



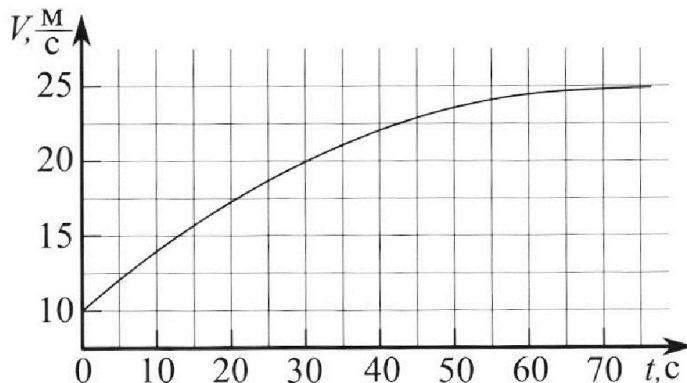
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03

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



1. Автомобиль массой $m = 1500$ 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 $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

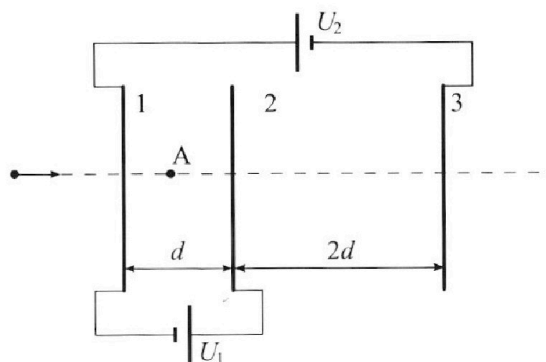
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ 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 $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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 отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

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 $U_2 = 3U$. 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 $d/4$ от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03

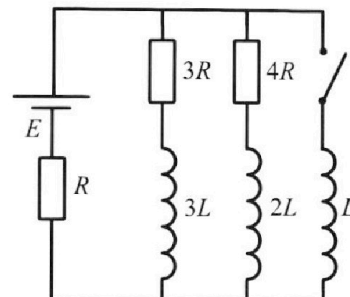
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



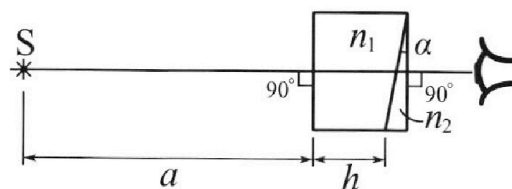
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ 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 $n_v = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 90$ 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.



Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



N1.

$$m = 1500 \text{ кг}$$

$$F_k = 600 \text{ Н}$$

$$a_0 = ? \quad F_0 = ?$$

$$P_0 = ?$$

$$\text{в конце } a_k = 0 \Rightarrow F_k = F_{\text{центр.}}$$

$$\text{пусть } \vec{F}_{\text{центр.}} = -\Delta \vec{v}, \text{ найдем } \Delta;$$

$$\Delta v_k = F_k \Rightarrow \Delta = \frac{F_k}{v_k}, \text{ где } v_k - \text{конечная}$$

$$\text{скорость } (25 \frac{\text{м}}{\text{с}})$$

1) $a_0 = \frac{dv}{dt}$, рассмотрим в начале движение $v(t) \sim \text{линейно}$ и $a_0 \approx \frac{2,5 \cdot \frac{4}{5}}{5} = \frac{2,5 \cdot 4}{25} = \frac{4}{10} = \underline{\underline{0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}}$

2-й закон Ньютона:

$$2) \quad F_0 = F_{\text{центр.}} = ma_0$$

ответ

$$F_0 = ma_0 + F_{\text{центр.}} = ma_0 + \Delta v_0 = ma_0 + \frac{F_k}{v_k} v_0 = 1500 \cdot 0,4 +$$

$$+ \frac{600}{25} \cdot 10 = 600 + 240 = \underline{\underline{840 \text{ Н}}}$$

ответ

$$\begin{array}{r} 6000 \\ - 50 \\ \hline 100 \\ - 100 \\ \hline 00 \\ - 0 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{l} 25 \\ \hline 240 \end{array}$$

$$3) \quad P_0 = F_0 \cdot v_0 = 840 \cdot 10 = \underline{\underline{8400 \frac{\text{Джо}}{\text{с}}}}$$

ответ

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!



$$\frac{P_1 V}{5} = V_1 R T$$

$$P_{\text{гип}} = \frac{11}{20} V = \left(V_2 + \frac{P_0 \kappa V}{4} \right) R T$$

$$P_{\text{нагн}} = 2P_0, \quad P_{\text{нагн}} = P_{\text{нагн}} + P_{\text{гип}}.$$

$$\frac{5V_1 R T}{V} = 2P_0 + \frac{20}{11V} \left(V_2 + \frac{P_0 \kappa V}{4} \right) R T.$$

$$5V_1 R T = 2P_0 V + \frac{20}{11} \left(V_2 + \frac{P_0 \kappa V}{4} \right) R T$$

$$P_0 V = 4V_2 R T$$

$$10V_2 R T = 8V_2 R T + \frac{20}{11} V_2 R T + \frac{P_0 \kappa V}{4} R T.$$

$$2V_2 R T - \frac{20}{11} V_2 R T = \frac{P_0 \kappa V}{4} R T$$

$$\frac{2}{11} V_2 R T = \frac{P_0 \kappa V}{4} R T$$

$$\frac{8}{11} V_2 = P_0 \kappa V.$$

$$\frac{P_1 V}{5} = V_1 R T$$

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

$$\frac{T}{T_0} = \frac{P_1 \cdot 2}{5 \cdot P_0}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{5V_1 R T}{8V \cdot P_0} = \frac{11P_0 \kappa V R T}{2 \cdot 4 \cdot P_0} = \frac{11}{2} \kappa R T = \frac{11}{2} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}.$$

$$0,3 \cdot 10^3 = \frac{11}{2} \cdot 0,5 \cdot 3 = \left(\frac{33}{4} \right) \leftarrow \text{ответ}.$$

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!



