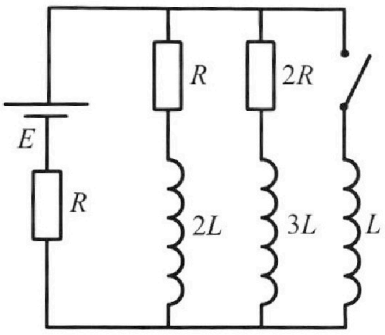
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02

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

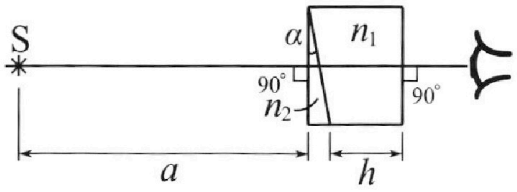
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.



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

Ответы дават ь 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 $n_в = 1{,}0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 200$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0{,}05$ 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.



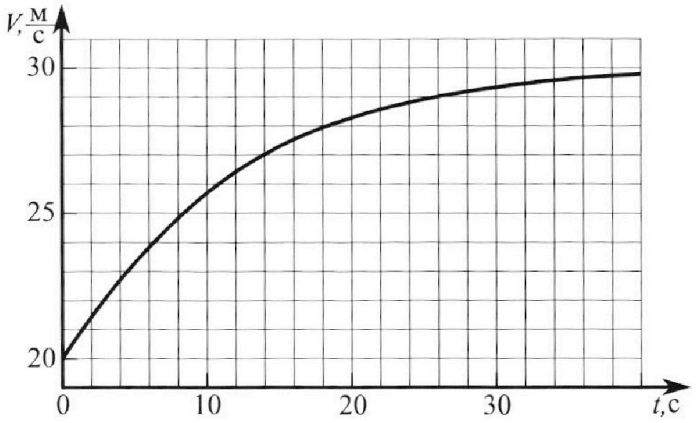
1) Считая $n_1 = n_в = 1{,}0$, $n_2 = 1{,}6$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
2) Считая $n_1 = n_в = 1{,}0$, $n_2 = 1{,}6$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
3) Считая $n_1 = 1{,}8$, $n_2 = 1{,}6$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02

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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 300$ 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 $F_k = 405$ Н.



1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости $V_1 = 27$ м/с.
2) Найти силу сопротивления движению F_1 при скорости V_1.
3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости V_1?

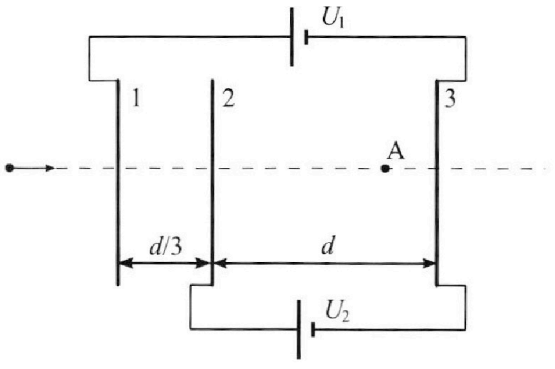
Требуемая то чность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 азот, 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 $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/6$.

По закону Генри, при заданной температуре количество $\Delta\nu$ растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta\nu = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0{,}6\cdot10^{-3}$ моль/(м$^3\cdot$Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3\cdot10^3$ 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 конечное давление в сосуде P. Ответ выразить через $P_{АТМ}$ (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 $U_1 = 2U$ 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 $2d/3$ от сетки 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!

№1

Дано: $m = 300\,кг$; $F_к = 405\,кН$; $v(t)$ $v_1 = 27\,м/с$

1) a_1 – ? (ускорение при v_1)

Из графика: $v(26) = 29\,м/с$; $v(33) \approx 29{,}5\,м/с$

На промежутке $[26; 33]$ график с хорошей точностью – прямая, поэтому $a_1 = \frac{v(33) - v(26)}{33 - 26}$ т.к. это угловой коэффициент касательной к точке $(27; v(27))$, который с хорошей точностью совпадает с угловым коэффициентом прямой.

