



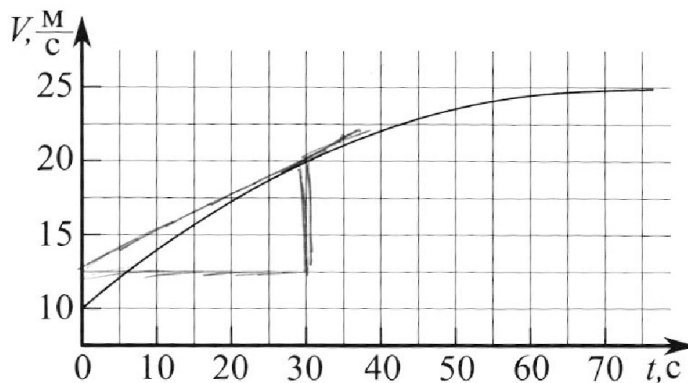
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

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



1. Автомобиль массой $m = 1800$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.

2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .

3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

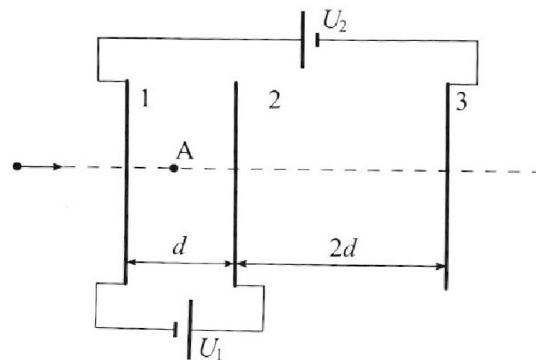
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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 $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. 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 1 и 2.

2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.

3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $d/3$ от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

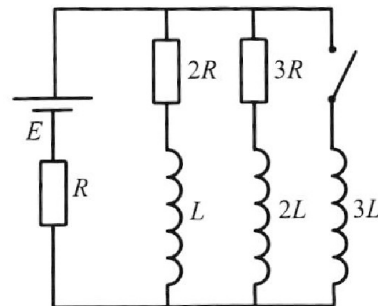
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

- 1) Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ 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 $n_{\text{в}} = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 194$ 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 $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

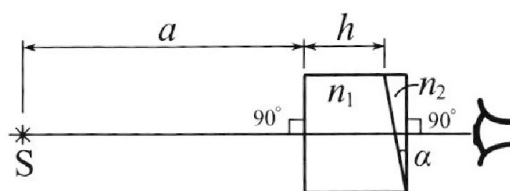


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

По графику определим
касательную a_1 : проведём касательную, ^{бтс}
(т.к. $a = \frac{dv}{dt}$)
тогда

$$a_1 = \frac{7,5 \text{ м/с}}{30 \text{ с}} = 0,25 \text{ м/с}^2$$

(попадает под касательную, т.е. 100%)

$$2) F_{\text{тр}} \text{ в этой точке} = m a_1 + \beta \Phi_1 \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow 1800 \cdot 0,25 + \frac{500}{25} \cdot 20^4 = 450 \text{ (Н)}$$

$$3) P_1 = F_{\text{тр}} \cdot (v_k - v_1) = 450 \cdot 5 \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow 2250 \text{ (Вт)}$$

Ответ: 1) 0,25 м/с²

2) 450 Н

3) 2250 Вт

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

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

[illegible]