N2.

$$P_0 = \frac{P_{\text{атм}}}{2}; T_0; \frac{V}{4};$$

$$T = 343 \text{ К}; \frac{V}{5}.$$

$$\Delta V = \kappa P W$$

$$\kappa = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па} \cdot \text{с}}$$

$$RT = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$V_1; P_0; T_0$
$\frac{V}{2}$
$V_2; P_0; T_0; \frac{V}{4}$
$\sim \sim \sim$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T}{T_0} = \frac{V}{2}$$

$$1) \frac{P_0 V}{2} = V_1 RT_0$$

$$\frac{P_0 V}{4} = V_2 RT_0 = S$$

$$\frac{V_1}{V_2} = 2 \quad \leftarrow \text{объем};$$

$$2) \text{ Если } V_{\text{выт}} = \frac{V}{5}, \text{ то}$$

$$V_{\text{выт}} = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V \quad \leftarrow \text{объем нижней части.}$$

$$\Delta V_{\text{выт}} = P_0 \kappa \cdot \frac{V}{4}$$

$$P_n \frac{V}{5} = V_1 RT_0$$

$$\frac{5P_0}{2P_n} = \frac{T_0}{T}$$

$$P_n \frac{V}{5} = V_1 RT$$

$$P_n = P_{\text{атм}} + P_{\text{выт}}$$

$$P_{\text{выт}} \cdot \frac{11}{20} V = (V_2 + \Delta V) RT$$

$$P_{\text{атм}} = 2P_0$$

↑ по сравнению с ΔV



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!

Также поставим уси: $\sigma_1 S + \sigma_2 S + \sigma_3 S = 0$

$\sigma_2 - \sigma_3 = \sigma_1$ $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$; тогда

$-\frac{2Mk_0}{j} = \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3$; и $\frac{4Mk_0}{j} = \sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3$

$-\frac{2Mk_0}{j} = 2\sigma_1 \Rightarrow \sigma_1 = -\frac{Mk_0}{j}$

$\frac{4Mk_0}{j} = -2\sigma_3$

$\sigma_3 = -\frac{2Mk_0}{j}$

тогда $\sigma_2 = -\sigma_3 - \sigma_1 = \frac{3Mk_0}{j}$

$3 - \frac{5}{4} = \frac{12-5}{4} = \frac{7}{4}$

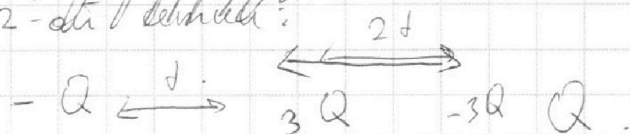
ЗСЭ:

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{m v_A^2}{2} + \varphi_A \cdot q$

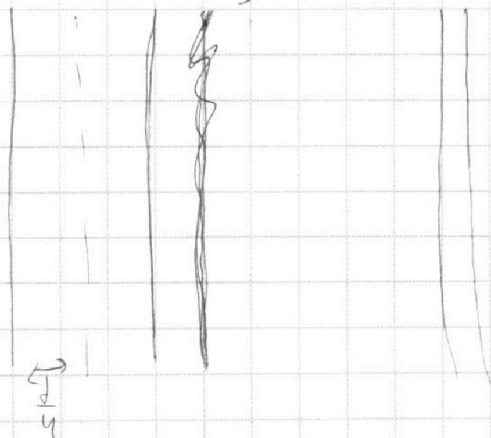
$\varphi_A = ?$ $\frac{3}{2} \cdot \frac{1}{4} = \frac{6}{4} - \frac{1}{4} = \frac{5}{4}$

~~Можно использовать закон сохранения энергии~~

2-ой закон:



где $Q = \frac{Mk_0}{j} \cdot S$



представим систему вом мкк.

$\varphi_A = -\frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} d + \frac{d}{4} \right) + \frac{3Q}{\epsilon_0 S} \cdot d = -\frac{Q}{\epsilon_0 S} \frac{5}{4} + \frac{3Q}{\epsilon_0 S} d = \frac{1}{4} \frac{Q \cdot d}{\epsilon_0 S}$



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!

$$\varphi_4 = \frac{1}{4} \cdot \frac{M \cancel{v_0} \cdot \cancel{S}}{\cancel{S}} = \frac{1}{4} M.$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_A^2}{2} + \frac{1}{4} M g.$$

$$\frac{m v_A^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{1}{4} M g.$$

$$v_A^2 = v_0^2 - \frac{1}{2m} M g.$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{1}{2m} M g}.$$

ответ:

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

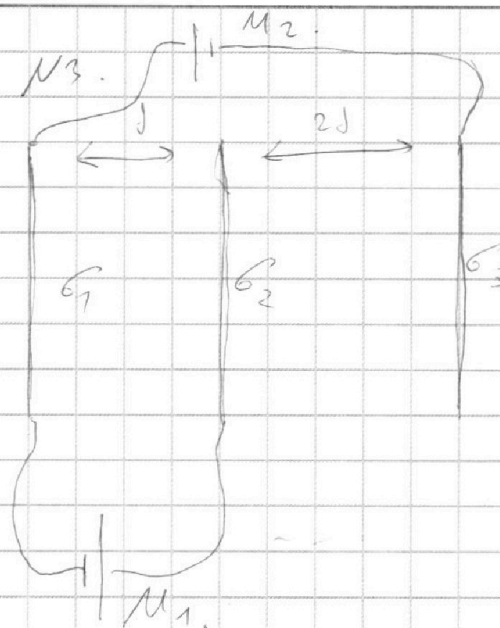
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$d; 2d; M_1 = M$
 $M_2 = 3M; m; g > 0$
 $N_0;$
 $|a_{12}| = ?; K_1 - K_2 = ?$
 $N_A = ?$



1) $m a_{12} = |F_g|$
 $|a_{12}| = \frac{|F_g|}{m} = \frac{M g}{d m}$
ответ.

2) $K_1 + A_{21} = K_2$

$K_1 - K_2 = -A_{21}$

$A_{21} = E_{12} \cdot g \cdot d = -\frac{M}{d} \cdot g \cdot d = -Mg$

$K_1 - K_2 = Mg$

ответ;

3) пусть у сетки
поверхностные плотности заряда $\sigma_1; \sigma_2; \sigma_3;$
тогда:

$E_{12} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0}; E_{23} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0}$

$E_{12} = -\frac{M}{d}; 3M = E_{12} d + 2E_{23} d$

$\frac{3M}{d} = E_{12} + 2E_{23} \Rightarrow 2E_{23} = \frac{4M}{d}$

$E_{23} = \frac{2M}{d}$



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

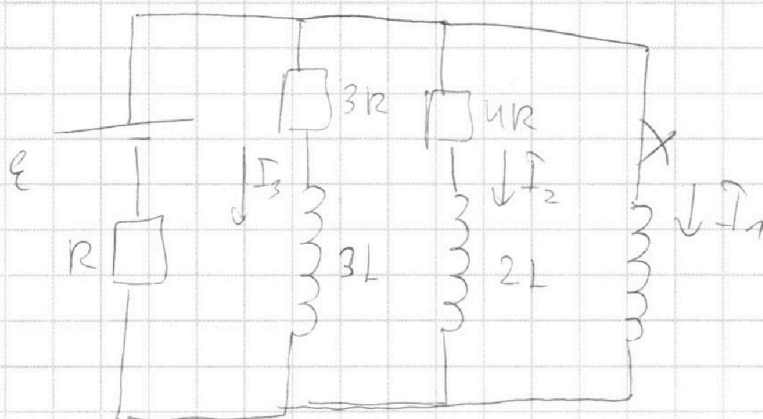
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

