancel{\frac{32 \frac{D_0 R T}{V}}{V}} = \cancel{2 D_1 (1 + 3 k_p D_0 R T_0) R T} + p_a$$

$$\frac{D_1 R T}{V} (30 - 3 k_p D_0 R T) = p_a$$

$$D_1 = \frac{p_a V}{3 R T (10 - k_p D_0 R)}$$

$$P_{rn} = \frac{8 D_1 R T_0}{V} = \frac{8}{3} R T_0 \cdot \frac{p_a V}{R T (10 - k_p D_0 R)} = \frac{8}{3} \frac{p_a}{R T} \frac{V}{10 - k_p D_0 R}$$

$$= \frac{8}{3} \cdot \frac{3}{4} p_a \cdot \frac{1}{10 - 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{4} \cdot 0,6 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot \frac{1 \cdot p_a}{10 - 1,35} = \frac{2 p_a}{8,65}$$

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!

В начальный момент: $p_{fb} = p_{fr} + p_n$
 $p_{fr} -$ давление газа сверху (уменьшено)
 $p_{fb} -$ давление у гл. газа снизу
 $p_n -$ давление магн.

$$p_i = p_e \Rightarrow p_{fb} = p_{fr} + p_n$$

$$\frac{2\bar{D}_0 R T_0}{V} = \frac{\bar{D}_0 R T_0}{V - \frac{3}{8}V} + p_n \Rightarrow \frac{\bar{D}_0 R T_0}{V} = \frac{8\bar{D}_0 R T_0}{5V}$$

в конечный момент

$$p'_i = p'_e \Rightarrow p_{fb}' = p_{fr}' + p'_n$$

$$\frac{8\bar{D}_0 R T_0'}{V} = \frac{\bar{D}_2 R T_0'}{V - \frac{3}{8}V} + p_a = \frac{4\bar{D}_2 R T_0'}{3V} - \frac{4\bar{D}_2 R T_0'}{8V}$$

Запишем равенство для нач-ва уменьшего газа

$$\bar{D}_1 + \frac{3}{8}k p_2 V = \bar{D}_2 + \frac{1}{8}k p_2' V \approx \bar{D}_2$$

$$\frac{8\bar{D}_0 R T_0}{V} = \frac{(\bar{D}_1 + \frac{3}{8}k p_2 V)_{fr}}{V} + p_a = \frac{(\bar{D}_1 + \frac{3}{8}k p_2 V)_{fr}}{V} + p_a = \frac{2\bar{D}_0 R T_0}{V} + p_a$$

$$\frac{8V_0 R T}{V} = \frac{1}{3} (\bar{D}_1 + \frac{3}{8}k p_2 V)$$

$$\bar{D}_1 + \frac{3}{8}k p_2 V \approx \bar{D}_2$$

$$\frac{8\bar{D}_0 R T}{V} = \frac{1}{3} \left(\frac{(\bar{D}_1 + \frac{3}{8}k p_2 V)_{fr}}{V} \right) R T + p_a = \frac{1}{3} \left(\bar{D}_1 \frac{3}{8}k V \cdot \frac{2\bar{D}_0 R T_0}{V} \right) R T + p_a$$

$$\frac{8\bar{D}_0 R T}{V} = \frac{1}{3} \frac{\bar{D}_1 R T}{V} + \frac{1}{2} \left(\frac{2k \bar{D}_0 R T_0}{V} \right) R T + p_a = \frac{1}{3} \frac{\bar{D}_1 R T}{V} + \frac{k \bar{D}_0 R T_0 R T}{V} + p_a$$

$$\frac{\bar{D}_0 R T}{V} (8 + k R T_0) = \frac{1}{3} \frac{\bar{D}_1 R T}{V} + p_a$$

$$\frac{\bar{D}_0 R T}{V} = \frac{1}{3} \bar{D}_1 + \frac{p_a V}{\bar{D}_0 R T}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$f_{0,1} = \frac{30RT}{V} - \frac{6kRT_0RT}{V}$$