МФТИ

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

1

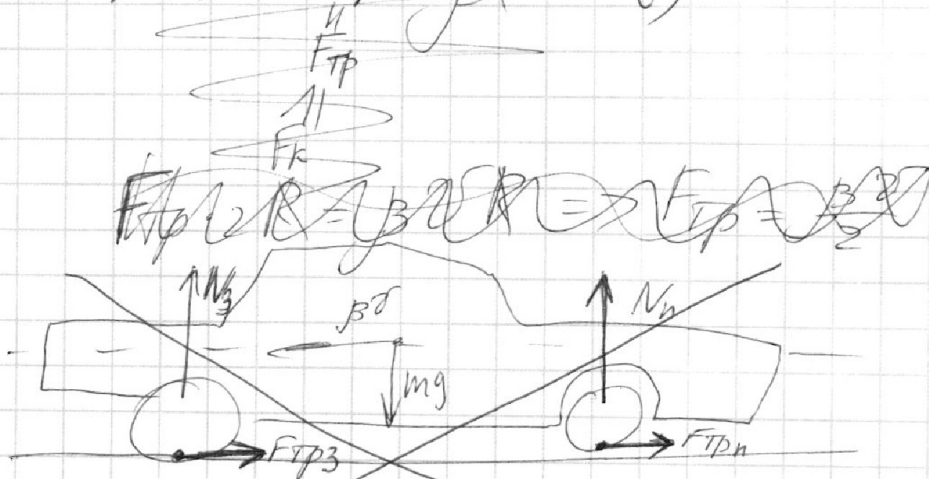
$$F_k = \beta \mathcal{Z}_k$$

$$\beta = \frac{F_k}{v_k}$$

~~1) $\text{wa} = F_k - \beta V = F_k - F_k \frac{V}{V_k} \Leftrightarrow F_k \left(\frac{V_k - V}{V_k} \right)$~~

~~$$a(v_1) = \frac{F_k}{m} \cdot \frac{v_k - v}{v_k} = \frac{500}{1800} \cdot \frac{25 - 20}{\sqrt{25}} \cdot \frac{1}{1800}$$~~

~~$$m \ddot{u} = F_T - \beta(\dot{u} - \dot{u}_0)$$~~



~~$$\frac{m \alpha}{F_k (v_k - v_*)} \frac{v_k}{v_k} = \beta \delta^2$$~~

$$1) \quad m\alpha = \frac{F_T}{F_{TP}} - \beta \sigma_1$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

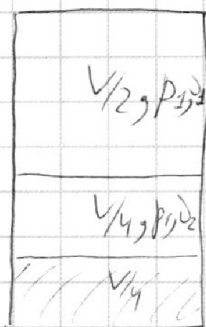
решение которой представлено на странице:

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!

2



Дано: $V, T_0 \rightarrow \frac{5}{4} T_0 = T = T_1$

$$\Delta U = k p \omega$$

$$k \approx 1/3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

$$\frac{U_2}{U_1} = ?$$

$$p_0 = p_1 = ?$$

$$1) \begin{cases} p_1 \frac{V}{2} = U_1 R T_0 \\ p_1 \frac{V}{4} = U_2 R T_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{V/4}{V/2} = \frac{1}{2}$$

$$2) \begin{cases} p_2 \frac{V}{5} = U_1 R T_1 \\ p_2 \cdot \left(\frac{4}{5} V - \frac{V}{4} \right) = U_3 R T_1 = p_2 \cdot \frac{11}{20} V \end{cases}$$

$$\frac{U_3}{U_1} = \frac{11/20}{1/5} = \frac{11}{4}$$

$$p_2 \cdot \frac{11}{20} V = \frac{11}{4} U_1 R \cdot \frac{5}{4} T_0 = \frac{55}{16} p_1 \frac{V}{2}$$

$$p_2 \cdot \frac{11}{20} = \frac{55}{8} p_1$$

$$p_2 = \frac{25}{8} p_1$$

$$p_2 = p_{\text{нара}} + p_{\text{CO}_2}$$

$$p_{\text{CO}_2} \cdot \frac{11}{20} V = U_{\text{CO}_2} R \frac{5}{4} T_0$$

$$\Delta U_1 = k p_{\text{CO}_2} \omega = k p_1 \cdot \frac{V}{4} \Rightarrow \Delta U = k \frac{V}{4} (p_{\text{CO}_2} - p_1)$$

$$\Delta U_2 = k p_{\text{CO}_2} \frac{V}{4}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1