3)



$$3I_3R + 3LI_3 = LI_1$$

$$I_{\text{конечн}} = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$3I_3R + 3LI_3 = LI_1$$

$$I_3 = \frac{L}{3R} I_1 - \frac{L}{R} I_3$$

$$\begin{aligned} I_3 &= \frac{L}{3R} \int I_1 dt - \frac{L}{R} \int I_3 dt = \\ &= \frac{L}{3R} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} - \frac{L}{R} \left(0 - \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} \right) = \\ &= \frac{L\mathcal{E}}{3R^2} + \frac{4L\mathcal{E}}{19R^2} = \frac{31}{54} \frac{L\mathcal{E}}{R^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{4}{19} + \frac{1}{3} &= \frac{12+19}{57} = \\ &= \frac{31}{54} \end{aligned}$$

ответ.

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

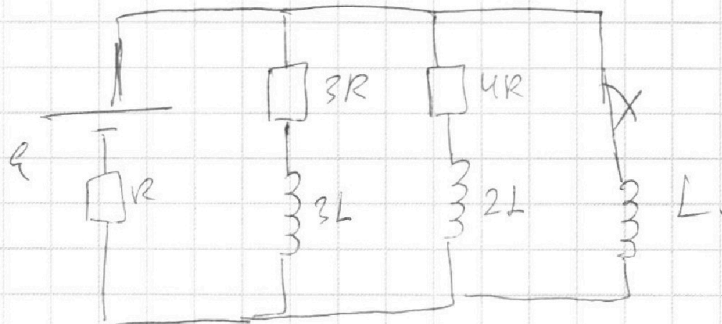
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



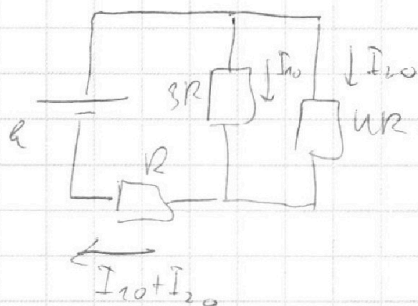
НЧ.

~~I_{10}, I_{20}, I_L~~

$I_{10} = ?$ $I_L = ?$; $q_3 = ?$



1) Найти I_{10} :



$$\varepsilon = 3I_{10}R + (I_{10} + I_{20})R$$

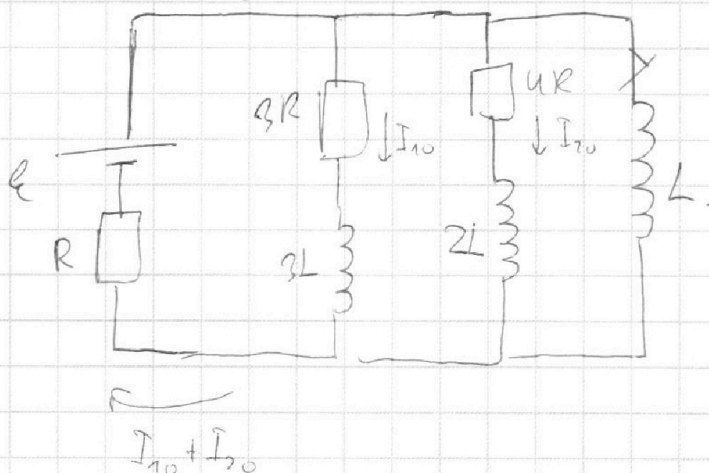
$$3I_{10}R = 4I_{20}R$$

$$I_{20} = \frac{3}{4}I_{10}$$

$$\varepsilon = 3I_{10}R + \frac{4}{4}I_{10}R = \frac{19}{4}I_{10}R$$

ответ: $I_{10} = \frac{4\varepsilon}{19R}$

2) сразу после замыкания:



~~I_{10}, I_{20}, I_L~~

$$3I_{10}R = L\dot{I}_L$$

$$\dot{I}_L = \frac{3I_{10}R}{L} = \frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{L}$$

ответ:

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

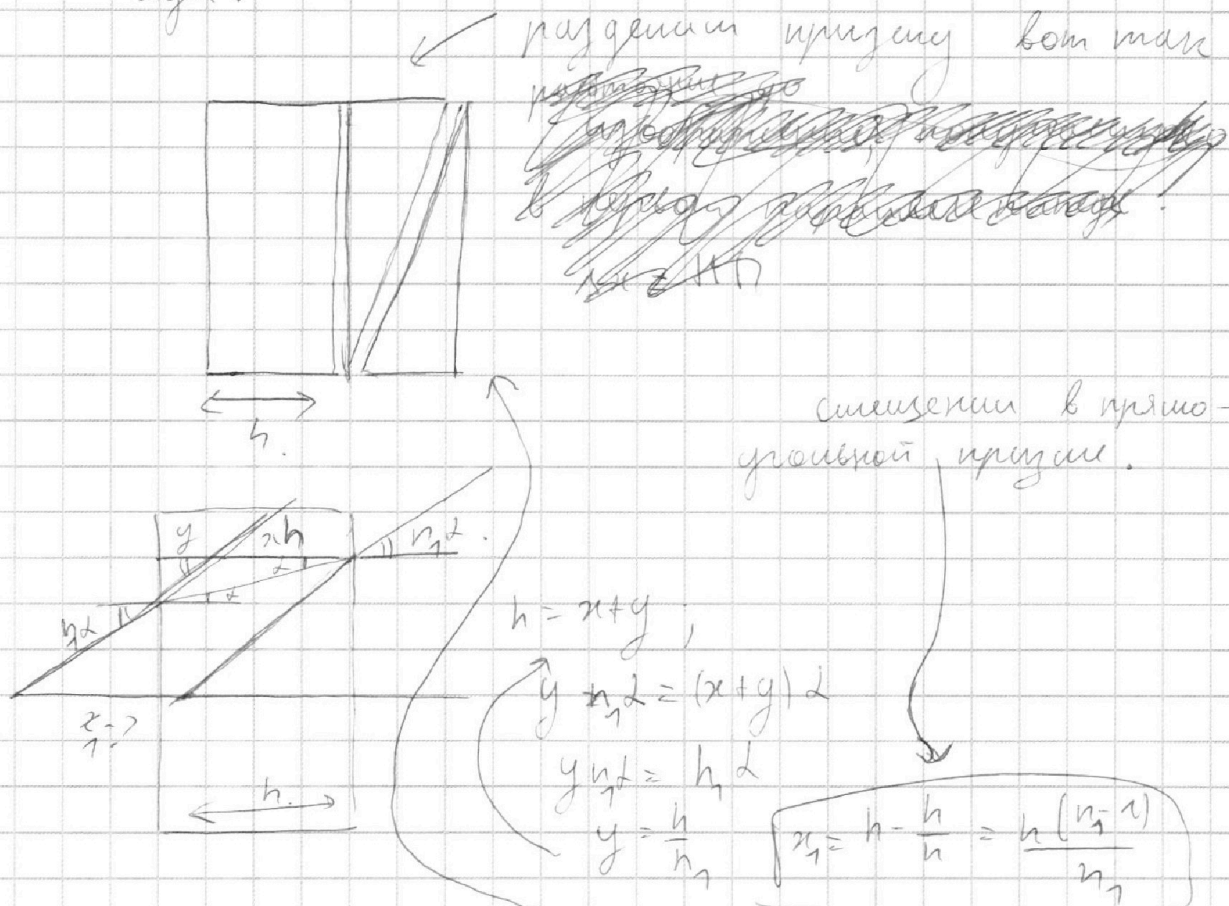
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