$$p_H = \frac{20,1RT_0}{V} = \frac{8RT_0}{V} \cdot \frac{p_A}{p_A}$$

$$30RT - 6kRT_0RT^2$$

$$2 p_A \cdot \frac{8RT_0}{30RT - 6kRT_0RT} = \frac{p_A}{p_A}$$

$$\frac{8p_A}{30\frac{T}{T_0} - 6kRT} = \frac{p_A}{p_A}$$

$$\frac{8p_A}{60 - 10,8} =$$

$$\frac{8p_A}{29,2}$$

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

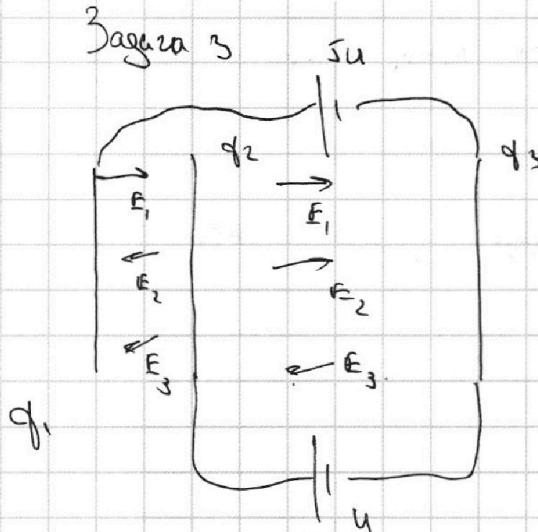
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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



Чтобы напряжение между
зарядами было равно сумме напряжений

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$q_3 = -(q_1 + q_2)$$

$$E_1 = \alpha q_1; E_2 = \alpha q_2; E_3 = \alpha q_3$$

$$E_3 = - (E_1 + E_2)$$

Рассмотрим напряжение между пластинами

$$\begin{cases} su = (E_1 - E_2 - E_3) \frac{d}{3} + u \\ (E_1 - E_2 - E_3) d = u \\ 12u = 2E_1 d \\ 2(E_1 - E_2) d = u \end{cases}$$

$$2u E_1 + 2u E_2 = 2E_1$$

$$E_1 = - \frac{12}{11} E_2$$

$$2 \left(E_2 - \frac{12}{11} E_2 \right) = \frac{u}{d} \Rightarrow E_2 = - \frac{11}{2} \frac{u}{d}$$

$$E_1 = 6 \frac{u}{d} - \frac{12}{11} E_2 = 6 \frac{u}{d}$$

$$E_3 = - (E_1 + E_2) = - \frac{u}{2d}$$

$$1) 23.н.: ma = q(E_1 + E_2 - E_3) = -2qE_3 = \frac{qu}{d}$$

$$2) 3.с.з.: l_3 q + k_3 = l_2 q + k_2 \Rightarrow$$

$$= k_3 - k_2 = q(l_2 - l_3) = qu$$

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!

3) Планетарный пренормализован заряд, и обратно пропорционально
две массы на введен кооф. пропорц.

3) $E_1 + E_2 + E_3 = 0 \Rightarrow$ За пределами изображения

$\Delta l - \text{const}$

3. С. 3.

$$q l_u + \frac{m U_0^2}{2} = \frac{m U_1^2}{2} \rightarrow q l_u$$

$$-(q l_1 + q l_u) = 5U - \frac{2}{m} (E_1 + E_2) \cdot 5U + \frac{d}{2} E_3 = 5U - \frac{d}{2} \cdot \frac{U}{2d^2}$$
$$= \frac{19}{2} U$$

$$U_1 = \sqrt{\frac{2(q l_u - q l_1)}{m} + U_0^2} = \sqrt{\frac{19qU}{m} + U_0^2}$$