2



3



4



5



6



7



МФТИ

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

$$p_{\text{соз}} = (p_2 - p_1) \frac{RT_0}{V} \cdot \frac{100}{44}$$

$$p_{\text{соз}} + \frac{100}{44} \frac{RT_0}{V} \cdot k \frac{V}{4} p_{\text{соз}} = \frac{1}{2} \frac{RT_0}{V} \frac{100}{44} \quad (+)$$

$$(+ \frac{RT_0}{V} \frac{100}{44} \cdot k \frac{V}{4} p_1$$

$$\text{Пусть } p_{\text{соз}} = p_2 = \frac{25}{8} p_1$$

$$\frac{25}{8} p_1 + \frac{100}{44} \frac{RT_0}{V} k \frac{25}{8} p_1 \neq \frac{1}{2} p_1 \cdot \frac{100}{44} + k \frac{RT_0}{V} \frac{100}{44} p_1$$

$$p_{\text{соз}} \neq p_2$$

$p_{\text{пар}} = p_{\text{атм}}$, т.к. давление изм. не пропорц. ост. изм. (пар насыщ.)

$$\frac{25}{8} p_1 = p_{\text{атм}} + \frac{p_1 \cdot \frac{100}{44.4}}{1 + \frac{100}{44.4} k RT_0} + p_1 \cdot \frac{100}{44.4} k RT_0 \quad (-)$$

$$(-) p_{\text{атм}} + p_1 \left(\frac{100 + 100 k RT_0}{44.4 + 100 k RT_0} \right)$$

$$p_1 = \frac{p_{\text{атм}}}{\frac{25}{8} - \frac{100 + 100 k RT_0}{44.4 + 100 k RT_0}}$$

$$RT_0 = RT \cdot \frac{4}{5}$$

$$p_1 = \frac{p_{\text{атм}}}{\frac{25}{8} - \frac{100 + \frac{4}{5} \cdot 10^{-1} \cdot \frac{4}{5} \cdot 8 \cdot 10^3}{176 + \frac{4}{5} \cdot 10^{-1} \cdot \frac{4}{5} \cdot 8 \cdot 10^3}} = \frac{p_{\text{атм}}}{\frac{25}{8} - \frac{180}{256}} \quad (-)$$

$$\begin{array}{r} 176 \\ + 80 \\ \hline 256 \\ 44 \\ \times 4 \\ \hline 176 \end{array}$$



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!

$$\textcircled{=}\quad \frac{256 \text{ рАТМ}}{620} = \frac{64 \text{ рАТМ}}{155}$$

Ответ: 1) 2:1
2) $\frac{64}{155} \text{ рАТМ}$

$$\begin{array}{r} 256/32 \\ -24 \\ \hline 76 \\ -16 \\ \hline 6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 25 \\ \hline 160 \\ + 64 \\ \hline 800 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 620/4 \\ -4 \\ \hline 22 \\ -20 \\ \hline 20 \\ -20 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 256/4 \\ -24 \\ \hline 76 \\ -16 \\ \hline 0 \end{array}$$

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!

$$\begin{cases} U = \frac{\sigma_2 - \sigma_2 - \sigma_1 - \sigma_1}{2\epsilon_0} d \\ 4U = \frac{3\sigma_1 + \sigma_2 + 3\sigma_1 + 3\sigma_2}{2\epsilon_0} d \end{cases}$$

$$\begin{cases} U = \frac{-2\sigma_1}{2\epsilon_0} d = -\frac{\sigma_1}{\epsilon_0} d \Rightarrow \sigma_1 = -\frac{U\epsilon_0}{d} \\ 4U = \frac{6\sigma_1 + 4\sigma_2}{2\epsilon_0} d \Rightarrow U = \frac{3\sigma_1 + 2\sigma_2}{2\epsilon_0} d \end{cases}$$

$$U - \frac{3\sigma_1}{2\epsilon_0} d = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} d = U + \frac{3U}{2 \cdot 2} = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} d$$