$a_1 = \frac{0{,}5}{7} = \frac{1}{14}\,м/с^2$

2) F_1 – ? Пусть P – мощность двигателя на 1-е колесо: $P = \frac{dA}{dt}$, где dA – работа с времени t до $t + dt$, $dt \to 0$.

$dA = F_{сопр} \cdot 4h \cdot A_{сопр} + \Delta K$, ΔK – изменение кинетической энергии, $A_{сопр}$ – работа сил сопротивления

ЛИСТ 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!

$A_{сопр} = \int F dx$; $\Delta K = \frac{mv^2(t+dt)}{2} - \frac{mv(t)}{2} =$

$= \frac{m}{2}\left((v(t+dt) - v(t)\right)\left[v(t) + v(t+dt)\right] = \frac{m}{2} 2v(t)dv$

$\Rightarrow P_0 = \int R\, dt$ - малое перемещение $ds \to 0$

$P_e = \frac{F dx}{dt} + \frac{mv dv}{dt} = Fv + mva$, F - сила сопротивления.

В конце скорость стремится к $v_к = 30$ м/с,

$\Rightarrow a = 0$ м/с^2 $\Rightarrow P_0 = 30 \cdot 405 + 0 = 12150$ Вт

$P_0 = v_1 F_1 + m v_1 a_1$

$F_1 = \frac{P_0 - m v_1 a_1}{v_1} = \frac{P_0}{v_1} - m a_1$

$F_1 = \frac{12150}{27} + 300 \cdot \frac{1}{14} = \frac{4050}{9} + \frac{300}{14} = 450 + \frac{300}{14} =$

$= \frac{450 \cdot 14 + 300}{14} = \frac{6320}{14} = \frac{3160}{7}$ Н $\frac{5970}{14}$ Н $= \frac{2985}{7}$ Н

3) $\eta = \frac{P_{сопр}}{P_{пол}}$ - ? $\eta = \frac{v_1 F_1}{P_0}$, т.к. $A_{сопр} = Fd + \Rightarrow$

$P_{сопр} = Fv$

ЛИСТ 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!

$$\eta = \frac{27 \cdot \frac{165}{7}}{12150} = \frac{27 \cdot 165}{7 \cdot 12150} = \frac{165}{7 \cdot 45}$$

$$\eta = \frac{27 \cdot 2985}{7 \cdot 12150} = \frac{2985}{7 \cdot 450} = \frac{597}{7 \cdot 90} = \frac{199}{210}$$

Ответ: 1) $a_1 = \frac{1}{14}$ м/с^2; 2) $F_1 = \frac{2985}{7}$ Н;
3) $\eta = \frac{199}{210}$.

ЛИСТ 3

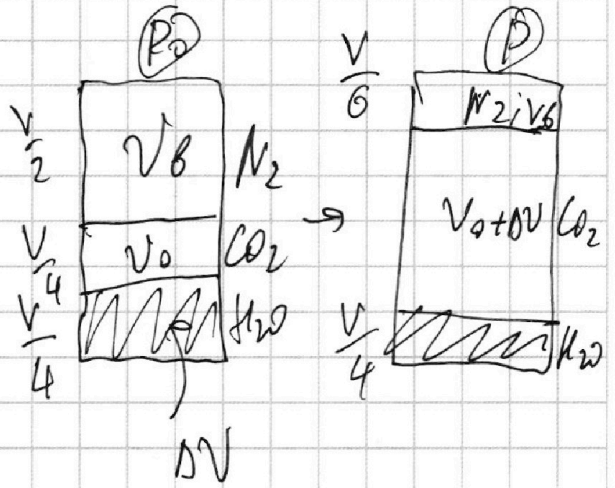
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

№2



Дано: $T=\frac{4}{3}T_0=373°K$

$k=0{,}6\cdot10^{-3}$ моль/(м³·Па)

$RT\approx3\cdot10^3$ Джмоль

1) Пусть ν_0 – кол-во CO_2 нерастворённого, а $\Delta\nu$ – растворённого

$\nu_в$ – кол-во N_2; p_0 – установившееся давление в начальном состоянии

Тогда $\frac{\nu_в}{\nu_0}$ – ?