Однако: $\frac{qU}{d} \rightarrow qU$ 3) $\sqrt{\frac{19qU}{m} + U_0^2}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

$$4R \Delta q = 2L_3 I_3 - L_2 I_{21}$$

Так как при $\rightarrow \infty$ то $I_3 = \text{const}$

↓

$$\frac{dI_3}{dt} = 0 \Rightarrow u_{AB} = 0$$

В этом случае "то" будет проходить через катушку

$$\text{Найдем это } \text{то} \ I = \frac{\epsilon}{R} \Rightarrow \Delta I_3 = I - 0 = \frac{\epsilon}{R}$$

через катушку L это будет уменьшаться, а $b \rightarrow \infty$

$$\text{Следовательно } \Delta I_2 = 0 - I_{20} = -\frac{\epsilon}{7R}$$

$$\Delta q = \frac{1}{4R} (2\Delta I_3 - \Delta I_{21}) = \frac{L}{4R} \left(2 \frac{\epsilon}{R} + \frac{\epsilon}{7R} \right) = \frac{15}{28} \frac{\epsilon L}{R^2}$$

$$\text{Однако: } \Delta I_{20} = \frac{\epsilon}{7R}$$

$$\Rightarrow I_3 = \frac{4\epsilon}{7L}$$

$$\Rightarrow \Delta q = \frac{15}{28} \frac{\epsilon L}{R^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

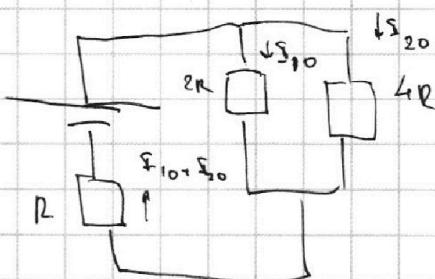
МФТИ.

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

Задача 4

1) В установившемся режиме найдите момент

изменять переменными



по 2 Пр. Киргюффа:

$$\Sigma I \cdot h I_{20} R = 2R \Sigma I_{10}$$

$$I_{10} = 2I_{20}$$

по 2 Пр. Киргюффа:

$$\Sigma = 4R I_{20} + R(I_{20} + I_{10})$$

$$= 5R I_{20} + 2I_{20} R = 7I_{20} R \Rightarrow I_{20} = \frac{\Sigma}{7R}$$

2) Так как в момент размыкания ключа токи (все)

известны, то токи в цепи не изменяются, так как напряжение - реальная величина, то можно сказать распределение токов таким же

I_{21} - ток через катушку L ; I_3 - ток $2L$

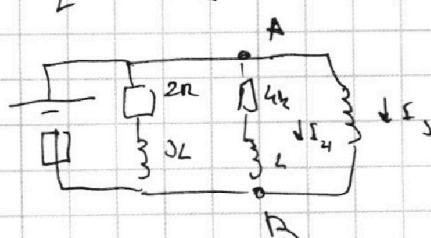
по 2 Принципу Киргюффа:

$$4R I_{21} = L \dot{I}_3 \Rightarrow \dot{I}_3 = \frac{4R I_{21}}{L} = \frac{4R I_{20}}{L} = \frac{4E}{7L}$$

3) по 2 Пр. Киргюффа:

$$4R I_{21} + \frac{L dI_{21}}{dt} - \frac{2L dI_3}{dt} = 0$$

$$4R \frac{dI_{21}}{dt} = L \left(\frac{dI_3}{dt} - \frac{dI_{21}}{dt} \right)$$





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

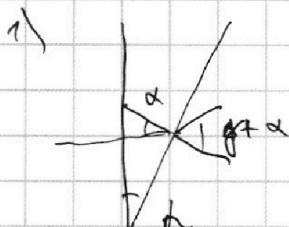
5

6

МФТИ

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

Задача 5



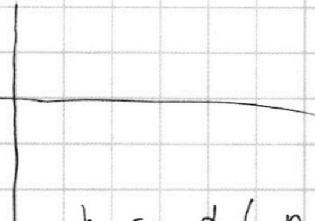
№ Задачу я решил!

$$\alpha \cdot n_2 = \alpha + f$$

$$f = \alpha (n_2 - 1) = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ м}$$

2)

$$f = \frac{h}{a} \Rightarrow \text{для } h = fg = 2 \text{ см}$$



3)

$$f_1 = \alpha (n_2 - n_1)$$

$$f_2 = \alpha (n_2 - n_1) (n_1 - n_2)$$

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!

