



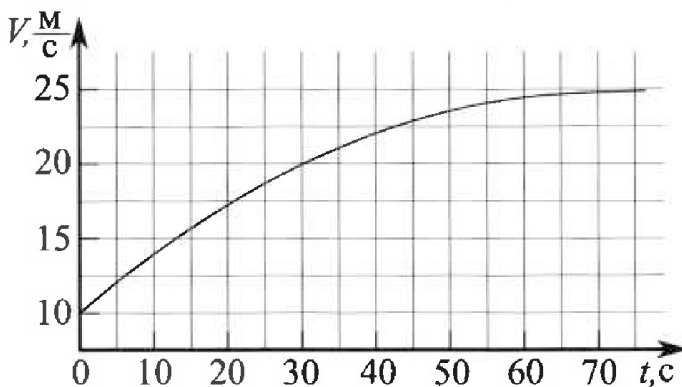
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 ?

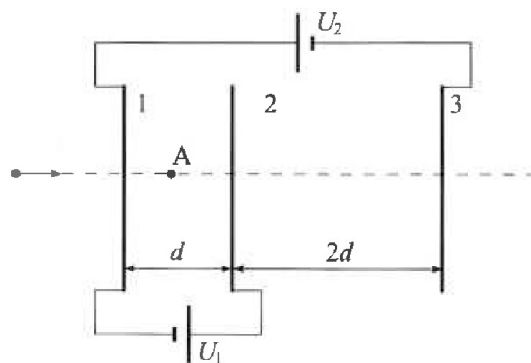
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 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 $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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

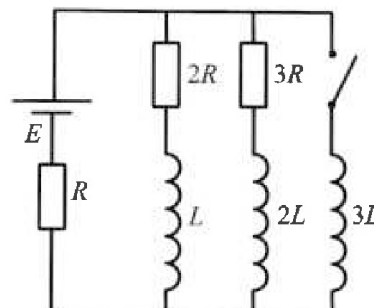
Вариант 11-01

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

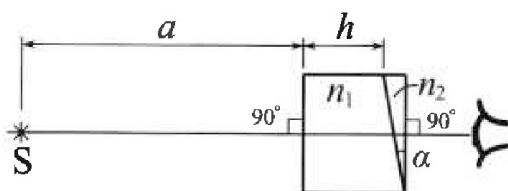
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 $n_b = 1,0$. 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.



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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, 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!

№1 $m = 1800 \text{ кг}$

Пусть F сила сопротивления $F_c = kU$

$F_k = 500 \text{ Н}$

В конце разгона $U \approx 25 \text{ м/с}$, $F_k = 500 \text{ Н} \Rightarrow a = 0 \Rightarrow$

23 м: $F_c = F_k \quad kU = F_k \quad k = \frac{F_k}{U} = \frac{500}{25} = \frac{25 \cdot 20}{15} = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$

1) Из графика: при $t = 30 \text{ с}$, $U = 20 \text{ м/с}$

при $t = 35 \text{ с}$, $U \approx 24,5 \text{ м/с} \Rightarrow a_1 = \frac{dU}{dt} = \frac{24,5 - 20}{35 - 30} = \frac{4,5}{5} = 0,9 \text{ м/с}^2$

2) $F_m - F_c = ma_1 \quad F_k \quad P_m = F_c + ma_1 = kU_1 + ma_1$

$F_m = 20 \cdot 1800 \quad 20 \cdot 20 + 1800 \cdot 0,9 = 400 + 1620 = 2020 \text{ Н}$

3) $P_1 = F_m U_1 = 2020 \cdot 20 = 40400 \text{ Вт}$

Ответ: а) 1) $0,9 \text{ м/с}^2$ 2) 2020 Н 3) 40400 Вт

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

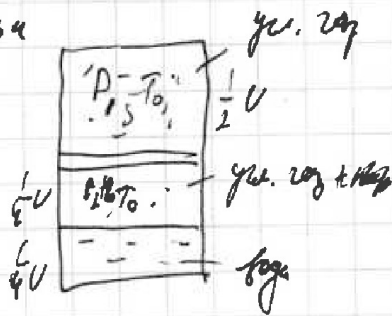
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

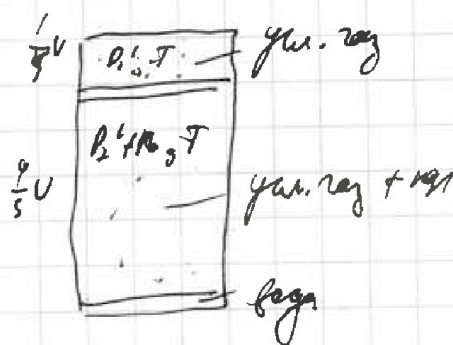


$$T_0 T = 3754$$

$$\frac{\partial_2 - \partial_1}{2}$$



$\Rightarrow$



$$\partial J = K P W$$

$$W = \frac{1}{4} V$$

$$P = P_2 = \frac{5 R T_0 (2 - \partial) P_0}{V}$$

$$\partial J = K \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{5 R T_0 (2 - \partial) P_0}{V} = \frac{5 K}{4} (2 - \partial) P_0$$

$$\partial J \cdot \frac{V}{K P_0} = 2 - \partial$$

$$\partial = \frac{2}{\frac{4}{5} - 1} = \frac{2 \cdot 5 R T_0}{4 - 5 R T_0}$$

$$\partial J \left(\frac{1}{K P_0} + 1 \right) = 2$$

$$\partial J \frac{1 + K P_0}{K P_0} = 2$$

$$\partial J = 2 \cdot \frac{K P_0}{1 + K P_0}$$

$$2 - \partial J = 2 \left(\frac{K P_0}{1 + K P_0} \right) = 2 \cdot \frac{2}{K P_0}$$