$$\sigma_2 = \frac{U\epsilon_0}{d} \cdot \frac{3}{2} = \frac{3U\epsilon_0}{2d} = \frac{2\epsilon_0}{d} \cdot \frac{7}{2} U = \frac{7U\epsilon_0}{d}$$

$$\sigma_3 = \frac{U\epsilon_0}{d} - \frac{7U\epsilon_0}{2d} = -\frac{5U\epsilon_0}{2d}$$

$$m|a_{12}| = q \cdot |E_1 - E_2 - E_3| = q \left| \frac{\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0} \right|$$

$$\Rightarrow q \left| \frac{-\frac{U\epsilon_0}{d} + \frac{5U\epsilon_0}{2d} + \frac{7U\epsilon_0}{2d}}{2\epsilon_0} \right| = \frac{q}{2d} \cdot 8U = \frac{4qU}{d}$$

$$|a_{12}| = \frac{4}{m} \frac{U}{d}$$

$$E_{\text{out}} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{2\epsilon_0} = 0$$

$$K_1 = \frac{mv_0^2}{2}$$



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!

2) Т.к. $a_{12} = \text{const}$, то ($v_2 \neq \text{скор}$ при прол. сетки 2) ~~$v_2 \neq \text{скор}$~~ $d = \frac{|v_0^2 - v_2^2|}{2a_{12}}$

$$v_0^2 - v_2^2 = 2d \cdot \frac{q}{m} \frac{U}{d}$$

$$v_2^2 = v_0^2 - 2d \frac{q}{m} \frac{U}{d}$$

$$K_2 = \frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{qU}{2} \quad \text{---}$$

$$\text{---} \frac{mv_0^2}{2} - qU$$

$$K_1 - K_2 = qU$$

$$3) \frac{d}{3} = \frac{v_0^2 - v_A^2}{2a_{12}}$$

$$v_0^2 - v_A^2 = \frac{2}{3} da_{12}$$

$$v_A^2 = v_0^2 - \frac{2}{3} da_{12} = v_0^2 - \frac{2}{3} d \cdot \frac{q}{m} \frac{U}{d} \quad \text{---}$$

$$\text{---} v_0^2 - \frac{2}{3} \frac{q}{m} U$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{2}{3} \frac{qU}{m}}$$

Ответ: 1) $\frac{qU}{md}$

2) qU

3) $\sqrt{v_0^2 - \frac{2qU}{3m}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

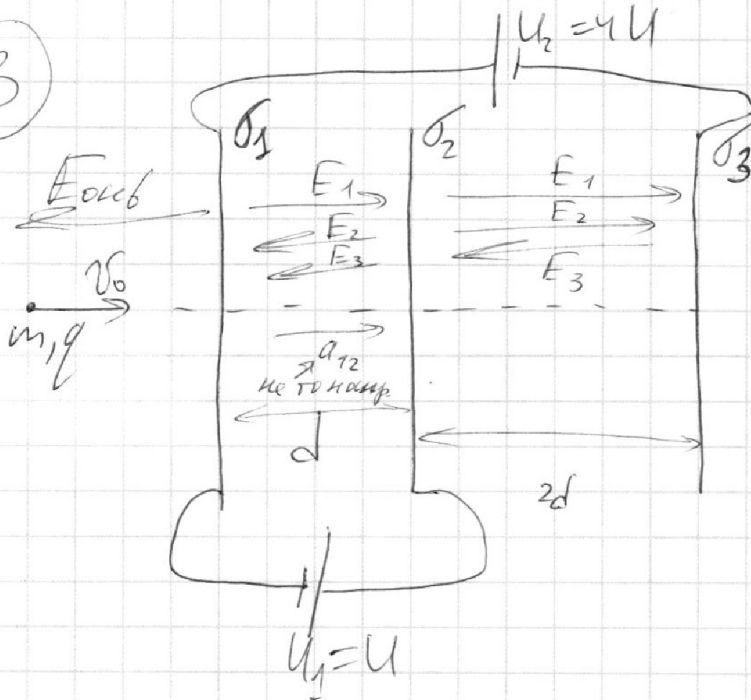
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