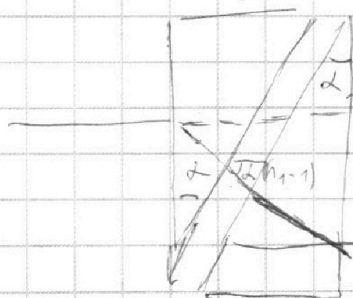
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$x = a \cdot L(n_2 - 1) = 90 \cdot 0,1 \cdot 9,4 = 2 \cdot 0,4 \approx 6,5 \text{ см}$

3) найдем угол, на который будет сменено
ся угол.



рассмотрим ~~сменение~~
поворот луча в этой системе:



$\beta = L(n_1 - 1) + L(n_2 - 1) = L(n_1 + n_2 - 2)$

тогда расстояние до изобр.

$y = L(n_1 + n_2 - 2) \cdot (a - x_1) =$
 $= L(n_1 + n_2 - 2) \cdot \left(a - \frac{h(n_1 - 1)}{n_1}\right) =$

$= 2,46 \text{ см.}$

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!



N5.

$$n_1 = 1,0$$

$$u = 90^\circ$$

$$\angle = 0,1 \text{ рад}$$

$$h = 1 \text{ см}$$

$$1) n_1 = n_2 = 1, n_3 = 1,4$$

$$\gamma = ?$$

$$2) n_1 = n_2 = 1,0, n_3 = 1,4$$

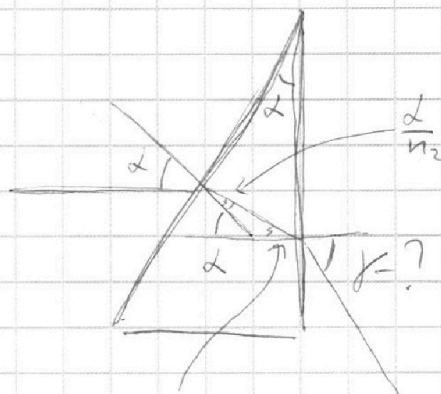
$$\gamma = ?$$

$$3) n_1 = 1,4, n_2 = 1,4$$

$$\text{угол } \beta \text{ } \gamma = ?$$

$$\text{тогда } \underline{\underline{\gamma = 2(n_2 - 1) = 0,1 \cdot 0,4 = 0,04 \text{ рад}}}$$

← ответ



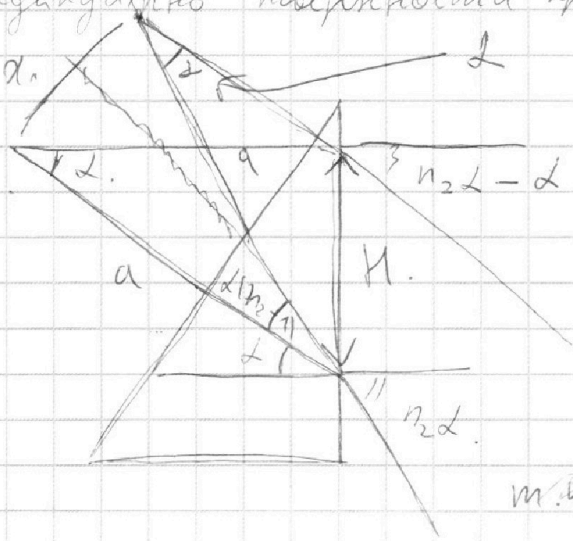
β

$$\beta n_2 = \gamma; \text{ так как}$$

$$\beta + \frac{\angle}{n_2} = \angle \text{ (} \angle \text{ - внешний)}$$

$$\beta = \angle \left(1 - \frac{1}{n_2}\right) = \angle \left(\frac{n_2 - 1}{n_2}\right)$$

2) пусть два луча, один горизонтально, второй - перпендикулярно поверхности призмы n_2 .



в приближении

малых углов получаем,

что

$$m.k. \angle \alpha = \angle \beta = \angle \gamma$$

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!



11

$$m = 1500 \text{ кг.}$$

$$F_k = 600 \text{ Н.}$$

$$\vec{F}_{\text{центр}} = -\lambda \vec{v}$$

$$a_0 = ? \quad F_0 = ?$$

$$P_0 = ?$$

$$F_k = 600$$

под конец -

$$F_k = F_{\text{центр}} \quad (\text{ускорение равно криво})$$

$$F_k = L N_k, \quad \text{где } N_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

6 качаю:

$$a_0 = \frac{F_k}{m} = \frac{25 \cdot \frac{4}{5}}{5 \text{ с}} = \frac{25 \cdot 4}{25 \cdot 10} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$F_0 - F_{\text{центр}} = m a_0$$

$$F_0 = m a_0 + F_{\text{центр}} = m a_0 + L N_0 = m a_0 + \frac{F_k}{v_k} N_0$$

$$P_0 = F_0 \cdot N_0$$

N2.