$$2 - \partial J = \frac{5 J_2}{4 K T} \quad \text{В ноз. мачет: } P_1 = P_2$$

$$2 \cdot \frac{5 (2 - \partial) R T_0}{V} = \frac{2 J_2 R T_0}{V}$$

$$\frac{J_2}{2 - \partial} = 2$$

$$P_A = 10^5, \text{ м. л. пар. расм.}$$

$$P_1' = P_1 + P_A$$

$$\frac{1}{2} \frac{5 J_2 R T}{V} = \frac{5 J_2 R T}{4 V} + P_A$$

$$5 J_1 R T = \frac{5 J_2 R T}{4} + P_A V$$

$$20 J_1 R T = 5 J_2 R T + P_A V \cdot 4$$

$$J_1 = \frac{5 R T}{4 \cdot 20 R T} J_2 + \frac{4 P_A V}{5 \cdot 20 R T}$$

$$J_1 = \frac{1}{4} J_2 + \frac{P_A V}{5 R T}$$

$$T = \frac{3}{4} T_0 \quad P_2 = \frac{4}{3} T$$

$$J_1 = 40 A R T J_2$$

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!

$$\frac{S_{2,RT}}{V} = \frac{S_{1,RT}}{4V} + P_A$$

$$\frac{S \cdot 40 \text{ КРТ} \cdot D_1}{V} - P_{RT} = \frac{S_{2,RT}}{4V} + P_A$$

$$\frac{200 \text{ КРТ} \cdot D_1}{V} - P_{RT} = P_A$$

$$\frac{200 \text{ КРТ}}{4V} - \frac{S_{2,RT}}{4V} = P_A$$

$$\frac{S_{RT}}{4V} (40 - 2) = P_A$$

$$40 - 2 = \frac{4VP_A}{S_{RT}}$$

$$160 \text{ КРТ} \cdot D_1 - D_1 = \frac{4VP_A}{S_{RT}}$$

$$D_1 = \frac{4VP_A}{S_{RT} (160 \text{ КРТ} - 1)}$$

$$P_0 = P_2 = P_1 = \frac{4D_1 RT_0}{V} = \frac{4 \cdot P_A}{S_{RT}} \cdot \frac{4 \text{ КРТ}}{(160 \text{ КРТ} - 1)} \cdot \frac{1}{4} = \frac{16 P_A}{5(160 \text{ КРТ} - 1)}$$

$$P_0 = \frac{16 \cdot 10^5}{5(160 \cdot 8 \cdot 10^8 \cdot \frac{1}{8} \cdot 10^3 - 1)} = \frac{16 \cdot 10^5}{5 \cdot 160 \cdot 10} = \frac{10^9}{5} = 20 \text{ МПа}$$

Ответ: 1) 2 2) 20 МПа

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!

$$3) 3C2: \varphi_{\omega}^{\perp} + \frac{mU_0^2}{2} = \varphi_A + \frac{mU_1^2}{2}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{q}{m} \cdot \frac{4}{d}$$

$$2) Uq$$

$$3) U_0$$

$$\frac{mU_1^2}{2} = \frac{mU_0^2}{2} - \varphi_A$$

$$\varphi_A = \varphi_{1A} + \varphi_{2A} + \varphi_{3A} =$$

$$= \frac{kq_1}{\frac{d}{5}} + \frac{kq_2}{\frac{2d}{5}} + \frac{kq_3}{\frac{4d}{5}} = \frac{3k}{d} (8q_1 + 4q_2 + q_3)$$

$$q_1 = Uq - \frac{Uq_5}{2}$$

$$q_5 = \frac{4,792 - 45}{2505} = -\frac{85}{605}$$

$$E_{15}: 2d = 54$$

$$\varphi_2 = U + \varphi_1, \quad \varphi_1 = \varphi_3 / 4 \Rightarrow \varphi_2 - \varphi_3 = 54$$

$$E_1 - \frac{85}{605} = \frac{5}{2} \cdot \frac{4}{d} \Rightarrow q_5 = -\frac{5}{2} \cdot \frac{4}{d} \cdot \frac{605}{1}$$

$$q_1 = -q_5 - q_4 = +\frac{106084}{2} + \frac{3645}{2} = \frac{4654}{2}$$

$$\varphi_A = \frac{3k}{6d} \left(-8 \cdot \frac{4654}{2} + 4 \cdot \frac{13654}{2} - \frac{106054}{2} \right) = 0$$

$$\frac{mU_1^2}{2} = \frac{mU_0^2}{2} \Rightarrow U_1 = U_0$$

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

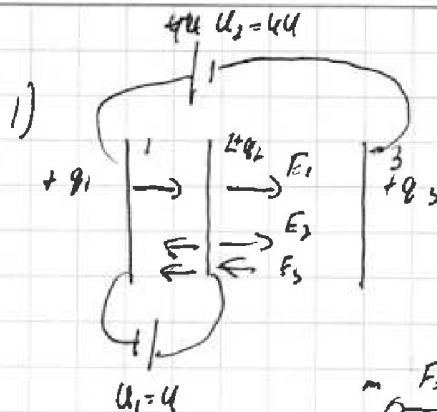
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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. Парча QR-кода недопустима!

1.03 $U_1 = U$
 $U_2 = 4U$
 $q_1, q_2 \gg d$
 $m, q \gg 0$
 U_0
 ~~$q_1, q_2 \gg d$~~
 ~~$q_1, q_2 \gg d$~~



$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$E_1 = \frac{q_1}{\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{\epsilon_0 S}$$

$$= \frac{q_1 - q_2 - q_3}{\epsilon_0 S} = \frac{q_1 + 4q_1}{\epsilon_0 S} = \frac{5q_1}{\epsilon_0 S}$$

$$F_{21} = ma$$

$$F_{21} = E_1 \cdot q$$

$$a = \frac{E_1 \cdot q}{m} = \frac{5q_1 \cdot q}{m \cdot \epsilon_0 S}$$

$$a = \frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d}$$

$$E_1 \cdot d = U \Rightarrow \frac{q_1}{\epsilon_0 S} d = U$$

$$E_1 = \frac{U}{d}$$

2) $K_1 - K_2 = m \Delta E_k$

$\Delta E_k = \Delta E_m = \Delta E_n = Uq$ $K_1 - K_2 = 4Uq$, $\vec{p}_0, \text{ м.к. } U \neq d$