По з-ну Клапейрона-Менделеева

$$\begin{cases} p_0\frac{V}{4}=\nu_0RT_0 \quad (N_2 \text{ занимает } \frac{V}{4}) \\ p_0\frac{V}{2}=\nu_вRT_0 \end{cases}$$

$$p_0V=4\nu_0RT_0=2\nu_вRT \Rightarrow 4\nu_0=2\nu_в \Rightarrow \boxed{\frac{\nu_в}{\nu_0}=2}$$

2) p – ?

Для конечного состояния:

ЛИСТ 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!

По з-ну Клапейрона-Менделеева

$\frac{V}{6}p = \nu_6 R T$. $p = \frac{6\nu_6 RT}{V} = \frac{6 \cdot 2\nu_0 R \cdot \frac{4}{3}T_0}{V} =$

$= \frac{16\nu_0 R T_0}{V} \Rightarrow p\frac{V}{4} = A2$

$p_0 = \frac{4\nu_0 R T_0}{V} \Rightarrow \boxed{p = p_0}$.

$p = p_{CO_2} + p_{атм}$ – по з-ну Дальтона, т.к H_2O при 373°K испарения до $p_{атм}$, p_{CO_2} – конечное давление CO_2:

$p_{CO_2}\left(\frac{5V}{6} - \frac{V}{4}\right) = (\nu_0 + \Delta\nu)RT$, т.к при T CO_2 не растворяется.

По з-ну Генри $\Delta\nu = k p_0 \frac{V}{4}$

$p_{CO_2} \cdot \frac{7V}{12} = RT\left(\nu_0 + k p_0 \frac{V}{4}\right)$

$p_{CO_2} \cdot \frac{7V}{12} = \frac{4}{3}RT_0\nu_0 + \frac{k p_0 V}{4}RT$

$RT_0\nu_0 = p_0\frac{V}{4} \Rightarrow \frac{7}{12}p_{CO_2} = \frac{4}{3}\cdot\frac{p_0}{4} + \frac{k p_0 RT}{4}$

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!

$$\frac{7}{12}p_{CO_2} = \frac{p_0}{3} + \frac{k p_0 RT}{4}$$

$$p_{CO_2} = p - p_{атм}$$

$$p_0 = p/4$$

$$\frac{7}{12}p - \frac{7}{12}p_{атм} = \frac{p}{12} + \frac{kpRT}{4}$$

$$\frac{7}{12}p - \frac{7}{12}p_{атм} = \frac{p}{6} + \frac{0{,}6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^{3} p}{4}$$

$$\frac{5}{12}p = \frac{7}{12}p_{атм} + \frac{18}{40}p$$

$$\frac{5}{12}p = \frac{7}{12}p_{атм} + \frac{9}{20}p \quad | \cdot 60$$

$$25p = 35p_{атм} + 27p$$

$$\frac{7}{12}p - \frac{7}{12}p_{атм} = \frac{p}{12} + \frac{kpRT}{16}$$

$$\frac{p}{2} = \frac{7}{12}p_{атм} + \frac{0{,}6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^{3} p}{16}$$

$$p = \frac{7}{6}p_{атм} + \frac{18}{80}p, \quad \frac{62}{80}p = \frac{7}{6}p_{атм}$$

$$p = \frac{80 \cdot 7}{6 \cdot 62}p_{атм} = \frac{140}{93}p_{атм}$$

Ответ: $\frac{V_6}{V_0} = 2$; $p = \frac{140}{93}p_{атм}$

ЛИСТ 6

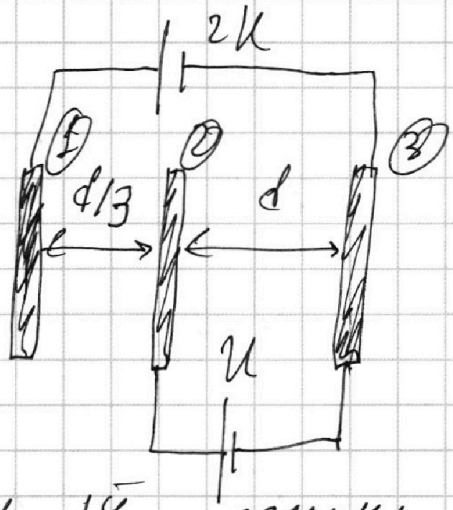
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