Задача 2

$$\begin{aligned} \cancel{30} \overset{2}{D}_1 &= \cancel{2} D_1 + \cancel{30} \overset{2}{D}_1 R \tau_0 + \frac{P_a V}{R T} \\ \cancel{2} D_1 &= \cancel{30} D_1 - \cancel{30} D_1 + \frac{P_a V}{R T} = 0 \\ D_1 &= \cancel{\frac{30 V}{R T} - \frac{4 P_a V}{R T} \cdot h R \tau_0} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \overset{2}{D}_1 &= \overset{2}{D}_2 \quad \text{Давление на земле} \\ \cancel{2} D_1 R \tau_0 &= \cancel{D_2 R \tau_0} = \frac{8 D_1 R \tau_0}{V} \\ \cancel{V} &= \cancel{\frac{V}{2} - \frac{3V}{8}} \end{aligned}$$

В D_2 - начальное состояние (верху); D_1 - конец /
 $D_1 + p_1 h$

$$\begin{aligned} \frac{30 D_1 R \tau_0}{V} &= \frac{6 h D_1 R \tau_0 R T}{V} + P_a = \frac{6 D_1^2 R \tau_0 - 30 D_1 R \tau_0 + P_a V}{R T} \\ P_a = \cancel{\frac{8 D_1 R \tau_0}{V}} &\Rightarrow D_1 = \frac{P_a V}{8 R \tau_0} \quad \cancel{h D_1 R \tau_0 - 5 D_1} + \frac{P_a V}{6 R T} = 0 \\ \frac{P_a V^2}{864 R \tau_0^2} &= \cancel{R \tau_0} - \cancel{30 \frac{P_a V}{8 R \tau_0}} + \cancel{\frac{P_a V}{6 R T}} = 0 \\ \frac{P_a}{84 R \tau_0} &= \cancel{\frac{30}{864} \frac{P_a V}{R \tau_0}} + \cancel{\frac{P_a V}{6 R T}} = 0 \\ \frac{V}{8 R \tau_0} &+ \sqrt{\frac{V^2}{64 R \tau_0}} = \cancel{\frac{30 D_1 R \tau_0}{V}} = \cancel{\frac{6 h D_1 R \tau_0 R T}{V}} \end{aligned}$$

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!

$$P = \text{const} ; P_c = \frac{F}{d} \Rightarrow \frac{F \cdot d}{d} = F_c \cdot d \Rightarrow F_c \cdot d = \text{const} = \alpha$$

$$F_{\text{н}} - F_n = m \cdot a ; F_{\text{н}} = \frac{\alpha}{d}$$

$$\frac{\alpha}{d} - F_k = m \cdot a ; \frac{\alpha}{d} - F_k = m \cdot a \quad F_c = \frac{\alpha}{d}$$

$$\alpha = [m \cdot a + F_n] \cdot d$$

$$a_n = \frac{d \cdot a_n}{d} = \frac{1}{20} \text{ м/с}^2$$

$$\alpha = (m \cdot a_n + F_n) \cdot d = (240 \text{ кг} \cdot \frac{1}{20} \text{ м/с}^2 + 200 \text{ Н}) \cdot 30 \text{ см} = 212 \text{ Н} \cdot 30 \text{ см}$$