см. на обороте

~~E_3 в q_1 $U_{12} = U_1 + U_{23}$ $4U = U + U_{23}$ $U_{23} = 3U$~~

~~$q_1 + q_2 = 3q_3: \varphi_0 + \frac{mU_0^2}{2} = \frac{mU_1^2}{2} + q_1$ $q_2 = 0$~~

~~$\frac{mU_1^2}{2} = \frac{mU_0^2}{2} - q_1$ $U_1 = 0$~~

~~$U_1 = E_1 \cdot d = E_2 \cdot \frac{1}{3}d$~~

~~$q_1 \varphi_2 - \varphi_1 = U$ $\varphi_1 - \varphi_3 = 4U \Rightarrow \varphi_2 - \varphi_3 = 5U$ $E_{23} \cdot 2d = 5U$~~

~~$E_{23} = \frac{5U}{2d}$~~

~~$3C): \frac{mU_0^2}{2} + \varphi_0 = \frac{mU_1^2}{2} + q_1$~~

~~$\frac{mU_1^2}{2} + q_1 = \frac{mU_2^2}{2} + q_2$~~

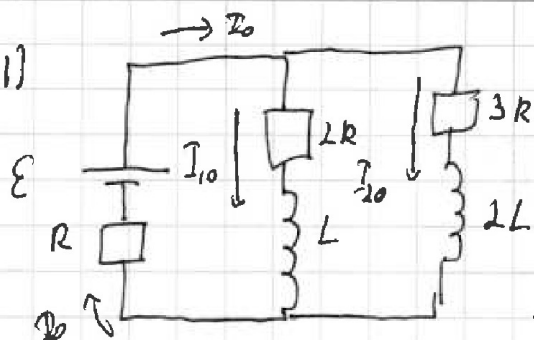
~~$\frac{mU_0^2}{2} = \frac{mU_1^2}{2}$~~

~~$\varphi_2 - \varphi_1 = E_{23} \cdot \frac{1}{3}d = \frac{U}{3}$~~

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

№4 1)



В уст. regime U_L и U_{2L} равны 0

$$I_0 = I_{10} + I_{20}, \quad \Phi I_{10} \cdot 2R = I_{20} \cdot 3R$$

$$I_{10} = \frac{2}{3} I_{20}$$

в уст. режиме.

$$\Phi I_{10} + \frac{2}{3} I_{20} = I_{20} \quad I_{10} = \frac{3}{5} I_{20}$$

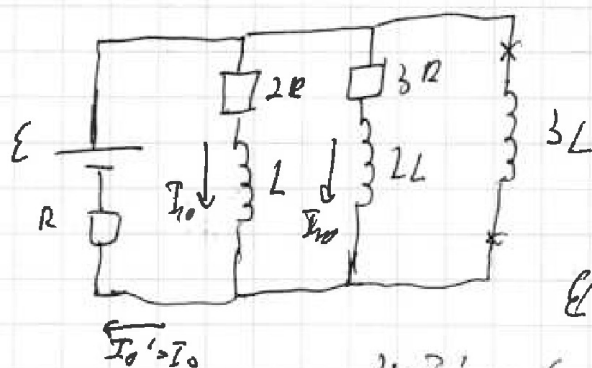
$$\mathcal{E} = 2R I_{10} + I_{20} R = \frac{11}{5} I_{20} R$$

$$I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{\frac{11}{5} R} = \frac{5\mathcal{E}}{11R}$$

$$I_{10} = \frac{3}{5} I_{20} = \frac{3}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

2) сразу после замык. ключа, ток на катушках равен 0

не меняется $\Rightarrow I_L = I_{10} \quad I_{2L} = I_{20}, \quad \Phi I_{20} = 0$



$$I_0' = I_{10} + I_{20} = I_0$$

$$U_{3L} = 3L \cdot I_{20}'$$

по II закону Кирхгофа:

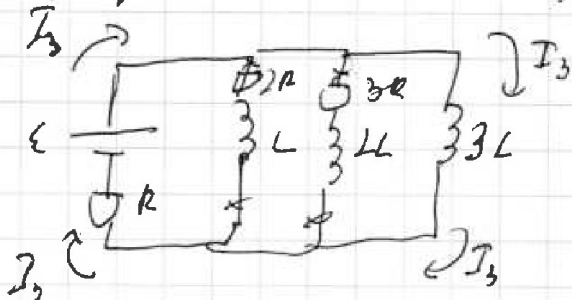
$$\mathcal{E} = 3L \cdot I_{20}' + I_{20} R$$

$$3L \cdot I_{20}' = \mathcal{E} - I_{20} R = \mathcal{E} - \mathcal{E} = 0$$

$$\mathcal{E} = 2R I_{10} \quad \mathcal{E} = 3L \cdot I_{20}' + I_{20} R$$

$$I_{20}' = \frac{\mathcal{E} - I_{20} R}{3L} = \frac{\mathcal{E} - \frac{3}{11} \mathcal{E}}{3L} = \frac{\frac{8}{11} \mathcal{E}}{3L} = \frac{8}{33} \frac{\mathcal{E}}{L}$$

3) В уст. regime ток на катушках равен 0



$$\mathcal{E} = I_3 R \quad I_3 = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

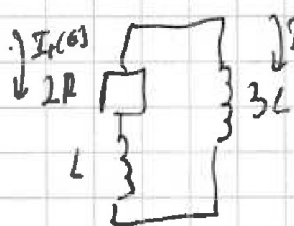
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐



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



пр. Кирхгофа: $\oint U_{31} - U_2 - I_1(t) \cdot 2R = 0$

$$3L \cdot \frac{dI_2}{dt} = L \cdot \frac{dI_1}{dt} + 2R \frac{dq_1}{dt}$$

$$3L dI_2 = L dI_1 + 2R dq_1$$

$$3L(I_2 - 0) - L(0 - I_1) = 2R q_1 - 0$$

$$2R q_1 = 3L I_2 + L I_1 = 3L \frac{\varepsilon}{n} + L \cdot \frac{2}{n} \frac{\varepsilon}{n} = \frac{3L \varepsilon}{n} \left(1 + \frac{1}{n}\right) = \frac{4-3\varepsilon L}{n R}$$

$$q_1 = \frac{18 \varepsilon L}{11 R^2}$$

Ответ: $\frac{18 \varepsilon L}{11 R^2}$

2) 1) $\frac{3}{11} \frac{\varepsilon}{n}$

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

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

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. Печать QR-кода не обязательна!

