



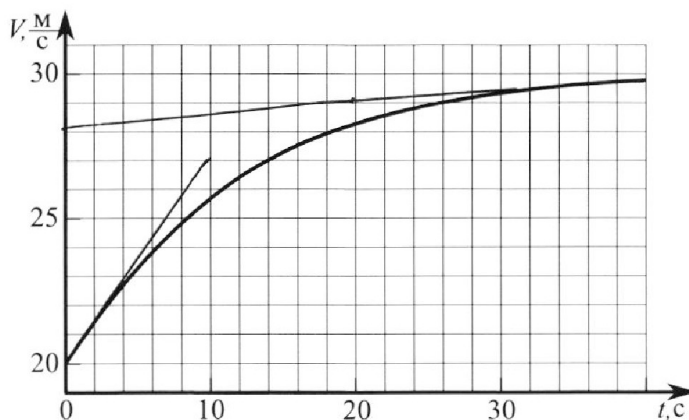
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04

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



1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 200$ Н.



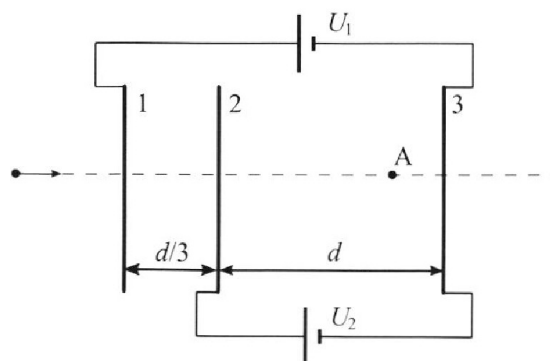
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
 - 2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
 - 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
- Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала 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 Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров 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

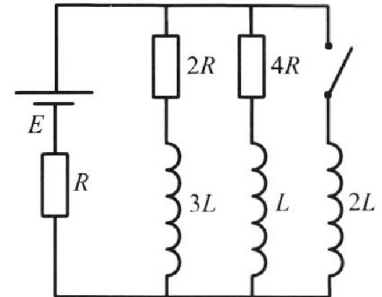
Вариант 11-04

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

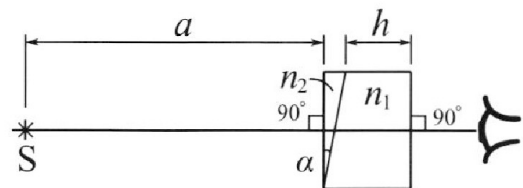
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 ч.исловыми 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 $n_{\text{в}} = 1,0$. 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 $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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!

Задача 1

F - сила, вызываемая мотором

$$P = \frac{FdS}{dt} = Fv; \quad P \cdot \cos \theta = S \quad F_1 v_1 = F_2 v_2 = \alpha$$

Запишем 2 З.Н. на тело:

$$F_c \quad F_r \quad F_r - F_c = ma$$

Найдем ускорение моторчика в начале,

как с его помощью насаженной в этой точке

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{4 \frac{m}{s}}{10 \frac{m}{s}} = 0.4 \frac{m}{s^2}$$

Для начального момента времени

$$a = 0 \Rightarrow F_r = F_c = F_n$$

$$\frac{\alpha}{v_n} = F_n; \quad \text{заметим, что скорость стремится к } v = 30 \frac{m}{s}$$

$$\alpha = F_n \cdot v_n = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Н} \cdot 3 \cdot 10 \frac{m}{s} = 6 \cdot 10^{-2} \frac{N \cdot m}{s} \quad v_n = 30 \frac{m}{s}$$