3



$$d\varphi = -E dx$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = -E d$$

$$\begin{cases} \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0 \\ U = (-E_1 + E_2 + E_3)d \\ 4U = (E_1 - E_2 - E_3)d + (E_1 + E_2 - E_3)d \end{cases}$$

$$\begin{cases} U = \frac{\sigma_2 + \sigma_3 - \sigma_1}{2\epsilon_0} d \\ 4U = \frac{\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0} d + \frac{\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0} 2d \\ \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0 \Rightarrow \sigma_3 = -\sigma_2 - \sigma_1 \end{cases}$$

$$4U = \frac{\sigma_1 + 2\sigma_1 - \sigma_2 + 2\sigma_2 - \sigma_3 - 2\sigma_3}{2\epsilon_0} d \quad \text{---}$$

$$\text{---} \quad \frac{3\sigma_1 + \sigma_2 - 3\sigma_3}{2\epsilon_0} d$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

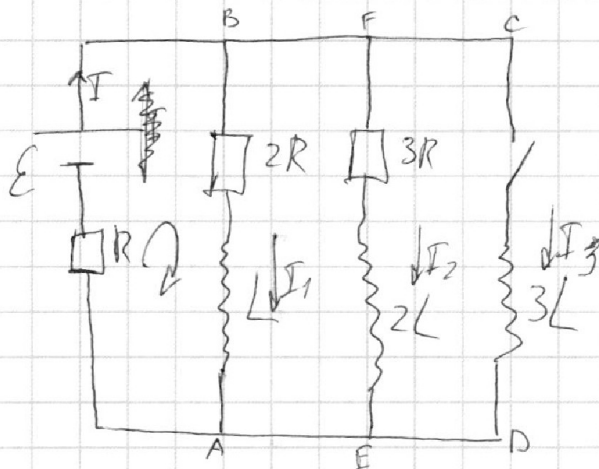
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



4



1) В год решаем $\frac{dI_1}{dt} = \frac{dI_2}{dt} = 0$

$$\begin{cases} 2RI_1 = 3RI_2 \Rightarrow I_1 = \frac{3}{2}I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{2}{3}I_1 \\ \mathcal{E} = IR + 2RI_1 = IR + 2IR - 2RI_2 \\ I_1 + I_2 = I = I_1 + \frac{2}{3}I_1 = I \end{cases}$$

$$\cancel{3IR - 2RI_2} = \mathcal{E}$$

$$\frac{5}{3}I_1 = I$$

$$I_1 = \frac{3}{5}I$$

$$\mathcal{E} = \frac{5}{3}I_1 R + 2RI_1 = \frac{5}{3}I_1 R + \frac{6}{3}I_1 R \ominus$$

$$\ominus \frac{11}{3}I_1 R$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{3}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}} = I_{10}$$

$$I_{20} = \frac{2}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

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!

2) Сразу после замык I_1 ^{и I_2} ост.
такими же (т.к. поток сохр. при этом)
Тогда же пр. Кирхгофа для ABCD и FEDE.

$$2I_1 R + L \frac{dI_1}{dt} = 3L \frac{dI_3}{dt} \quad (1)$$

$$3I_2 R + 2L \frac{dI_2}{dt} = 3L \frac{dI_3}{dt} \quad (2)$$

Кроме того, $I_{30} = 0$ (по той же причине)

$$\varepsilon = IR + 3L \frac{dI_3}{dt} = \frac{5}{11} \frac{\varepsilon}{R} R + 3L \frac{dI_3}{dt}$$

$$\frac{2}{11} \varepsilon = 3L \frac{dI_3}{dt}$$

$$\frac{dI_3}{dt} = \frac{2\varepsilon}{11L}$$

3) В новом уст. режиме весь ток
будет течь через $3L$

$$\text{ИЗ (1): } 2R \int_0^{I_{3f}} dI_1 + L \int_{I_{10}}^{I_{1f}} dI_1 = 3L \int_0^{I_{3f}} dI_3$$

$$I_{3f} = \frac{\varepsilon}{R}$$



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!