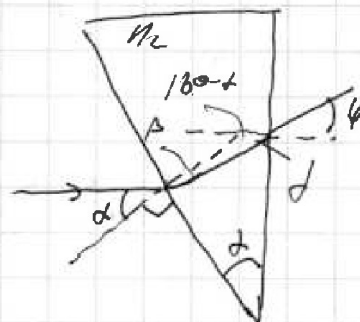
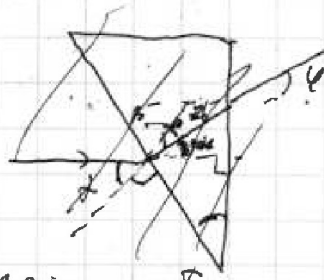
№5

$n_1, n_2, n_6 = 1$ 1) Если $n_1 = n_6$, можно убрать призму

$$a = 194 \text{ см}$$

$$\alpha = 0,1 \text{ рад}$$

$$h = 5 \text{ см}$$



$$n_6 \sin \alpha = n_1 \sin \beta$$

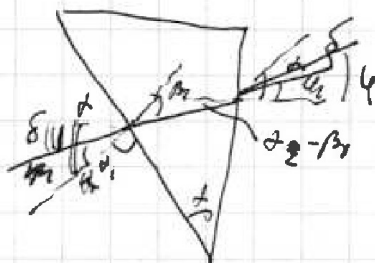
Если угол малое $\Rightarrow n_6 \alpha = n_2 \beta$

$$\beta = 180 - 180 + \alpha - \beta = \alpha - \beta \quad n_2 (\alpha - \beta) = \varphi \cdot (n_6)$$

$$\varphi = \frac{n_2}{n_6} (\alpha - \frac{n_6 \alpha}{n_2}) \Rightarrow n_6 \Rightarrow \varphi = n_2 (\alpha - \frac{\alpha}{n_2}) = \alpha n_2 - \alpha = \alpha (n_2 - 1)$$

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

1)



$$\alpha_1 = n_2 \beta, (\alpha - \beta_1) \cdot n_2 = \varphi_1$$

$$\alpha n_2 - \alpha_1 = \varphi_1$$

$\alpha - \varphi_1 \Rightarrow \alpha n_2 \Rightarrow$ призма n_2

$$\varphi_1 = \alpha n_2 - \alpha - \delta = \alpha (n_2 - 1) - \delta$$

где δ угол между приз. экран и экраном $\Rightarrow$

$$\varphi - \delta = \alpha (n_2 - 1) - \delta \Rightarrow \varphi = \alpha (n_2 - 1) - \text{для любого угла.}$$

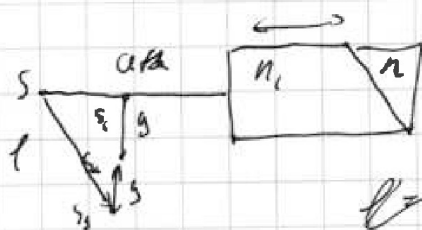
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$l = \sqrt{(a+h)^2 + b^2}$$

$$l = (a+h - b \cdot \frac{h}{n_1})^2$$

$$R = (a - h(1 - \frac{1}{n_1}))^2 + 4(a+h - h(1 - \frac{1}{n_1}))^2 \cdot \alpha(n_1)$$

$$l = \sqrt{(a-x)^2 + (y_1 + y_2)^2} = \sqrt{(a - h(1 - \frac{1}{n_1}))^2 + ((a+h-x)(y_1 + y_2))^2}$$

$$= \sqrt{(a - h(1 - \frac{1}{n_1}))^2 + ((a+h - h(1 - \frac{1}{n_1}))(2(n_1-1) + 2(n_2-1)))^2}$$