$$F_{\text{н}} - F_n = m \cdot a$$

$$\frac{\alpha}{d} - F_n = m \cdot a \Rightarrow F_n = \frac{\alpha}{d} - m \cdot a = \frac{30 \text{ Н}}{0.3 \text{ м}} - 240 \text{ кг} \cdot \frac{1}{10} \text{ м/с}^2 =$$

$$= 3 \cdot 106 \text{ Н} - 24 \cdot 7 \text{ Н} = 318 \text{ Н} - 168 \text{ Н} = 150 \text{ Н}$$

$$\frac{150}{168} = \frac{P_c}{P_t} = \frac{F_n \cdot d}{F_c \cdot d} = \frac{F_n}{F_c} = \frac{150 \text{ Н}}{318 \text{ Н}} = \frac{50 \text{ кН}}{106 \text{ кН}} = 0.47 \%$$

$$\frac{250}{212} = \frac{150}{106.73} = \frac{25}{15}$$

380

371

190

-159



$$\Delta U = U_1 + (F_1 + F_3 - F_2) \frac{d}{3}$$

$$\Delta U = (F_3 - F_1 - F_2) d$$

$$q_1 \neq q_2$$

$$+ q_3 = (q_1 + q_2) \Rightarrow F_3 = -(F_1 + F_2)$$

W=1

$$10(F_1 + F_2)d = 2(F_1 + F_2)d + F_1 \frac{d}{3}$$

$$U = -2(F_1 + F_2)d$$

$$\Delta U = U + 2F_1 \frac{d}{3} = -2(F_1 + F_2)d + 2F_1 \frac{d}{3}$$

$$8F_1 + 8F_2 = ?F_1 \frac{d}{3}$$

$$F_2 = \frac{11}{2} \frac{U}{d}$$

$$\frac{22}{3} F_1 = -\frac{2U}{3} F_2 \Rightarrow F_1 = -\frac{12}{11} F_2 ; U = \frac{2}{11} F_2 d ; F_1 = -6 \frac{U}{d}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

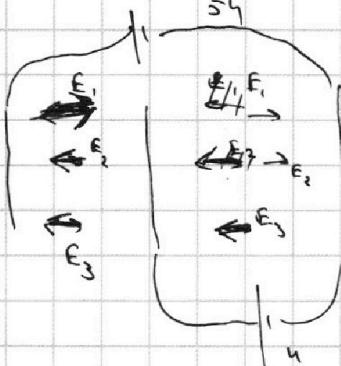


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

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

$$F_3 = -\left(\frac{d}{2} \frac{u}{d} - 6 \frac{u}{d}\right) = \frac{1}{2} \frac{u}{d}$$



$$(E_2 - E_3 - E_1) \frac{d}{3} + u = 5u$$

$$(E_3 - E_1 - E_2) d = u$$

$$(E_1 - E_2 - E_3) \frac{d}{3} + u = 5u$$

$$(E_1 + E_2 + E_3) d = u$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$E_3 = -(E_1 + E_2)$$

$$\frac{2}{3} E_1 \frac{d}{3} = 4u$$

$$2(E_1 + E_2) d = u$$

$$1) m_a = q(E_1 + E_2 + E_3)$$

$$a = \frac{d}{m}(E_1 + E_2 + E_3) > 0$$

$$\frac{2}{3} E_1 d = 8(E_1 + E_2) d$$

$$-\frac{22}{3} E_1 d = \frac{24}{3} E_2 d$$

$$\rightarrow \Phi = \int \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$$

$$\Delta \frac{d}{3} = uq$$

$$E_1 = -\frac{12}{71} E_2$$

$$2 \left(-\frac{12}{71} E_2 + E_2 \right) d = u$$

$$E_2 = -\frac{11}{2} \frac{u}{d}$$

$$E_1 = 6 \frac{u}{d}$$

$$E_3 = -(E_1 + E_2) = -\frac{1}{2} \frac{u}{d}$$

$$\frac{d}{dx} (q_1 + q_2 + q_3) = 0$$

$$\text{if } \frac{d}{dx} \left(\frac{q_1}{x} + \frac{q_2}{x-d} + \frac{q_3}{x-2d} \right) = 0$$