$$2qR + L I_{30} = 3L (0 - I_{3f}) = 3L \cdot \left(-\frac{\varepsilon}{R}\right)$$

$$2qR + L \frac{3\varepsilon}{11R} = -3L \frac{\varepsilon}{R}$$

$$2qR = -L \frac{\varepsilon}{R} \left(3 + \frac{3}{11}\right) = -L \frac{\varepsilon}{R} \frac{33+3}{11} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow -L \frac{\varepsilon}{R} \cdot \frac{36}{11}$$

$$q = - \frac{L \varepsilon}{R^2} \cdot \frac{18}{11}$$

$$|q| = \frac{18}{11} \frac{L \varepsilon}{R^2}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{3}{11} \frac{\varepsilon}{R}$$

$$2) \frac{2}{11} \frac{\varepsilon}{L}$$

$$3) \frac{18}{11} \frac{L \varepsilon}{R^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

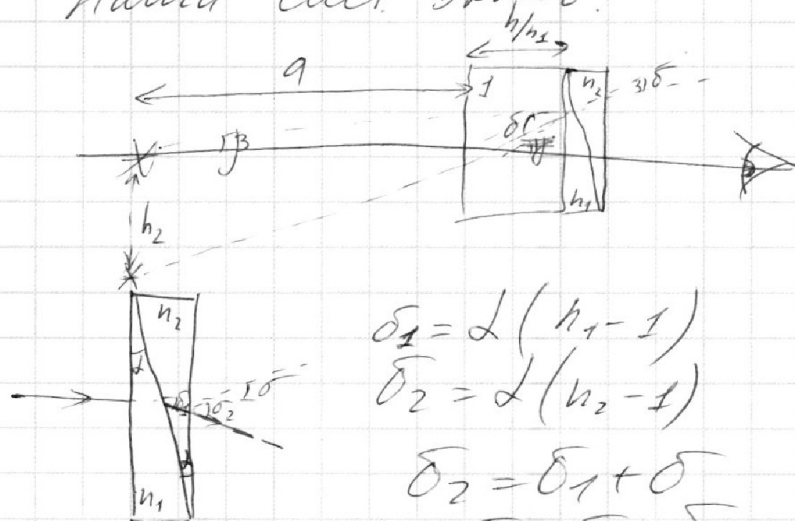
решение которой представлено на странице:

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!

3) Наша сист. эквив:



$$\delta_1 = 2(n_1 - 1)$$

$$\delta_2 = 2(n_2 - 1)$$

$$\delta_2 = \delta_1 + \delta$$

$$\delta = \delta_2 - \delta_1 = 2(n_2 - n_1)$$

Аналогично n. 2:

$$\delta = \frac{h_2}{a + \frac{h}{n_1}} = 2(n_2 - n_1)$$

$$h_2 = \frac{2(n_2 - n_1)}{\left(a + \frac{h}{n_1}\right)^{-1}} = \frac{0,1 \cdot 0,2}{\left(194 + \frac{9}{1,5}\right)^{-1}} = \frac{0,1 \cdot 0,2}{200^{-1}} \text{ (3)}$$

$$\textcircled{=} 0,02 \cdot 200 = \frac{2}{100} \cdot 200 = 4 \text{ (см)}$$

h_1 - гориз. сущ., обусл. кинем. пар. кинет. с n_1

$$h_1 = h - \frac{h}{n_1} = h \frac{n_1 - 1}{n_1} = h \cdot \frac{1,5 - 1}{1,5} \text{ (3)}$$

$$\textcircled{=} h \frac{1/2}{3/2} = \frac{h}{3} = 3 \text{ см}$$

$$h_3 - \text{итог сущ.}, h_3 = \sqrt{h_1^2 + h_2^2} = 5 \text{ см}$$

Ответ: 1) 0,07 рад
2) 14,2 рад
3) 5 см



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!