2) 19,194

Q

Ответ: 1) 0,07 рад

2) 14,21 м

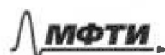
3) Скорость туг



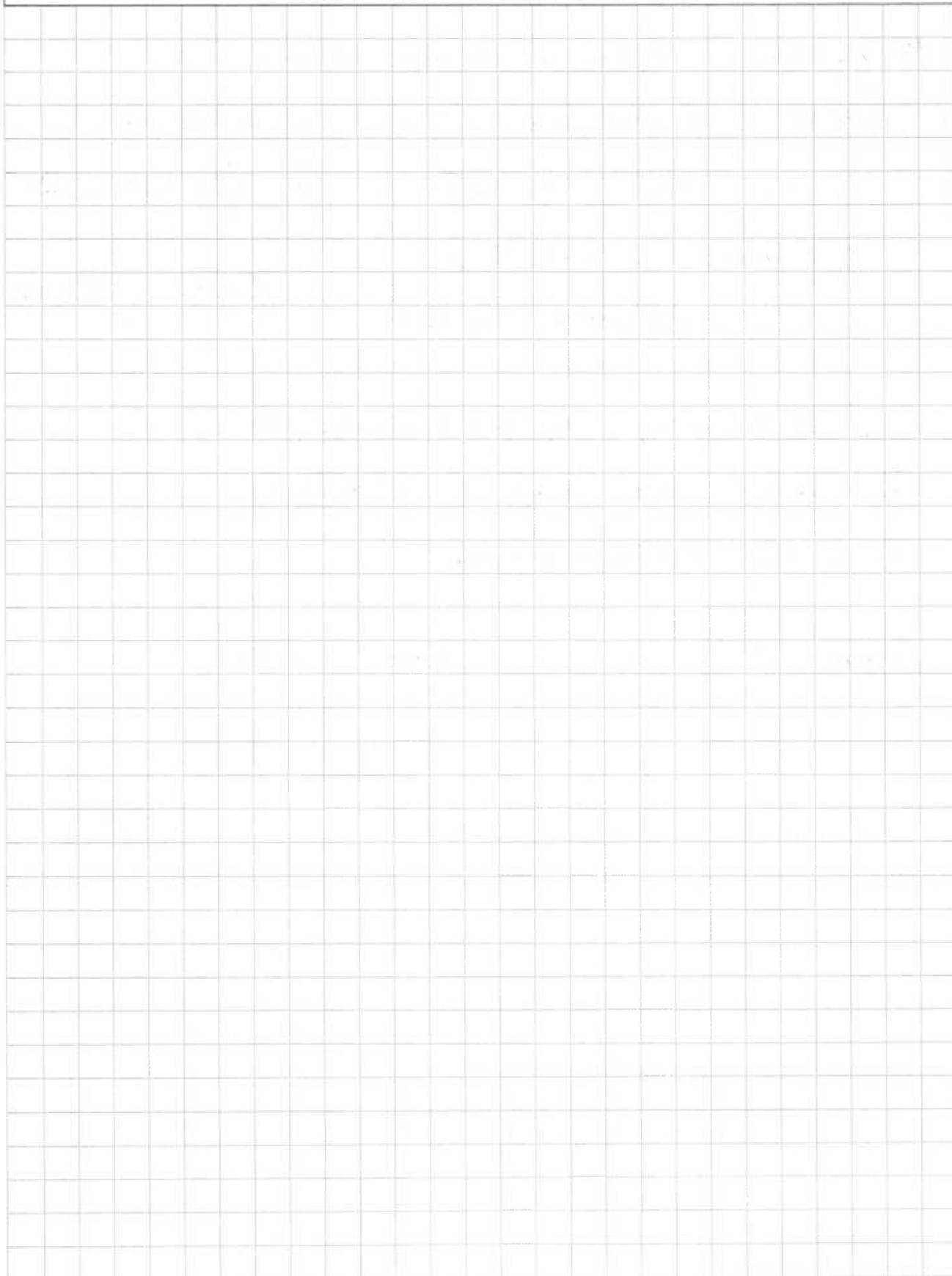
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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. Поряд QR-кода недопустима!



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

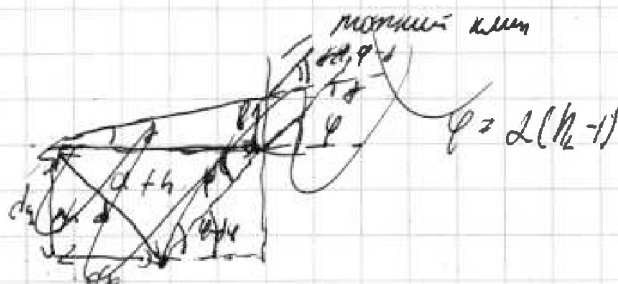
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



$d = ?$

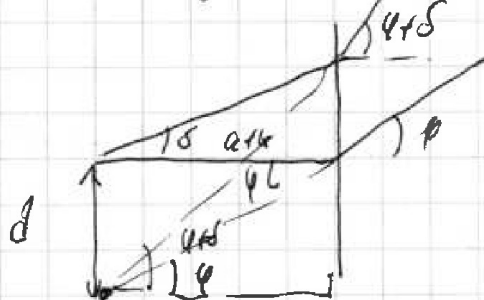
$$d = \frac{b}{a+h} \cdot \varphi_2 \cdot i \quad \varphi = \frac{d_0}{a+h-d_0} \quad \varphi - i = \frac{b \cdot d_0}{a+h-d_0}$$

$$d_0 \cdot \varphi_2 \cdot i \cdot d = b \cdot \varphi (a+h-d_0)$$

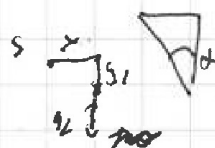
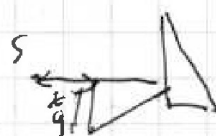
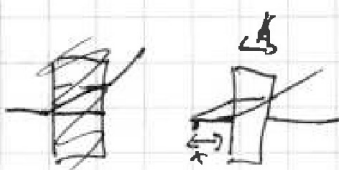
Убедитесь, что формулы
клин имеют углубление