Дано: d; $U_1 = 2U$; $U_2 = U$, $m, q > 0$

1) a – ? (искомое ускорение)

Пусть $\varphi_1 = 0$ – потенциал 1-ой сетки

Тогда $\varphi_3 = -2U$ (в положении равновесия), $\varphi_2 = -U$ (чтобы ток не тёк при обходе ЭДС источника $+ \to -$ потенциал $\downarrow$ на величину напряжения и наоборот)

$|E_{23}| = \left|\frac{\varphi_3 - \varphi_2}{d}\right| = \frac{U}{d}$ По 2-му З-ну Ньютона

$ma = F_{электрич} = \frac{U}{d} q$ ($F_{эл} = qE$)

$\Rightarrow \boxed{a = \frac{Uq}{md}}$

2) $K_3 - K_2$ – ? Пусть φ_∞ – потенциал на ∞

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 ЗСЭ:

$$\begin{cases} \frac{mv_0^2}{2} + q\varphi_\infty = K_2 + q\varphi_2 \\ \frac{mv_3^2}{2} + q\varphi_\infty = K_3 + q\varphi_3 \end{cases}$$

$$0 = K_3 - K_2 + q\varphi_3 - q\varphi_2$$

$$K_3 - K_2 = q(\varphi_2 - \varphi_3) = q(-U - 1 - 2U) = qU$$

$$\boxed{K_3 - K_2 = qU}$$

3) v_A - ? (искомая скорость)

~~от 2 до 3~~ $E = const$ (и направлена одинаково) $\Rightarrow$ потенциал ~~равномерно~~ убывает от $-U$ до $-2U$ $\Rightarrow$

$\varphi_A = -\frac{5U}{3}$ (т.к. составляет $\frac{2}{3}$ от $(-U-2U) - U$)

~~По ЗСЭ:~~ $\frac{mv_0^2}{2} + q\varphi_\infty = \frac{mv_A^2}{2} - \frac{5U}{3}q$.

Найдём

Из 2) $\frac{mv_3^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = U_p$

ЛИСТ 8

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!

$v_2 > v_3 \Rightarrow$ на 23 тело разгоняется с

$a = \frac{U_q}{d \cdot m} \Rightarrow v_3 = v_2 + da = v_2 + \frac{U_q}{m}$

$$\begin{cases} v_3 = v_2 + \frac{U_q}{m} \\ \frac{m v_3^2}{2} - \frac{m v_2^2}{2} = U_q \end{cases}$$

Ответ: 1) $a = \frac{U_q}{m \cdot d}$; 2) $K_3 - K_2 = U_q$

ЛИСТ 9

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!

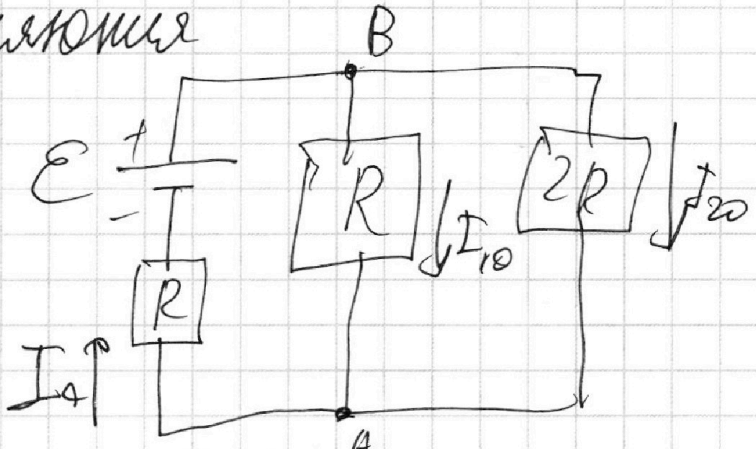
№4

Дано: $\mathcal{E}, R, L$

Найти: 1) I_{20} - ?