$$1) \left(\frac{q_1}{x} + \frac{q_2}{\frac{d}{3}-x} + \frac{q_3}{\frac{4d}{3}-x} \right) = 0$$

$$\left(\frac{12}{x} + \frac{36}{\frac{d}{3}-3x} - \frac{36}{4d-3x} \right) = 0$$

$$(12d - 36 \times 14d - 3x) - 33 \times (4d - 3x) - 3(4)(d - 3x) = 0$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 36 \\ \hline 144 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ \times 171 \\ \hline 171 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ \times 744 \\ \hline 744 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ \times 28 \\ \hline 28 \end{array}$$

$$168$$

$$48d^2 = 144 \times d - 36 \times d + 108x^2 - 1324d + 93x^2 - 34d + 9x^2 = 0 \quad 171$$

$$48d^2 + 144x^2 - 171 \times d = 0 \quad 48d^2 = 274d \quad x = \frac{19}{9} d$$

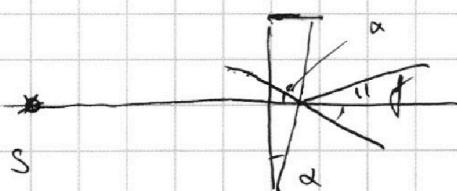
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

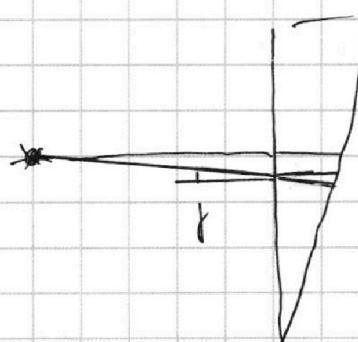
МФТИ

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



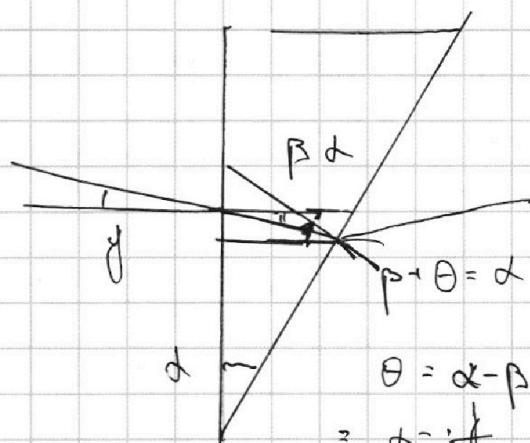
$$n_2 \alpha = n_1 (\alpha + \beta)$$

$$\beta = \alpha (n_2 - n_1)$$



$$\beta = n_2 \alpha$$

$$\beta = \frac{\omega}{h_2}$$



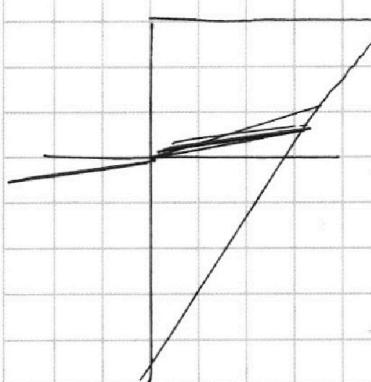
$$\theta = \alpha - \beta =$$

$$= \frac{\omega}{h_2}$$

$$\theta n_2 = \omega - \alpha$$

$$\alpha n_2 - \beta = \omega + \alpha$$

$$\omega = \alpha (n_2 - n_1) - \beta$$



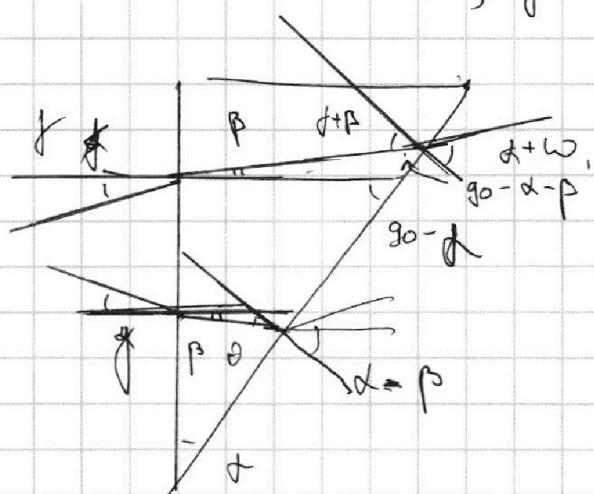
$$(\alpha + \beta) n_2 = \alpha + \omega$$

$$\beta = \frac{\omega}{h_2}$$

$$\alpha (n_2 - n_1) + \beta = \omega$$

$$\alpha f = \alpha (n_2 - n_1)$$

$$\alpha h_2$$



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!

$$\frac{d_1}{x} - \frac{d_2}{x-d} + \frac{d_3}{\frac{4}{3}d-x} = 0$$