по формулам $\rightarrow d = (a+h) \cdot \varphi$

$$d = (a+h) \cdot 2(n_2 - 1) = (194+9) \cdot 0,1(0,7) = 14,11 \text{ см}$$



$$3) n_1 = 1,9; n_2 = 1,7$$



Площадь паралл. кн. имеет
углуб по всей горизонт. на

$$x = h \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right) =$$

$$= h \left(1 - \frac{1}{n_1} \right)$$

то площадь кн
имеет углуб

по формулам

$$y_1 = (a+h-x) \cdot \varphi_1 \quad y_2 = (a+h-x) \cdot \varphi_2$$

$$\varphi \quad y_1 = y_2 = (a+h-x) \cdot \varphi_1$$



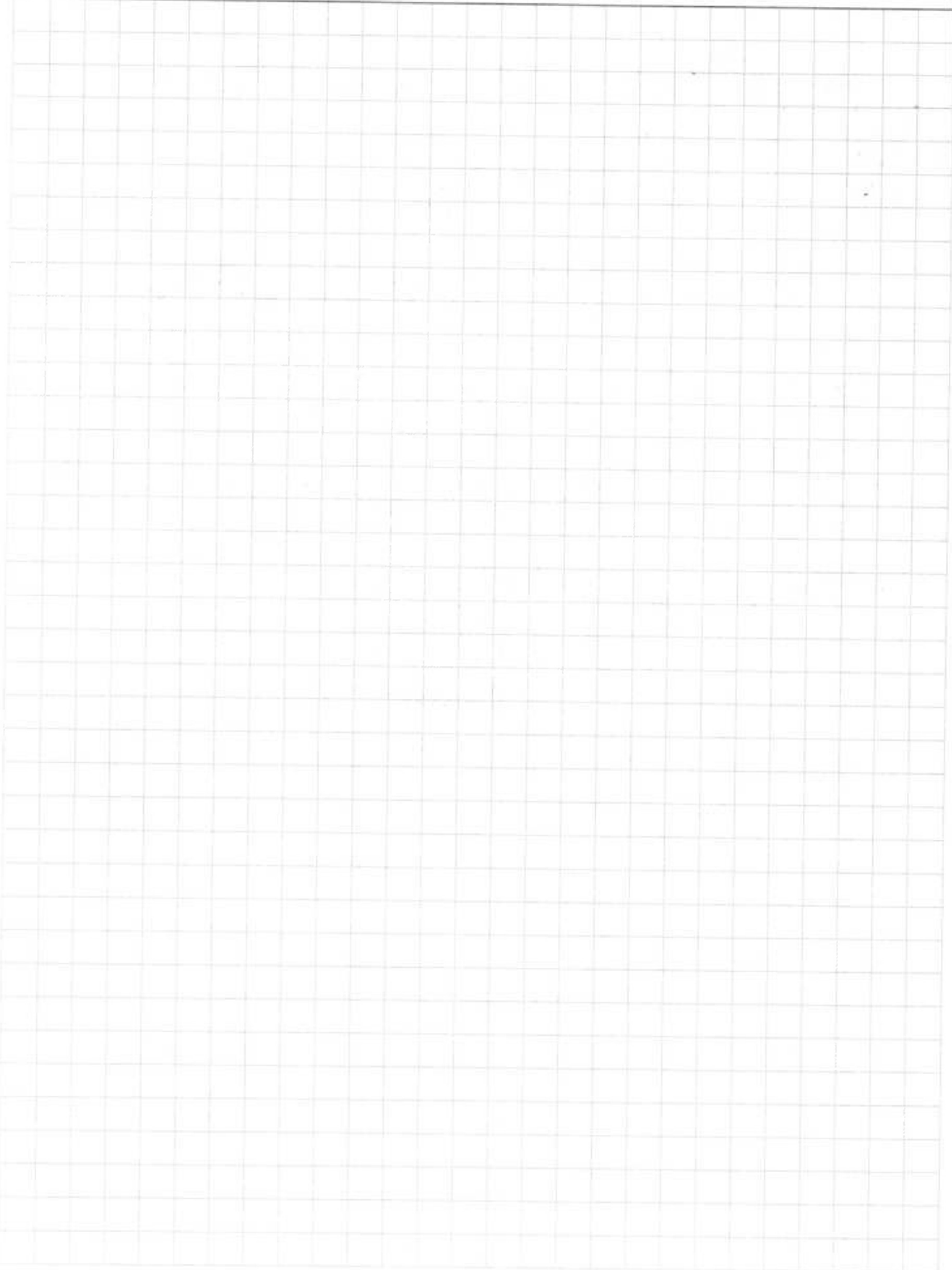
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

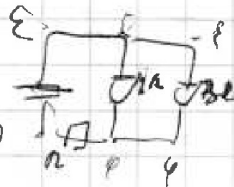
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$\mathcal{E} = I_0 \cdot 2R + U_c + I_0 R = \frac{6}{5} \mathcal{E} + U_c + 6 \quad U_c = -\frac{6}{5} \mathcal{E}$$



$$\varphi - 0 = I_0 R$$

$$\varphi = I_0 R$$

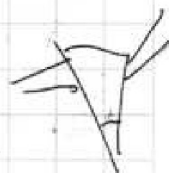
$$U_c = I_0 R$$

$$\mathcal{E} - \varphi = I_0 \cdot 2R = \mathcal{E} - I_0 R$$

$$\frac{6}{5} I_0 \cdot 2R = \mathcal{E} - I_0 R$$

$$\frac{1}{5} I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{5R}$$



$$U_{2L} = U_c + I_1 \cdot R$$

$$I_2 R = I_1 R = I_0 R$$

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{5R}$$

$$3I_0 R = 5I_0 R + U_{2L} + I_0 R = \mathcal{E}$$

$$2 \cdot \frac{dQ_1}{dt} + 2L \frac{dI}{dt}$$

$$2 \cdot I_1(t) R + U_c(t) = U_{2L}$$

$$\varphi = \frac{kq}{r}$$

$$2R \frac{dQ_1}{dt} + L \frac{dI}{dt} = L \frac{dI_2}{dt}$$

$$3kq$$

$$U_c = L \frac{dI}{dt} \quad L = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2\pi a^2}{R} \cdot \frac{2\pi a^2}{R} \cdot \frac{2\pi a^2}{R}$$

$$d - \frac{1}{3}d = \frac{1}{3}d$$

$$3d - \frac{1}{3}d = \frac{2}{3}d$$

$$U_{2L}$$

$$\frac{3kq_1}{d} + \frac{3kq_2}{2d} + \frac{3kq_3}{8d} =$$

$$\frac{k(24q_1 + 12q_2 + 3q_3)}{8d} = \frac{k(3(8q_1 + 4q_2 + q_3))}{8d}$$

$$I_{2L} = I_0 R$$

$$I_{2L} = 24$$

$$\frac{3k}{8d} (8q_1 + 4q_2 + q_3) =$$

$$8q_1 + 4q_2 + q_3 = 7q_1 + 3q_2$$

$$I_{2L} = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{1555} = \frac{24}{1555}$$

$$= \frac{q_3}{1555}$$

$$q_3 = q_1 - q_2$$

$$U_c = U_1$$

$$\frac{q_1 + q_2 - q_3}{1555} = \frac{24}{1555}$$

$$-q_3 = q_1 + q_2$$

$$q_3 = -24$$

$$q_1 = \frac{8054}{5}$$

$$q_3 = \frac{2 \cdot 44 \cdot 85}{6}$$

$$q_1 = -15 \cdot q_1 = \frac{4485}{5} - \frac{8 \cdot 54}{5} = \frac{3605}{5}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$n_1, n_2, n_3 \approx 1$
 $\alpha = 194 \text{ см}$
 $d = 0,1 \text{ рад}$
 $\sin \alpha \approx \alpha$
 $h > 5 \text{ см}$
 $h_2 \ll h$