Для начального момента:

$$\frac{\alpha}{v_n} - F_{cn} = ma_n$$

$$F_{cn} = \frac{\alpha}{v_n} - ma_n = \frac{6 \cdot 10^{-2} \frac{N \cdot m}{s}}{20 \frac{m}{s}} - 240 \text{ кг} \cdot \frac{1}{10} \frac{m}{s^2}$$

$$= 300 \text{ Н} - 168 \text{ Н} = 132 \text{ Н}$$

$$3) \quad \frac{F_r}{F_{cn}} = \frac{P_{cn}}{P_r} = \frac{F_{cn} v_n}{F_{cn} v_n} = \frac{F_{cn} v_n}{\alpha} = \frac{2640 \text{ Н} \cdot \frac{m}{s}}{6 \cdot 10^{-2} \frac{N \cdot m}{s}} =$$

$$= 0.44$$

Ответ: 1) $a_n = 0.4 \frac{m}{s^2}$; 2) $F_{cn} = 132 \text{ Н}$; 3) $\alpha = 0.44$

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!

Задача 2

$p_{гв}$ - давление CO_2 в верхней части

$p_{ни}$ - давление CO_2 в нижней части

Для нач. момента времени

$$p_{гв} = p_{ни}$$

$$2 \frac{\dot{Q}_0 R T_0}{V} = \frac{\dot{Q}_1 R T_0}{\frac{V}{2} - \frac{3}{8}V} = \frac{8 \dot{Q}_1 R T_0}{V} \quad \text{где } \dot{Q}_0 \text{ - кол-во газа в верхней поршне}$$

$\dot{Q}_1$ - кол-во газа в нижнем в нач. мом.

$$\dot{Q}_0 = 4 \dot{Q}_1$$

Запишем равенство кол-ва газа в нач. и кон. моменты

$$\dot{Q}_1 + k p_{гв} \cdot \frac{3}{8}V = \dot{Q}_2 + k p_{ни} \cdot \frac{3}{8}V \approx \dot{Q}_2; \quad \text{где } \dot{Q}_2 \text{ - кол-во газа в нижнем поршне в кон. момент.}$$

$$\dot{Q}_1 + k \cdot \frac{8 \dot{Q}_1 R T_0}{V} \cdot \frac{3}{8}V = \dot{Q}_2$$

$$\dot{Q}_2 = \dot{Q}_1 \left(1 + 3k \frac{\dot{Q}_1 R T_0}{V} \right)$$

Для кон. момента времени

$$2 \frac{\dot{Q}_0 R T}{V} = \frac{\dot{Q}_2 R T}{V - \frac{3}{8}V} + p_{гв} = \frac{\dot{Q}_1 (1 + 3k \frac{\dot{Q}_1 R T_0}{V}) R T}{\frac{1}{8}V} + p_{гв}$$

$$\frac{32 \dot{Q}_1 R T}{V} = \frac{\dot{Q}_1 (1 + 3k \frac{\dot{Q}_1 R T_0}{V}) R T}{\frac{1}{8}V} + p_{гв}$$

$$\frac{256 \dot{Q}_1 R T}{V} = \frac{32 \dot{Q}_1 R T}{V} + 8 \dot{Q}_1 R T_0 R T + p_{гв} V$$

$$\frac{\dot{Q}_1 R T}{V} (32 - 32k \frac{\dot{Q}_1 R T_0}{V}) = p_{гв} V$$

$$\dot{Q}_1 = \frac{p_{гв} V}{32 R T (10 - k T_0 R)}$$

$$p_{ни} = \frac{8 \dot{Q}_1 R T_0}{V} = \frac{8}{3} \frac{R T_0}{V} \cdot \frac{p_{гв} V}{R T (10 - k T_0 R)} = \frac{8}{3} \frac{R_0 p_{гв}}{R (10 - k T_0 R)}$$

$$= \frac{18}{3} \cdot \frac{3}{4} p_0 = \frac{1}{10 - 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{4} \cdot 0,6 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot \frac{1 \cdot p_0}{10 - 1,35} = \frac{8}{3} \frac{p_0}{8,65}$$

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!