При разомкнутом ключе в уст. положении катушки не вносят изменений, т.к. токи не меняются

Обозначим полный ток I_0 и ток через резистор R: I_{10}.



$$R_{общ} = R + R_{параллельное} = R + \frac{R \cdot 2R}{R+2R} = \frac{5}{3}R$$

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_{общ}} = \frac{3\mathcal{E}}{5R}$$

$I_{10} + I_{20} = I_0$ и $I_{10} R = I_{20} \cdot 2R$ т.к. напряжение между A и B - одинаково.

$$\Rightarrow \begin{cases} I_{10} = 2I_{20} \\ I_{10} + I_{20} = I_0 \end{cases} \Rightarrow I_{20} = \frac{I_0}{3}$$

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

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

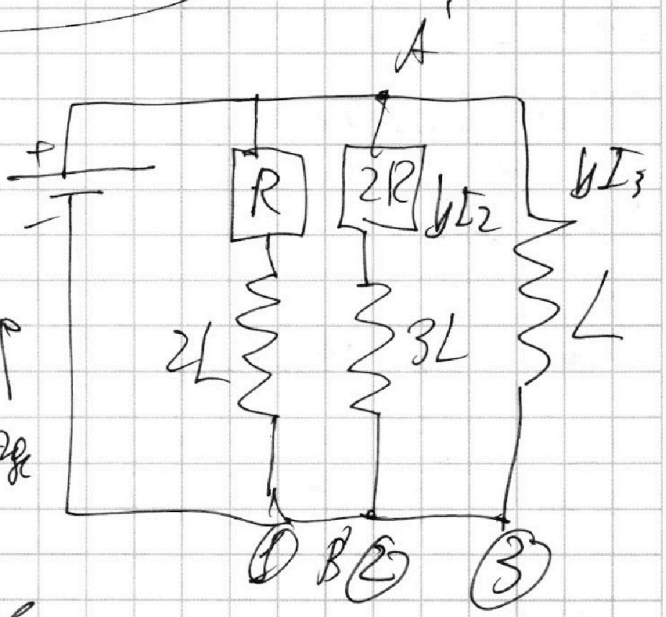
После замыкания (сразу):

$\mathcal{E} - I_0 R = L\dot{I}$, где $\dot{I}$ – искомая скорость изменения тока

(т.к. напряжение между A и B одинаково и $U_L = L\dot{I}$)

$$\Rightarrow \dot{I} = \frac{\mathcal{E}}{L} - \frac{\mathcal{E}}{5L} = \frac{4\mathcal{E}}{5L}$$

3) q_{2R} – ? (искомый)



$U_2 = U_3$ – напряжение между A' и B'

$\Rightarrow 2RI_2 + 3L\dot{I}_2 = L\dot{I}_3$, где I_2 и I_3 – ~~некоторые~~ зависимости токов 2 и 3 от времени

Интегрируем: $2Rq_2 + 3LI_2 = LI_3 + const$

Начальные условия: $q_2 = 0$ (с начала ~~отсче~~ замыкания заряд пока

ЛИСТ 11

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!

не пройёт). $I_2 = I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$; $I_3 = 0$ – пок пока не течёт

$\Rightarrow \quad 0 + \frac{3L\mathcal{E}}{5R} = 0 + const \Rightarrow$

$const = -\frac{3L\mathcal{E}}{5R}$

В конце: установившееся I_3 ($I_1 = 0$ и $I_2 = 0$ т.к. $R_3 = 0$ – провода без сопротивления) $\Rightarrow I_2 = 0$; $I_3 = \frac{\mathcal{E}}{R}$ (R – общ. сопротивление нового положения)

$\Rightarrow \quad 2Rq_2 + 0 = \frac{L\mathcal{E}}{R} - \frac{3L\mathcal{E}}{5R}$