$$P_0 = \frac{P_{\text{атм}}}{2}$$

$$T_0, \frac{V}{4}$$

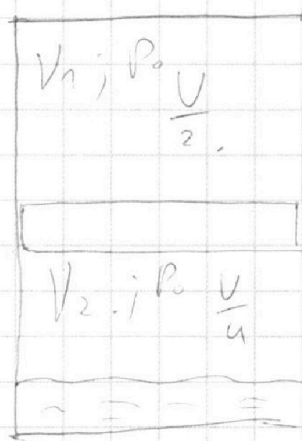
$$T = 313 \text{ К}$$

$$\frac{V_1}{5}, \quad \Delta V = \kappa p \Delta T$$

$$\kappa \approx 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{мол}}{\text{м}^3 \cdot \text{с}}$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{мол}}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = ? \quad \frac{T}{T_0} = ?$$



$$1) \quad \frac{P_0 V}{2} = V_1 R T_0$$

$$\frac{P_0 V}{4} = V_2 R T_0$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{2} = 2$$

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) $\frac{T}{T_0} = ?$ в верхней части сосуда $\frac{V}{5}$;
тогда в нижней:

$$V_{\text{ниж}} = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{4V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{4V \cdot 4 - 5V}{20} =$$

$$= \frac{(16 - 5)V}{20} = \frac{11V}{20}$$

~~P_0~~ $P_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu R T_0$;

$P_2 \cdot \frac{V}{5} = \nu R T$;

$P_2 = \frac{11}{20} P_0 = (P_2 + \Delta P) R T$.

$\frac{1}{5} \cdot \frac{20}{11} = \frac{V_1}{V_2 + \Delta V}$

$\frac{4}{11} = \frac{V_1}{V_2 + \Delta V}$

$= \frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{\frac{P_0 V}{4 R T_0} + \kappa \frac{P_0 V}{4}}$

каждый кол-во
расширяемого
газа:
 $\Delta V = \kappa P_0 \frac{V}{4}$

используем закон Бойля-Мариотта:

$P_K = P_{\text{атм}} + P_1$

$P_1 \frac{11}{20} V = (V_2 + \Delta V) R T$

$P_K \frac{V}{5} = \nu R T$; $P_{\text{атм}} + \frac{20}{11} (V_2 + \Delta V) R T$

$P_K = \frac{5 \nu R T}{V} = P_{\text{атм}} + \frac{20}{11} (V_2 + \Delta V) R T$



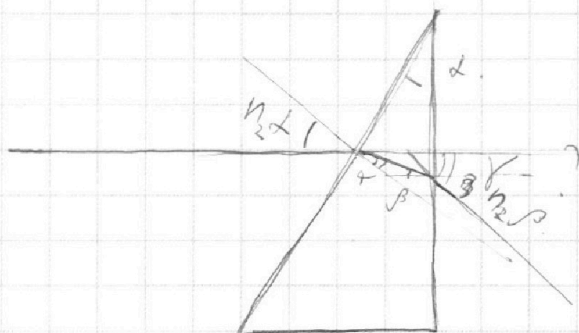
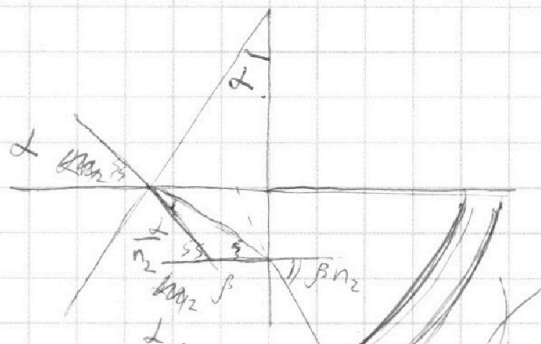
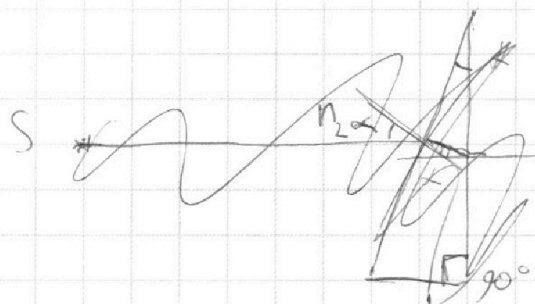
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$\beta n_2 = ?$$

$$\gamma = \beta n_2$$

$$\beta = \alpha n_2$$

$$\beta = \alpha (n_2 - 1)$$

$$\gamma = \alpha (n_2 - 1) n_2$$

1)

$$\gamma = \alpha (n_2 - 1)$$

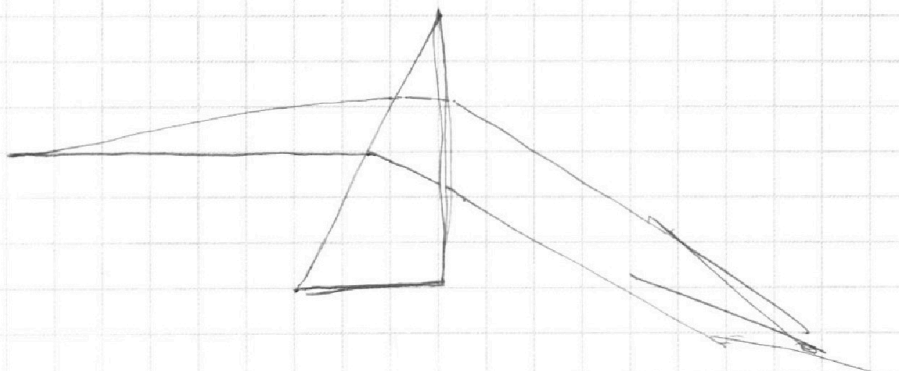
$$= 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ рад}$$

2) $n_1 = n_2 = 1,0$; $n_2 = 1,1$.

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

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

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





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

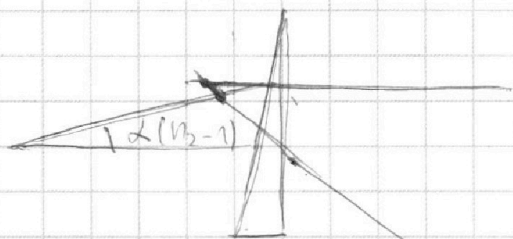
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

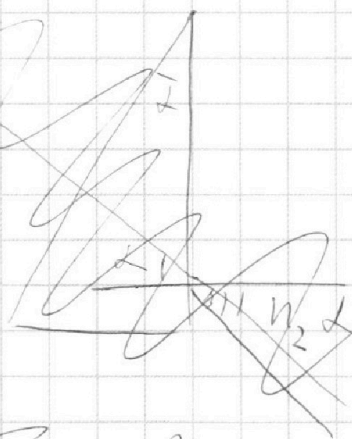
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\gamma = \angle(n_2 - 1).$$

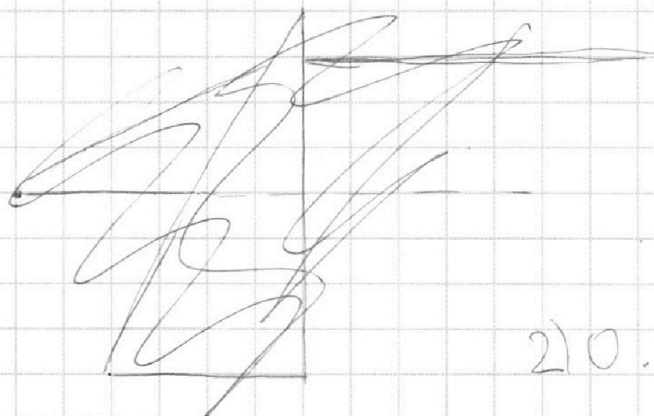


пустят два угла.
один - горизонталь-
ный, второй составя-
ет угол $\angle(n_2 - 1)$ с
горизонталью.