В начальный момент: $p_{гг}$ - давление газа сверху (углекислого)
 $p_{гн}$ - давление угл. газа снизу
 p_n - давление пара

$$p_1 = p_0 \Rightarrow p_{гв} = p_{гн} + p_n$$

$$\frac{2\gamma_0 R T_0}{V} = \frac{\gamma_1 R T_0}{\frac{V}{2} - \frac{3}{8}V} + \frac{p_n R T_0}{V} + \frac{p_{гн} R T_0}{V}$$

в начальный момент

$$p'_1 = p'_0 \Rightarrow p'_{гв} = p'_{гн} + p'_n$$

$$\frac{8\gamma_0 R T_0}{V} = \frac{\gamma_2 R T_0}{V - \frac{3}{8}V} + p'_n = \frac{4\gamma_2 R T_0}{3V} + \frac{4\gamma_0 R T_0}{8V}$$

Запишем равенство для кол-ва углекислого газа

$$\gamma_1 + \frac{3}{8}k p_2 V = \gamma_2 + \frac{4}{8}k p_2 V \approx \gamma_2$$

$$\frac{8\gamma_0 R T_0}{V} = \frac{4}{3} \frac{(\gamma_1 + \frac{3}{8}k p_2 V) R T_0}{V} + p_n = \frac{4}{3} \frac{\gamma_1 + \frac{3}{8}k p_2 V}{V} + p_n$$

$$\frac{8\gamma_0 R T_0}{V} = \frac{4}{3} \left(\gamma_1 + \frac{3}{8}k p_2 V \right)$$

$$\gamma_1 + \frac{3}{8}k p_2 V \approx \gamma_2$$

$$\frac{8\gamma_0 R T_0}{V} = \frac{4}{3} \frac{(\gamma_1 + \frac{3}{8}k p_2 V) R T_0}{V} + p_n = \frac{4}{3} \frac{\gamma_1 + \frac{3}{8}k p_2 V}{V} + p_n$$

$$\frac{8\gamma_0 R T_0}{V} = \frac{4}{3} \frac{\gamma_1 R T_0}{V} + \frac{1}{2} \left(\frac{2k\gamma_0 R T_0}{V} \right) + p_n = \frac{4}{3} \frac{\gamma_1 R T_0}{V} + \frac{k\gamma_0 R T_0}{V} + p_n$$

$$\frac{\gamma_0 R T_0}{V} (8 + k R T_0) = \frac{4}{3} \frac{\gamma_1 R T_0}{V} + p_n$$

$$\gamma_0 R T_0 = \frac{4}{3} \gamma_1 + \frac{p_n V}{\gamma_0 R T_0}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$p_{0,1} = \frac{30 R_T}{V} - \frac{6 h R_{T0} R_T}{V}$$

$$p_H = \frac{80, R_{T0}}{V} = \frac{8 R_{T0}}{V} \cdot \frac{p_{at}}{30 R_T - 6 h R_{T0} R_T}$$

$$= p_a = \frac{8 R_{T0}}{30 R_T - 6 h R_{T0} R_T} = \frac{8}{30 - 6 h R_{T0}}$$

$$\frac{8 p_a}{30 - 6 h R_{T0}} = \frac{8 p_a}{30 - 6 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3} = \frac{8 p_a}{30 - 6} = \frac{8 p_a}{24}$$

$$\frac{8 p_a}{40 - 10,8} = \frac{8 p_a}{29,2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

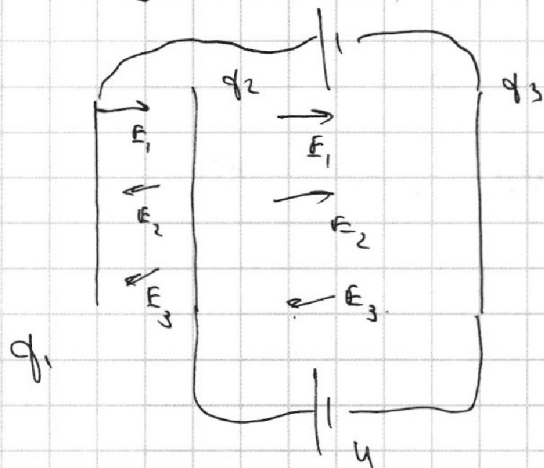
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