$2Rq_2 = \frac{2L\mathcal{E}}{5R}$ $\qquad \boxed{q_2 = \frac{L\mathcal{E}}{5R^2}}$

Ответ: 1) $I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$; 2) $\dot{I} = \frac{4\mathcal{E}}{5L}$;

3) $q_2 = \frac{L\mathcal{E}}{5R^2}$

ЛКСТ12

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

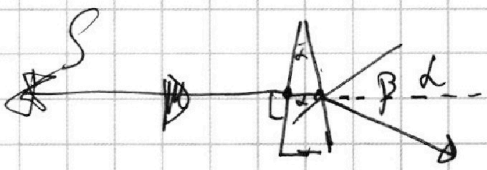
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

№5

Дано: $h = 9$ см, $a = 200$ см



$n_б = 1{,}0$ $\alpha = 0{,}05$

1) $n_1 = n_б = 1{,}0$; $n_2 = 1{,}6 \Rightarrow$ призмы (n_1 нет, можно считать что её нет)

Тогда исходный луч падает под углом α и выходит под углом β к $\perp$. Тогда $\gamma = \beta - \alpha$ – отклонение

По з-ну Снеллиуса $n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta$

$\alpha \ll 1 \Rightarrow \beta \ll 1 \Rightarrow \sin\alpha \approx \alpha$; $\sin\beta \approx \beta$

$1{,}6\alpha = \beta \Rightarrow \gamma = 1{,}6\alpha - \alpha = 0{,}6\alpha = \frac{3}{5}\alpha$

$\gamma = \frac{3}{5} \cdot \frac{1}{20} = 0{,}03$

2) l – искомое расстояние; l – ?

Рассмотрим луч, выходящий под углом α от S.

Преломление в точке 1: ЛИСТ 13

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

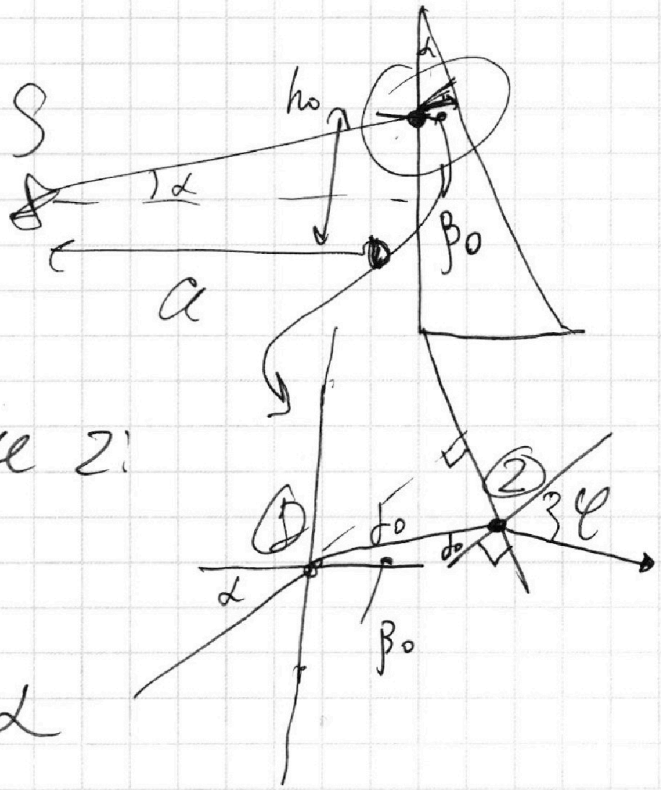
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$\sin\alpha \cdot 1{,}0 = \sin\beta_0 \cdot 1{,}6$

$\alpha = 1{,}6\,\beta_0$

$\beta_0 = \frac{5}{8}\alpha$

$h_0 = \alpha\beta_0 = \frac{3}{8}\alpha$



Преломление в точке 2:

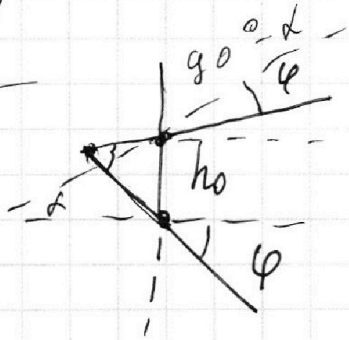
$\frac{3}{8}\alpha \cdot 1{,}6 = 1{,}0 \cdot \varphi$

$\varphi = \frac{3}{8}\alpha \cdot \frac{8}{5} = \frac{3}{5}\alpha$

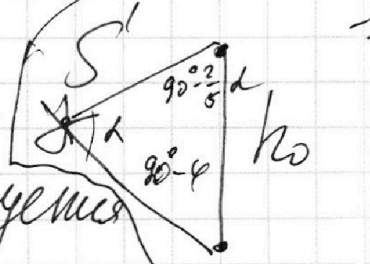
$h_0 = a\beta\alpha = 200 \cdot 0{,}05 = 10$ см – высота до точки, откуда луч

Луч меняет своё направление на угол $\varphi = \frac{3}{5}\alpha = \gamma$

$90^\circ - \alpha + \varphi = 90^\circ - \frac{2}{5}\alpha$



Тогда изображение S' формируется в Δ со стороной h_0 и



ЛИСТ 14

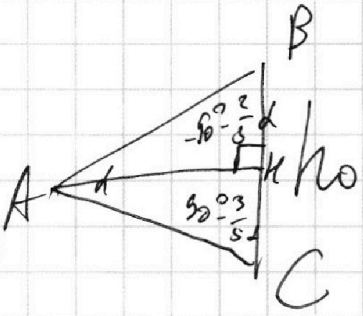
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

углами $90° - \frac{2}{5}\alpha$, $90° - \varphi = 90° - \frac{3}{5}\alpha$, α.



По т-ме синусов

$$\frac{h_0}{\sin\alpha} = \frac{AC}{\cos\left(\frac{2}{5}\alpha\right) = \sin\left(90° - \frac{2}{5}\alpha\right)}$$

$$AC = \frac{h_0}{\sin\alpha}\cdot\cos\left(\frac{2}{5}\alpha\right) = \frac{200}{0{,}05}\cos\frac{2}{5}\alpha$$

AH - высота $\triangle ACH$: $\sin\left(90° - \frac{3}{5}\alpha\right) = \frac{AH}{AC}$

$$AH = \cos\frac{3}{5}\alpha \cdot 200\cos\frac{2}{5}\alpha$$

$\cos\frac{2}{5}\alpha \approx 1$, т.к. α - малый.

$AH \approx 0$, $\cos\left(90° - \frac{3}{5}\alpha\right) \approx \frac{3}{5}\alpha = \frac{HC}{AC}$

$$HC = \frac{3}{5}\cdot\frac{1}{20}\cdot 200\cos\frac{2}{5}\alpha = 6\cos\frac{2}{5}\alpha$$

Расстояние: $\sqrt{200^2 + 6^2\cos^2\frac{2}{5}\alpha}$ см

Ответ: 1) 0,03; 2) $\left(\sqrt{200^2 + 6^2\cos^2\left(\frac{2}{5}\cdot 0{,}05\right)}\right)$ см.

ЛИСТ 5

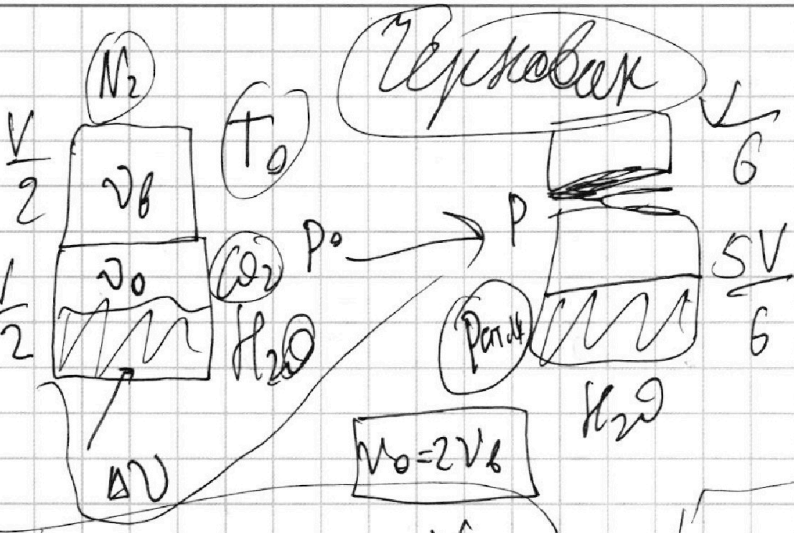
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