$\frac{1}{10}, \frac{1}{10} = \frac{2}{100}$

$1) n_1, n_2 = 1; n_3 \approx 1$

$\beta \approx \frac{1}{2} \alpha = n_2 \beta$

$\beta = \frac{\alpha}{n_2}$

$\varphi = \frac{h \alpha}{R}$

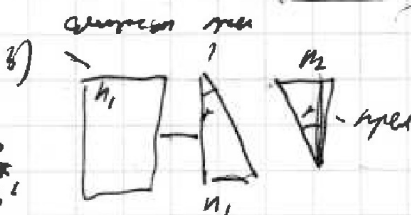
$\varphi_1 - \varphi_2 = 4\pi$
 $\varphi_2 - \varphi_1 = 4\pi$

$\varphi_0 = \frac{1}{2} d \cdot E_{12} \cdot \varphi_1$

$a = \frac{d}{l} = \frac{1,15}{105} = 0,0109$

$\frac{1,15}{57} - \frac{1,15}{105} = \frac{1,15}{125}$

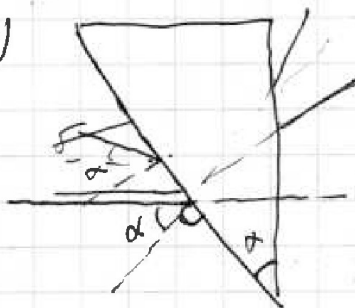
$(\alpha - \beta) n_2 = \varphi$
 $\varphi = \alpha n_2 - \beta = \alpha n_2 - \frac{\alpha}{n_2} = \alpha \left(\frac{n_2^2 - 1}{n_2} \right)$
 $\varphi = \left(\frac{n_2^2 - 1}{n_2} \right) \alpha$



$\mathcal{E} = \mathcal{E}$

$\mathcal{E} = 3L \cdot I_{20}' + \mathcal{E}$

$R_{20} = \frac{2}{5} \frac{\mathcal{E}}{R}$



$\mathcal{E} = I_{20} \cdot 3R + U_{2L} + I_{20} R$

$\mathcal{E} = \frac{6}{5} \mathcal{E} + \frac{2}{5} \mathcal{E} + U_{2L}$

$U_{2L} = \frac{6}{5} \mathcal{E}$

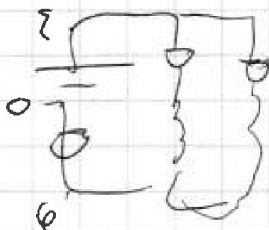
$U_{2L} = I_{20} R - U_{2L} = 0$

$U_{2L} = U_{2L} + I_{20} R = -\frac{6}{5} \mathcal{E} + \frac{2}{5} \mathcal{E} = -\frac{4}{5} \mathcal{E}$

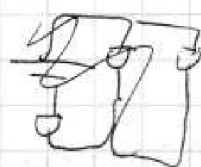
$\mathcal{E} = \frac{2}{5} \mathcal{E} \cdot 3R + U_{2L} + \mathcal{E}$

$U_{2L} = -\frac{6}{5} \mathcal{E}$

$U_{2L} = 4U_{2L} + \frac{6}{5} \mathcal{E}$



$\varphi = \frac{h}{R}$



$\frac{m v_1'}{2} \cdot \omega = \frac{m v_1''}{2} + \varphi_1$

$\frac{m v_1'}{2} + \varphi_1 = \frac{m v_1''}{2} + \varphi_2$

$\varphi_2 = \varphi$

$\varphi_2 = \varphi_1$

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

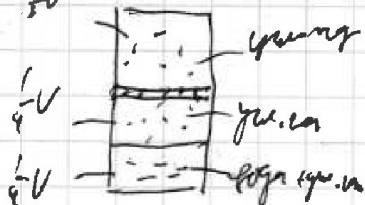
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

исх. $V, m=0$

камера

$$q_1 = -q_2 - q_3$$

$$q_1 = -q_2 - q_3$$



медленно
нагреваем

$$\Delta Q = K P W \quad K + R T +$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = q_4$$

$$Q \rightarrow R \quad R$$



при $q_1 T$ доу-б равна к миза $\Delta Q = K P W$

при q_1 : $\Delta Q = K' V \cdot P_{\text{при}}$ при q_1 q_2 q_3 q_4 q_5 q_6



$P_2 + P_1$

$$P_1 = P_2 + P_1$$

$$P_1 \cdot \frac{1}{2} V = 2 A T_0$$

$$P_1 = \frac{2 A T_0}{V}$$

$$P_2 \cdot \frac{1}{4} V = 2 A T_0 \quad P_2 = \frac{4 A T_0}{V}$$

$$P_1 = P_1 - P_2 = \frac{2 A T_0}{V} - \frac{4 A T_0}{V} = \frac{T_0 A}{V} (2 - 4)$$

$$P_1' = P_1' + P_0$$

$$P_1' = P_1' \cdot \frac{V}{3} = \frac{2 A T_0}{V} \Rightarrow P_1' = \frac{2 A T_0}{4 V}$$

$$P_2' = \frac{4 V}{5} = \frac{5}{4} A (2 + 2) R T_0 \quad P_2' = \frac{25 (2 + 2) A R T_0}{16 V}$$

$$P_1' = \frac{100 A R T_0}{16 V} = P_0 + \frac{25 (2 + 2) A R T_0}{16 V}$$

$$\frac{100 A R T_0}{16 V} = P_0 + \frac{25 (2 + 2) A R T_0}{16 V} \quad P_1' \downarrow P_2'$$

$$q_1 = q_2 + q_3$$

$$F_{12} \cdot d = 4$$

$$= \frac{4 A}{16} \frac{1}{d} + \frac{4 A}{16} \frac{1}{d} + \frac{4 A}{16} \frac{1}{d} = \frac{4 A}{16} \frac{3}{d}$$

$$\frac{q_1}{d} = \frac{4 A}{16} \frac{3}{d}$$

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. Печать QR-кода недопустима!