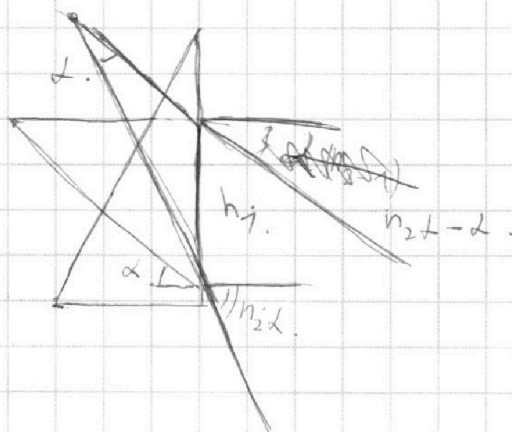
2/0.



$$n_2 - 1 = \angle(n_2 - 1)$$



2/0.



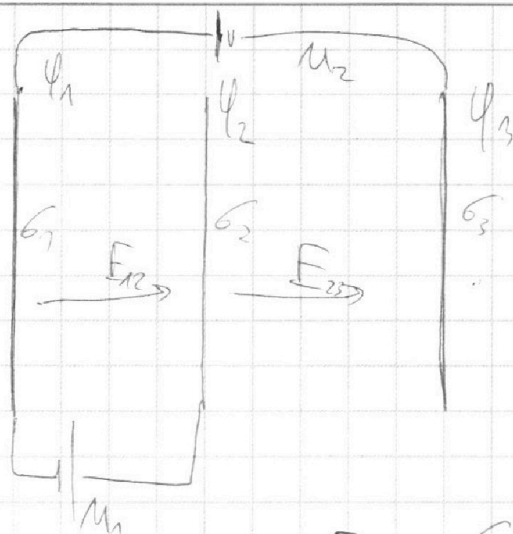
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$E_{12} = -\frac{U_1}{d} = -\frac{U}{d}$$



$$3U = E_{12}d + E_{23} \cdot d$$

$$\frac{3U}{d} = E_{12} + 2E_{23}$$

$$E_{12} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0}; \quad E_{23} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0}$$

$$E_{12} + 2E_{23} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0} + 2 \cdot \frac{\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0}$$

$$\frac{3U}{d} - E_{12} = 2E_{23}$$

$$\frac{4U}{d} = 2E_{23} \Rightarrow E_{23} = \frac{2U}{d}$$

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0} = -\frac{U}{d}$$

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

$$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0 \quad \text{мы имеем}$$

$$\frac{2\sigma_1}{2\epsilon_0} = -\frac{U}{d}$$

$$\sigma_1 = -\frac{U\epsilon_0}{d}$$

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

$$\frac{-3\sigma_3}{2\epsilon_0} = \frac{2U}{d}$$

$$\frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} = \frac{2U}{d}$$

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

$$\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 = \frac{2U\epsilon_0}{d}$$

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

$$\sigma_2 = \frac{3U\epsilon_0}{d}$$



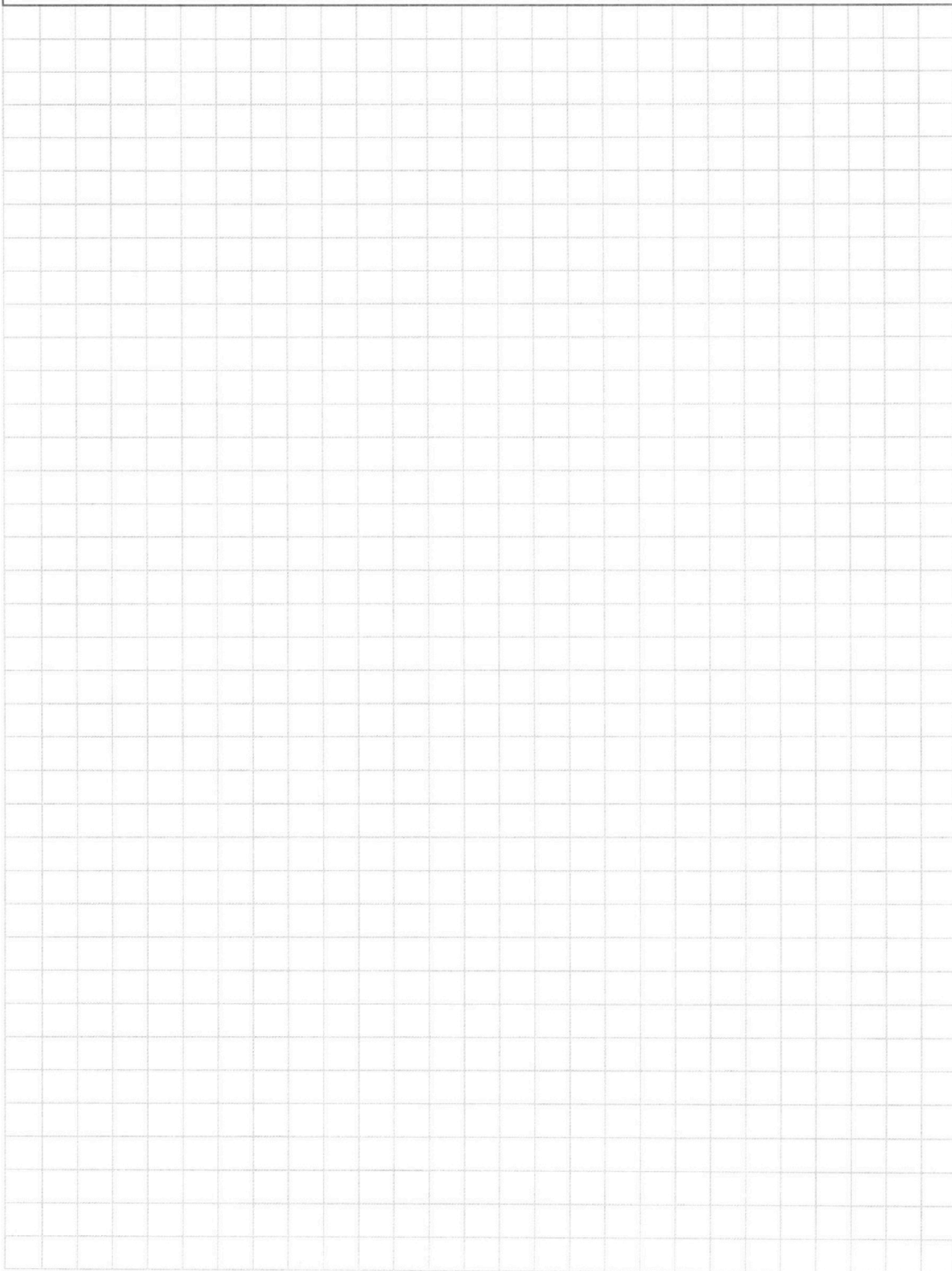
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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