$$\frac{12}{x} \Rightarrow \frac{11x^3}{3x-d} - \frac{1x^3}{4d-3x} = 0$$

$$(48d - 36x)(4d - 3x) - 11x(4d - 3x) - 3x(4d - 3x) = 0$$

$$144xd - 108x^2 - 48d^2 + 36x^2 - 132xd + 99x^2 - 9x^2 + 3xd = 0$$

$$-18x \quad \frac{4}{x} - \frac{11}{3x+d} - \frac{1}{4d-3x} = 0$$

$$(42x - 4d)(4d - 3x) - 11x(4d - 3x) - 3x^2 + dx = 0$$

$$48xd - 16d^2 - 36x^2 + 12xd - 44xd + 33x^2 - 3x^2 + dx = 0$$

$$-6x^2 + 27xd - 16d^2 = 0$$

$$6x^2 - 17xd + 16d^2$$

$$\frac{2}{144} \\ - \frac{48x^2}{144}$$

$$\begin{array}{r} x \frac{17}{17} \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ \times 16 \\ \hline 32 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \hline 289 \\ \hline 284 \\ \hline 4 \end{array} \quad \begin{array}{r} 144 \\ \times 16 \\ \hline 284 \\ \hline 384 \end{array}$$

$$289 - 384$$

$$\frac{d_1}{x} + \frac{d_2}{x-d} + \frac{d_3}{\frac{4}{3}d-x} = 0 \Rightarrow \frac{12}{x} + \frac{2 \cdot 11}{4d-3x} - \frac{1}{4d-3x} = 0$$

$$4(d - 3x)(4d - 3x) - 11x(4d - 3x) - 3x(d - 3x)$$

$$16d^2 - 12dx - 48dx + 36x^2 - 114xd + 33x^2 - 3x^2 + dx = 0$$

$$36 \cdot 2y^2 + 16d^2 - 105xd = 0$$

$$-4d + 3x^2 = 0$$

$$36 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 16 \cdot 4 \\ \begin{array}{r} 3 \\ \times 16 \\ \hline 48 \\ \times 16 \\ \hline 96 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ \times 105 \\ \hline 525 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ \hline 11025 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 256 \\ \hline 256 \\ \times 2 \\ \hline 512 \\ \times 36 \\ \hline 3072 \\ 102 \\ \hline 1536 \\ \hline 29432 \end{array}$$

$$4R \frac{dI}{dx} + L \frac{dI_2}{dt} = 2L \frac{dI_3}{dx}$$

$$4R \Delta q = L \left(\frac{2E}{R} + \frac{\Sigma}{7R} \right)$$

$$\Delta q = \frac{15L}{28R^2}$$