Задача 3



так как изначально
заряд слоев 5u равен нулю

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

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

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

Рассмотрим напряженность между пластинами

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

$$(E_1 + E_2 - E_3) d = 4u$$

$$12u = 2E_1 d$$

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

$$24 E_1 + 24 E_2 = 2 E_1$$

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

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

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

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

$$1) \text{ 2 сл. н. : } m q = q (E_1 + E_2 - E_3) = -2 q E_3 = \frac{q u}{d}$$

$$2) \text{ 3.с.э. : } \varphi_3 q + k_3 = \varphi_2 q + k_2 \Rightarrow \\ = k_3 - k_2 = q (\varphi_2 - \varphi_3) = q u$$

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) Потенциал премагнетизированного заряда, и зависимость расстояния.
Для задачи на введем коэф. пропор.

3) $E_1 + E_2 + E_3 = 0 \Rightarrow$ За ~~пред~~ пределами конденсатора

$\Delta l = \text{const}$

З.С.Э.

$$\varphi_l + \frac{mU_0^2}{2} = \frac{mU_1^2}{2} + \varphi_1$$

$$-(\varphi_1 - \varphi_l) = 5u - \frac{2}{u}(E_1 + E_2) = 5u + \frac{d}{2}E_3 = 5u - \frac{d}{2} \cdot \frac{u}{2d^2}$$

$$= \frac{19}{2}u$$

$$U_1 = \sqrt{\frac{2(\varphi_l - \varphi_1)}{m} + U_0^2} = \sqrt{\frac{19qu}{m} + U_0^2}$$

Ответ: 1) $\frac{qu}{d}$ 2) 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
☐

МФТИ

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

$$4R \Delta Q = 2L \Delta I_3 - L \Delta I_2$$

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

$$\Downarrow$$
$$\frac{dI_3}{dt} = 0 \Rightarrow U_{AB} = 0$$

В этот момент ^{весь} ток будет течь через катушку

Найдем этот ток $I = \frac{\mathcal{E}}{R} \Rightarrow \Delta I_3 = I - 0 = \frac{\mathcal{E}}{R}$

через катушку L ток будет уменьшаться, а в $t \rightarrow \infty$

станет равен нулю $\Rightarrow \Delta I_2 = 0 - I_{20} = -\frac{\mathcal{E}}{7R}$

$$\Delta Q = \frac{1}{4R} (2\Delta I_3 - \Delta I_2) = \frac{L}{4R} \left(2 \frac{\mathcal{E}}{R} - \frac{\mathcal{E}}{7R} \right) = \frac{15}{28} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}$$

Ответ: $\Delta I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{7R}$

2) $\dot{I}_3 = \frac{4\mathcal{E}}{7L}$

3) $\Delta Q = \frac{15}{28} \frac{L\mathcal{E}}{R^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

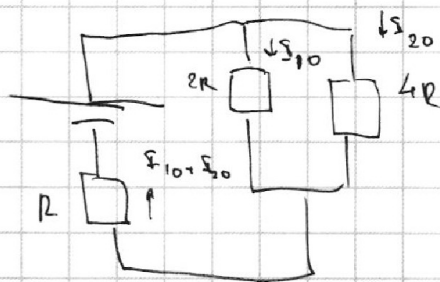
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