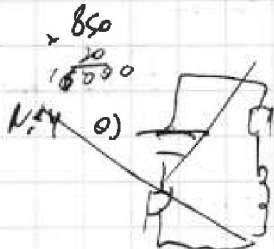
1) $F = U$ 2) $\frac{1}{45}$ 3) $\frac{1}{3}$ 4) $\frac{1}{2}$ 5) $\frac{1}{5}$ 6) $\frac{1}{4}$ 7) $\frac{1}{9}$

$N=1$ $R \rightarrow D \rightarrow P$ $F_A = 500 \text{ Н}$ F_R $F_{\text{шар}}$ $F_{\text{ш}} = \chi U$

$F = \chi U = 2 \text{ мА}$ $F = \chi U$ $500 = \chi \cdot 15$
 $\chi = 20 \text{ В}$ $U = \frac{50 \cdot 10}{23} = 10$
 $\alpha = U$

$P = F \cdot U$ $\frac{92}{2} = \frac{4 \cdot 20 \cdot 10}{2} = \frac{800}{2} = 400$
 $= 400 \text{ В}$

пог.т

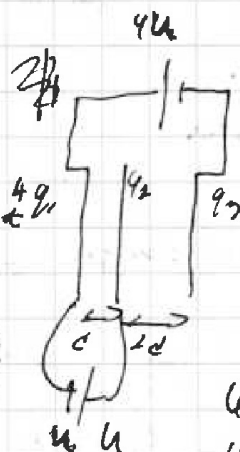


$\frac{1}{25} = \frac{1}{25 \cdot 100}$
 $\frac{1600}{10} = \frac{1600}{1000}$
 $\chi = 3$

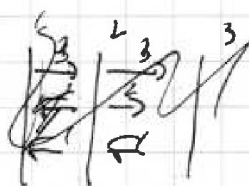
$\frac{H}{L} = \frac{H}{L} = \frac{H}{L}$

$\frac{H}{L} = \frac{H}{L} = \frac{H}{L} = \frac{H}{L}$

$\chi = 3$
 $\chi = 3$
 $\chi = 3$
 $\chi = 3$



$q_1 + q_2 + q_3 = 0$



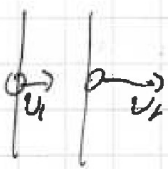
$U = \frac{q_1}{\epsilon_0 S}$ $U = \frac{q_2}{\epsilon_0 S}$ $U = \frac{q_3}{\epsilon_0 S}$

$U = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2 \epsilon_0 S} \cdot d$ $q_1 = -q_2 - q_3$
 $U = \frac{2 q_1}{\epsilon_0 S} \cdot d$ $q_1 = \frac{\epsilon_0 S U}{2 d}$

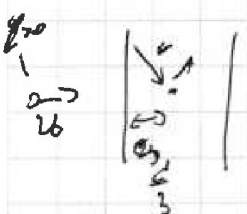
$q_1 = \frac{2 \epsilon_0 S U}{2 d} = \frac{\epsilon_0 S U}{d}$

$q_3 = \frac{4 \epsilon_0 S U}{3 d} + \frac{3 \epsilon_0 S U}{3 d} = \frac{7 \epsilon_0 S U}{3 d}$

$q_1 = \frac{2 \epsilon_0 S U}{2 d} - q_3 - q_2 = -\frac{\epsilon_0 S U}{3 d} - \frac{\epsilon_0 S U}{3 d} = -\frac{2 \epsilon_0 S U}{3 d}$



$\frac{1}{5} = 15$



$\Delta p = \frac{1}{2} \rho v^2$
 $\Delta p = \frac{1}{2} \rho v^2$

$\varphi_1 = \frac{q_1}{4 \pi \epsilon_0 r^2}$ $\varphi_2 = \frac{q_2}{4 \pi \epsilon_0 r^2}$

$\varphi_1 = \frac{3 k q}{r}$

$\varphi_1 = \frac{3 k q}{r}$

$\varphi_3 = \frac{2 \epsilon_0 S U}{3 d} = \frac{3 \epsilon_0 S U}{3 d}$

$\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{6 k q}{2 d} + \frac{3 k q}{2 d} = \frac{9 k}{2 d} (q_1 + q_2) =$

$\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = \frac{3 k}{8 d} (8 q_1 + 4 q_2 + q_3)$

$\varphi_0 = \frac{1}{2} \frac{1}{2} = \frac{1}{2} + \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3$



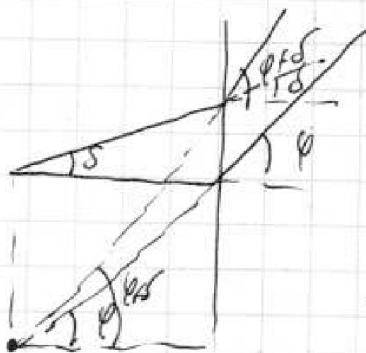
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



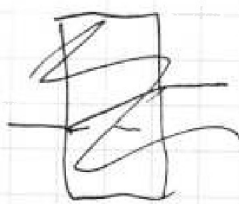
МФТИ

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



$$x = R \sqrt{1 - \frac{v_0}{v_1}}$$

$$\varphi_0 = \frac{v_0}{v_1}$$



$$U = R \epsilon$$

$$\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 = 2\varphi_0$$

$$\frac{194}{203}$$

$$\frac{203}{0,03}$$

$$\frac{203}{14,21}$$

$$32 + 10 - 10 = 12$$

$$16 \quad 28 \quad 22$$