Тогда для нашего случая:

$$n_1 = 1 \text{ (никаких откл.)}$$

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

2) см обозн на рис 2

Т.к. δ мал, кренсбр. толщ. линзой самого
клинна.

~~$$\tan \beta \approx \beta \approx \frac{h'}{a+h}$$~~

~~$$\delta = \alpha(n_2 - 1) + \frac{h'}{a+h} \approx \frac{h'}{l_1}$$~~

~~$$l_{\text{new}} = a+h-l_1$$~~

~~$$\frac{l_1}{h'} = \frac{(a+h)\alpha(n_2 - 1) + h'}{a+h}$$~~

Т.к. углы падения малы, то рассч.
по гориз не меняется



$$\tan \beta \approx \beta = \frac{h'}{a+h}$$

$$h' = (a+h)\alpha(n_2 - 1) = 0,7 \cdot 0,1 \cdot 203 \text{ см}$$

$$\textcircled{=} 14,21 \text{ (см)}$$

203
x 0,07
14,21



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

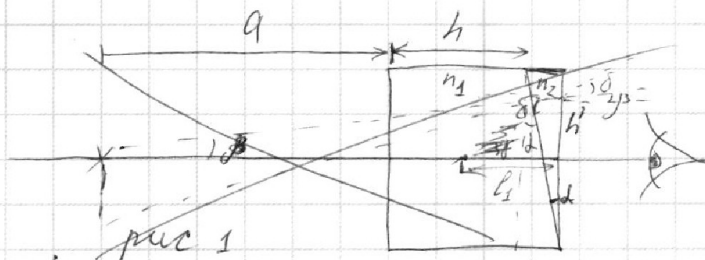
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

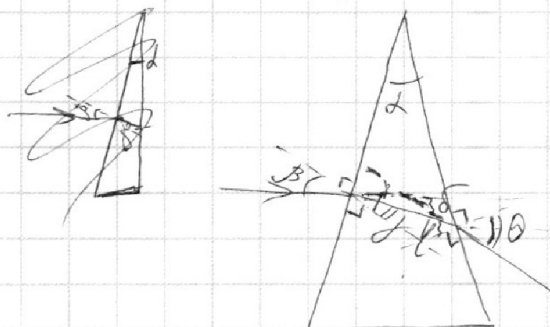
МФТИ

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

5



1) Рассмотрим клин с показателем преломления n и малым углом α и $\alpha \ll 1$



т.к. все углы
здесь малы,
то
 $\sin \beta \approx \beta$ и т.д.

$$\beta = n\alpha$$

$$\theta = n\alpha$$

$$180^\circ - \alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$$

$$\alpha = \beta + \gamma$$

$$\theta = \beta - \gamma + \theta - \gamma \quad \text{---}$$

$$\text{---} \quad \beta - n\beta + \theta - n\theta = 0$$

$$\text{---} \quad n\beta - \beta + n\theta - \theta = (n-1)\beta + (n-1)\theta$$