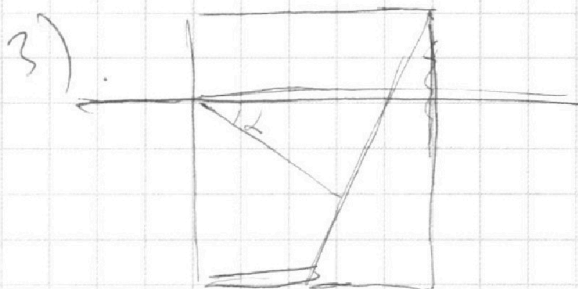
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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. Порча QR-кода недопустима!



~~св~~ пружина m_1 даст смещение $\frac{K(n-1)}{n}$, пружина m_2 - ничего не сдвинет.

№3.

$J, 2J,$

$M_1 = M;$

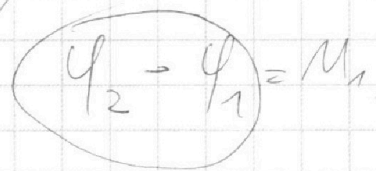
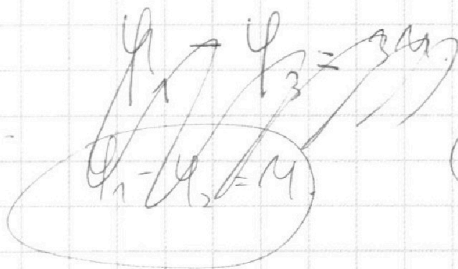
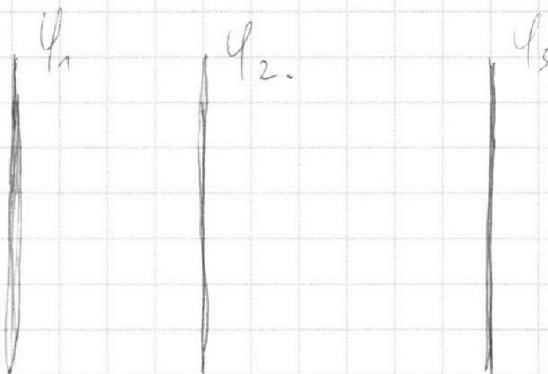
$M_2 = 3M;$

$m, g > 0, N_0;$

$|a| - ? \quad K_1 - K_2 - ?$

$\frac{J}{n}; N_0 - ?$

$EJ = M.$



$m|a|_2 = E_{12} \cdot g$

$$|a|_2 = \frac{E_{12} g}{m} = \frac{M g}{J m}.$$



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!

$$E_{J1} = -J\varphi$$

$$E_{J2} = -J\varphi$$

$$K_1 + A_{\text{индуктив}} = K_2$$

$$E_{J2} = -(\varphi_2 - \varphi_1) = \varphi_1 - \varphi_2 = -M_1$$

$$K_1 - K_2 = -A_{\text{индуктив}}$$

$$A_{\text{индуктив}} = J E_{J2} = -E_{J2} J =$$

$$= -\frac{M}{J} J = -M_2$$

$$K_1 - K_2 = -A_{\text{инд}}$$

$$K_1 - K_2 = M_2$$

$$A_{\text{инд}}$$

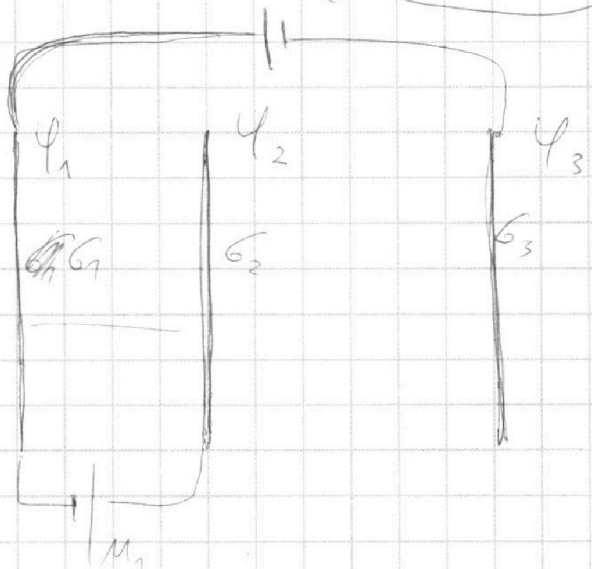
$$M_2$$

$$K_1 - K_2 = M_2$$

~~избав~~

$$\varphi_1 - \varphi_3 = M_2$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = M_1$$



$$E_{\text{эквив}} = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{2\epsilon_0}$$

$$E_{\text{эквив}} E_{12} = \frac{C_1 - C_2 - C_3}{2\epsilon_0}$$

$$E_{23} = \frac{C_1 + C_2 - C_3}{2\epsilon_0}$$

$$-\frac{M_1}{J} = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{2\epsilon_0}$$

$$3M_2 = E_{12} + E_{23}$$

$$M_2 = \frac{C_1 - C_2 - C_3}{2\epsilon_0} + \frac{C_1 + C_2 - C_3}{2\epsilon_0} =$$

$$\frac{3M}{J} = \frac{C_1 - C_3}{\epsilon_0} \quad , \quad -\frac{M}{J} = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{2\epsilon_0}$$

$$= \frac{C_1 - C_3}{\epsilon_0}$$

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!