МФТИ

Задача 4

1) В установившемся режиме катушки можно
считать переменными



по 2-м Пр. Кирхгофа:

$$\sum I_i = 0 \Rightarrow I_{2,0} R = 2R I_{1,0}$$

$$I_{1,0} = 2 I_{2,0}$$

по 2-м Пр. Кирхгофа:

$$\Sigma = 4R I_{2,0} + R(I_{2,0} + I_{1,0})$$

$$= 5R I_{2,0} + 2 I_{2,0} R = 7 I_{2,0} R \Rightarrow I_{2,0} = \frac{\Sigma}{7R}$$

2) Так как в моменты сразу после замыкания ключа ток идет
из диода резисторы не успевают поменяться, так как
катушки - реактивные элементы, то можем считать
распределение токов таким же

$I_{2,1}$ - ток через катушку L ; $I_{3,1}$ - через $2L$

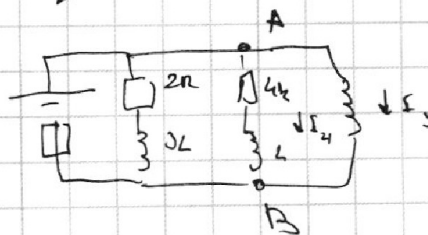
по 2-м Правилу Кирхгофа:

$$4R I_{2,1} = L \dot{I}_{3,1} \Rightarrow \dot{I}_{3,1} = \frac{4R I_{2,1}}{L} = \frac{4R I_{2,0}}{L} = \frac{4\Sigma}{7L}$$

3) по 2-м Пр. Кирхгофа:

$$4R I_{2,1} + L \frac{dI_{2,1}}{dt} - 2L \frac{dI_{3,1}}{dt} = 0$$

$$4R \frac{dI_{2,1}}{dt} = L \left(2 \frac{dI_{3,1}}{dt} - \frac{dI_{2,1}}{dt} \right)$$





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

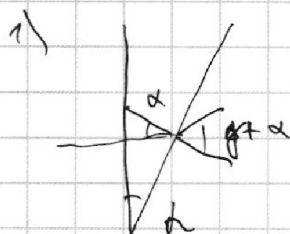
6
☐

7
☐

МФТИ

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

Задача 5



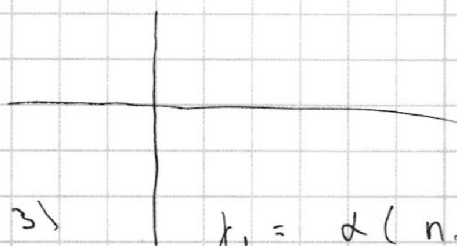
по закону преломл!

$$\alpha \cdot n_2 = \alpha' \cdot n_1$$

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

2)

$$f = \frac{h}{a} \Rightarrow \text{или } h = fa = 7 \text{ см}$$



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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!



Задача 2

$$32D_1 = 2D_1^2 k R T_0 + \frac{p_a V}{R T}$$

$$D_1^2 k R T_0 - 30D_1 + \frac{p_a V}{R T} = 0$$

$$D_1 = \frac{30 \pm \sqrt{900 - \frac{4 p_a V}{R T} \cdot k R T_0}}{2 k R T_0}$$

$p_1 = p_2$ Давление.

$$\frac{2D_0 R T_0}{V} = \frac{D_1 R T_0}{\frac{V}{2} - \frac{3V}{8}} = \frac{8D_1 R T_0}{V}$$

D_0 - кол-во газа сверху; D_1 - снизу

$$D_1 = p_1 k$$

$$\frac{30D_1 R T_0}{V} = \frac{6k D_1^2 R T_0 R T_0}{V} + p_a \Rightarrow \frac{6k D_1^2 R T_0}{V} - \frac{30D_1 R T_0}{V} + \frac{p_a V}{R T} = 0$$

$$p_a = \frac{8D_1 R T_0}{V} \Rightarrow D_1 = \frac{p_a V}{8 R T_0}$$

$$\frac{p_a V^2}{864 R T_0^2} R T_0 - 30 \frac{p_a V}{8 R T_0} + \frac{p_a V}{R T} = 0$$