$$\text{---} \quad (n-1)(\beta + \theta) = (n-1)\alpha$$



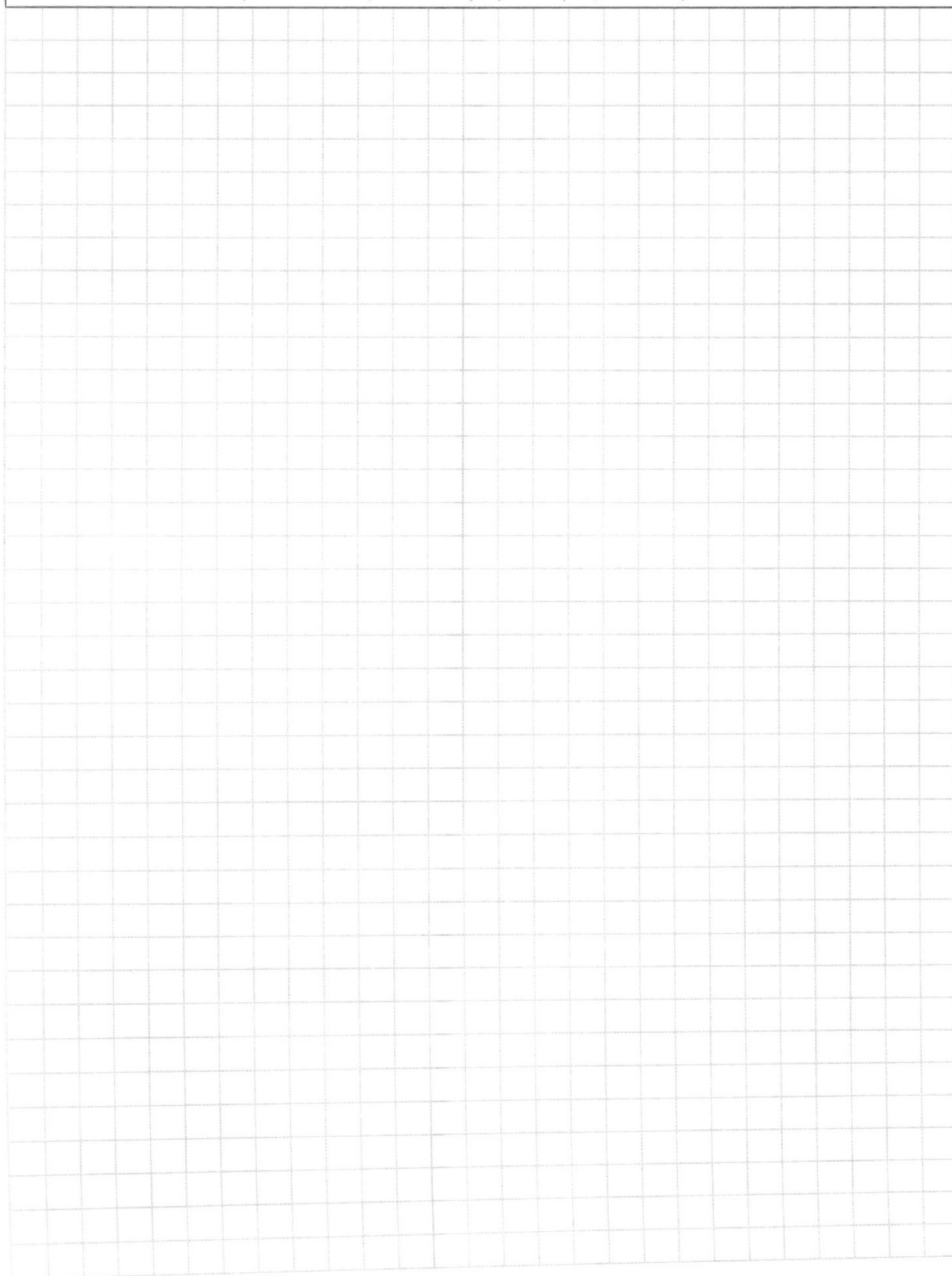
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

Handwritten calculations and diagrams on graph paper:

Top left: $625 - 400 = 225 = 15^2$

Top right: $1800 \cdot 25 = 45000$

Left side: $P_1 \rightarrow P_2$ with velocity vectors v and v_k . Diagrams show relative motion.

Center: $F = \beta \frac{v^2}{v_k - v}$

Right side: $m a = F$

Bottom left: $F_{TP} = \beta \frac{v^2}{v_k - v}$

Bottom center: $m a = \frac{500}{1800} \cdot \frac{20}{25} = 1$

Bottom right: $F_{TP} \cdot R = m R a$

Far right: $F_{TP} = \beta \frac{v^2}{v_k - v}$

Bottom: $(a+h)h' = (a+h)(h-1)+h'$

Bottom right: $v_{new} = \frac{(a+h)^2 d(h-1) + (a+h)h' - (a+h)h}{(a+h)(h-1)+h'}$