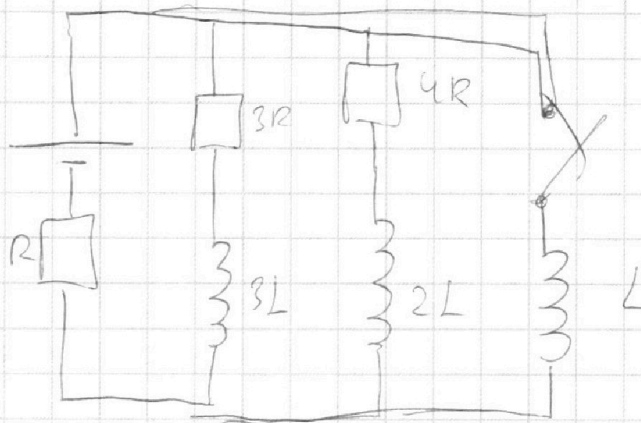


УЧ.

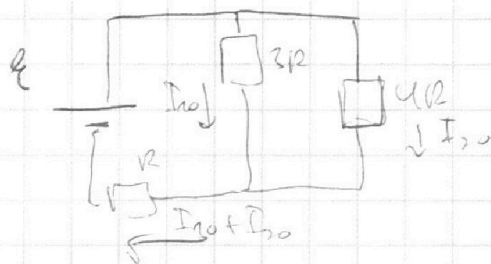
$I_{10} \rightarrow 3R; 4R; R$

$4L; 3L; 2L; L$

$I_L = ?$ $q_{3R} = ?$



$$I_{10} = I_{10}$$



$$E = I_{10} \cdot 3R + (I_{10} + I_{20})R$$

$$I_{10} \cdot 3 = 4I_{20}$$

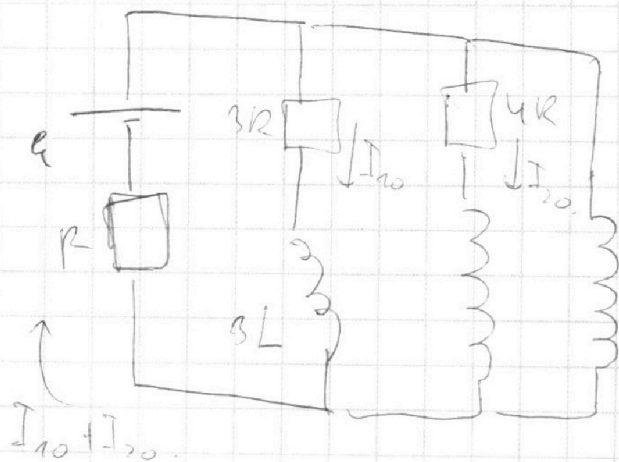
$$I_{20} = \frac{3}{4} I_{10}$$

$$E = 3I_{10}R + (I_{10} + \frac{3}{4}I_{10})R =$$

$$= 3I_{10}R + \frac{7}{4}I_{10}R =$$

$$= \frac{19}{4} I_{10}R$$

2) сразу после
земли:



$$1) \left\{ I_{10} = \frac{4E}{19R} \right.$$

$$3I_{10}R = L \frac{dI_L}{dt}$$

$$I_L = \frac{3I_{10}R}{L} = \frac{12E \cdot R}{19R L} =$$

$$= \frac{12}{19} \frac{E}{L}$$

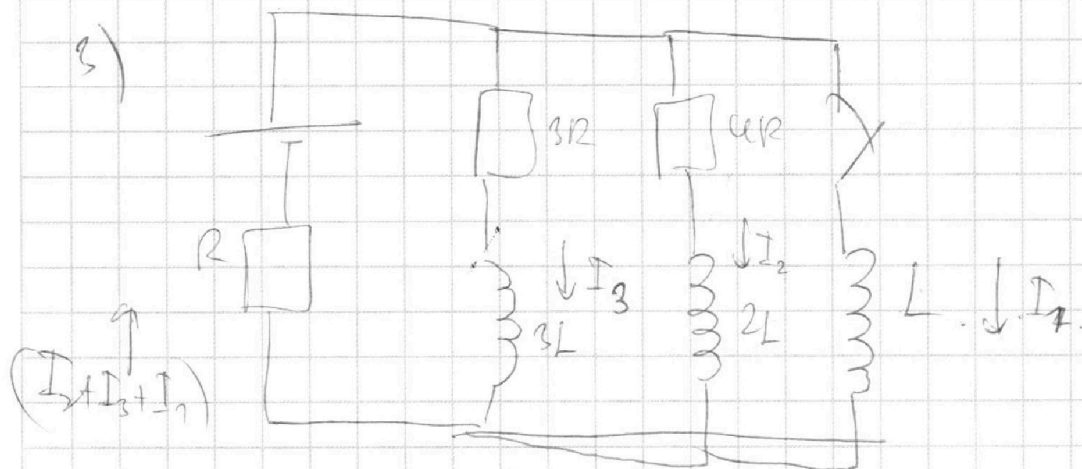
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\mathcal{E} = 3I_1 R + 3L \dot{I}_2 + I_1 R$$

$$3L \dot{I}_3 + 3I_3 R = 4I_2 R + 2L \dot{I}_2 = L \dot{I}_1$$

$$3L \dot{I}_3 + 3I_3 R = L \dot{I}_1$$

$$3L \dot{I}_3 + 3I_3 R = L \dot{I}_1$$

модель посто-
мощ.

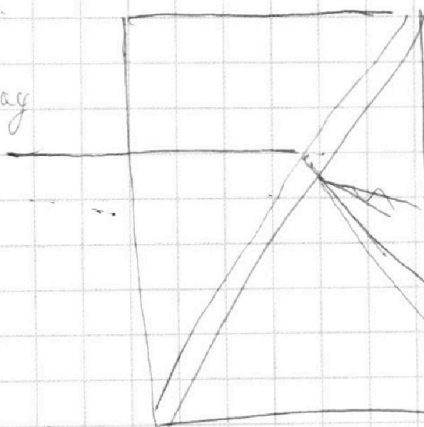
NS.

$$n_1; n_2; n_3 = 1, 0.$$

$$a = 90 \text{ см}, \quad \alpha = 0,1 \text{ рад}$$

$$h = 14 \text{ см}$$

$$n_1 = n_3 = 1, \quad n_2 = 1,4$$



$$\begin{array}{r} \times 8,6 \\ 1,1 \\ \hline 8,6 \\ + 8,6 \\ \hline 9,46 \end{array}$$

$$0,1 \cdot (1,4 + 1,1 - 2) \cdot \left(90 - \frac{14 \cdot 0,1}{1,4} \right) =$$

$$= 0,1 \cdot 1,1 \cdot (90 - 1) = 0,1 \cdot 1,1 \cdot 89 = 1,1 \cdot 8,9 =$$

=