$$\frac{p_a}{64 R T_0} - \frac{30 p_a}{8 R T_0} + \frac{p_a}{R T} = 0$$

$$+ \frac{V}{8 R T_0} + \sqrt{\frac{V^2}{R T}}$$

$$D = \frac{30 \pm \sqrt{900 - \frac{4 p_a V}{R T} \cdot k R T_0}}{2 k R T_0}$$

$$D = \frac{30 \pm \sqrt{900 - \frac{4 \cdot 0.6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{4}{3} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot p_a V}{6 \cdot 0.075}}}{2 \cdot 0.075}$$

$$\frac{30D_1 R T_0}{V} = \frac{6k D_1^2 R T_0 R T_0}{V} + p_a$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$P = \text{const}; P = \frac{F_n}{d} \cdot v; \frac{F_n}{d} \cdot v = \text{const} \Rightarrow F_n \cdot v = \text{const} = \alpha$$

$$F_T - F_n = ma_n \Rightarrow$$

$$F_n = \frac{\alpha}{v_n}$$

$$\frac{\alpha}{v} - F_k = ma; \quad \frac{\alpha}{v_n} - F_k = ma_n$$

$$F_c = \frac{\alpha}{v_n}$$

$$\alpha = (ma_n + F_n) v_n$$

$$a_n = \frac{dv_n}{dt} = \frac{1}{20} \text{ м/с}^2$$

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

$$F_T - F_n = ma_n$$

$$\frac{\alpha}{v_n} - F_n = ma_n \Rightarrow F_n = \frac{\alpha}{v_n} - ma_n = \frac{30 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 212 \text{ Н}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} - 240 \text{ кг} \cdot \frac{1}{20} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} =$$

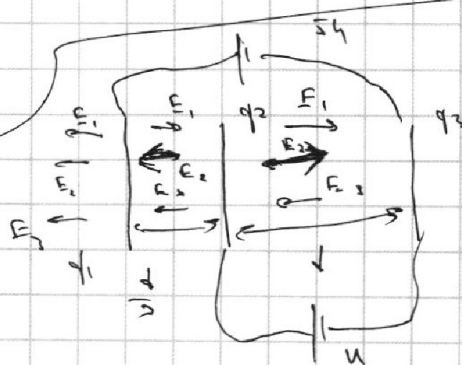
$$\frac{2}{16.8}$$

$$= 3106 \text{ Н} - 24 \text{ Н} = 3082 \text{ Н} - 168 \text{ Н} = 2914 \text{ Н}$$

$$\eta = \frac{P_c}{P_T} = \frac{F_n v_n}{F_T v_n} = \frac{F_{cn}}{F_{Tn}} = \frac{150 \text{ Н}}{318 \text{ Н}} = \frac{50 \text{ Н}}{106 \text{ Н}} = 0.47\%$$

$$\frac{250}{212} \cdot \frac{53}{10473} = \frac{25}{53}$$

$$\frac{30 \text{ Н}}{20 \text{ Н}}$$



$$\Sigma U = U + (E_2 + E_3 - E_1) \frac{d}{3}$$

$$\Sigma U = (E_3 - E_1 - E_2) d$$

$$q_1 \neq q_2$$

$$+ q_3 = (q_1 + q_2) \Rightarrow E_3 = -(E_1 + E_2)$$

$$W \neq 1$$

$$10(E_1 + E_2) d = 2(E_1 + E_2) d + 2E_1 \frac{d}{3}$$

$$U = -2(E_1 + E_2) d$$

$$\Sigma U = U + 2E_1 \frac{d}{3} = -2(E_1 + E_2) d + 2E_1 \frac{d}{3}$$

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

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

$$\frac{22}{3} E_1 = -\frac{24}{3} E_2 \Rightarrow E_1 = -\frac{12}{11} E_2; U = \frac{2}{11} E_2 d; F_1 = -6 \frac{U}{d}$$



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

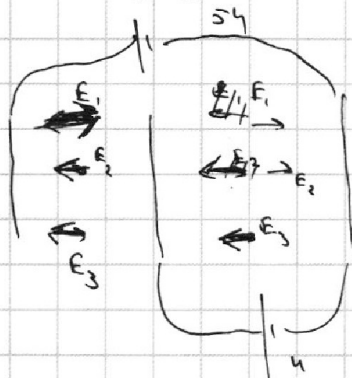
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

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



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

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

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

$$2(E_1 + E_3) d = u$$

$$\frac{2}{3} E_1 d = 8(E_1 + E_3) d$$

$$-\frac{22}{3} E_1 d = \frac{24}{3} E_3 d$$

$$E_1 = -\frac{12}{11} E_3$$

$$2\left(-\frac{12}{11} E_3 + E_3\right) d = u$$

$$E_3 = -\frac{11}{2} \frac{u}{d}$$

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

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

$$q_3 + q_2 + q_1 = 0$$

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

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

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

$$\rightarrow \Phi = \int E dx$$

$$\Delta \Phi = uq$$

$$2) \Phi = \frac{q}{r}$$

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

$$\frac{q_1}{x^2} + \frac{q_2}{(x-\frac{d}{2})^2} + \frac{q_3}{(x-d)^2} = 0$$

$$1) \left(\frac{q_1}{x} + \frac{q_2}{\frac{d}{2}-x} + \frac{q_3}{\frac{4}{3}d-x} \right) = 0$$

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

$$(12d - 36x)(4d-3x) - 36x(d-3x) - 3(4d-3x)(d-3x) = 0$$

$$48d^2 - 144xd - 36xd + 108x^2 - 132xd + 99x^2 - 34d^2 + 99x^2 = 0$$

$$48d^2 + 144xd - 171xd = 0$$

$$48d^2 = 27xd$$

$$x = \frac{16}{9} d$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 36 \\ 144 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ 171 \\ 744 \\ \hline 27 \end{array}$$

$$168$$

$$171$$

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!



$$\frac{q_1}{x} + \frac{q_2}{x-d} + \frac{q_3}{3d-x} = 0$$

$$\frac{-48+3}{144}$$

$$\frac{12}{x} + \frac{1103}{3x-d} - \frac{103}{4d-3x} = 0$$

$$(48d - 36x)(3x-d) - 33(x)(4d-3x) - 3x(3x-d) = 0$$

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

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

$$(12x-4d)(4d-3x) - 11x(4d-3x) - 3x^2 + dx = 0$$

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

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

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

$$288 - 384$$

$$\frac{q_1}{x} + \frac{q_2}{\frac{10}{3}-x} + \frac{q_3}{\frac{4d}{3}-x} = 0 \rightarrow \frac{12}{x} + \frac{2 \cdot 11}{\frac{4}{3}d-3x} + \frac{1}{4d-3x} = 0$$

$$4(d-3x)(4d-3x) + 11x(4d-3x) - x(d-3x) = 0$$

$$16d^2 - 12dx - 48dx + 36x^2 - 11xd + 33x^2 - xd + 3x^2 = 0$$

$$36x^2 + 16d^2 - 105xd = 0$$

$$36 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 16 \cdot 4$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 16 \\ \hline 96 \\ \times 96 \\ \hline 1536 \\ \times 256 \\ \hline 102 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 512 \\ \hline 512 \\ \times 36 \\ \hline 18432 \\ \hline 1536 \\ \hline 29432 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 \\ \times 105 \\ \hline 525 \\ 105 \\ \hline 11025 \end{array}$$

$$4R \frac{dq}{dt} + \frac{dS_2}{dt} = 2L \frac{dS_3}{dt}$$

$$4R \Delta q = L \left(\frac{22}{2} + \frac{5}{72} \right)$$

$$\Delta q = \frac{15L}{288R^2}$$