Черновик



28г/моль

$CO_2 = 32+16$

$\frac{10V}{12} - \frac{3V}{12}$

$\boxed{\nu_0 = 2\nu_в}$

$$\begin{cases} \nu_0 R T_0 = p_0 \cdot \frac{V}{4} \\ \nu_в R T_0 = p_0 \frac{V}{2} \end{cases}$$

$$\boxed{\nu_в R T = p \frac{V}{6}}$$

$\cancel{p\nu_в}$ $\frac{7}{2}$

$$(\nu_0 + \Delta\nu) R T = \frac{7V}{12} p_{CO_2} = \frac{7V}{12} p - \frac{7V}{12} p_{атм}$$

$$p = p_{CO_2} + p_{атм}$$

$$\cancel{(\nu_0 + \Delta\nu) RT = \frac{7}{2} \nu_в RT - \frac{7V}{12} p_{атм}}$$

$$\boxed{\frac{7}{12} pV = \frac{7}{12} p_{атм} V + RT\left(\nu_0 + k \frac{V}{4} p_0\right)}$$

$$\frac{7}{12} pV = \frac{7}{12} p_{атм} V + p_0 \frac{V}{4} + \frac{V}{4} p_0 k \cdot RT$$

$$\frac{7}{12} p = \frac{7}{12} p_{атм} + \frac{p_0}{4} + \frac{p_0 k RT}{4}$$

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!

Черновик

$$\begin{cases} 2\nu_в R T_0 = p_0 \frac{V}{4} \\ \nu_в R T = p \frac{V}{6} \end{cases} \qquad \frac{p_0 V}{8} = p V \qquad \begin{cases} \nu_в R T_0 = \frac{p_0 V}{8} \\ \nu_0 R T_0 = \frac{pV}{4} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2\nu_в R T_0 = p_0 \frac{V}{4} \\ \frac{4}{3}\nu_в R T_0 = \frac{pV}{6} \end{cases} \qquad \frac{p_0 V}{8} = \frac{pV \cdot 8}{6 \cdot 4} \qquad p_0 = p$$

$\frac{16}{12} - \frac{3}{12} = \frac{7}{12}$

$\nu_в = 2\nu_0$

$\frac{4 \cdot 2\nu_в R T_0}{V} \qquad \frac{6 \cdot \nu_в \cdot R \cdot 4}{3V}$

$\frac{47}{240} p$

$$\frac{7}{12} p = \frac{7}{12} p_{атм} + \frac{p}{4} + \frac{p}{4} k p$$

$\frac{47}{240} p = p_{атм} p$ $\qquad \frac{80 \cdot 7}{6 \cdot 62} = \frac{160 \cdot 7}{3 \cdot 62} = \frac{20 \cdot 7}{3 \cdot 31} = \frac{140}{93}$

$\nu_в R \cdot \frac{4}{3} T_0 = p \frac{V}{6}$ $\qquad \nu_в R T_0 = \frac{p_0 V}{2}$ $\qquad p_{атм} = \frac{193}{240} p$

$\frac{2}{3} \cdot \frac{p_0 V}{2} = \frac{pV}{6}$ $\qquad p = 4 p_0$ $\qquad \frac{240}{193} p$

$\frac{7}{12}$

$p_{CO_2} = \frac{4}{3} R T_0 \nu_0 + R T \cdot k p_0 \frac{V}{4}$ $\qquad \frac{18}{160} = \frac{9}{80} + \frac{1}{12}$

$p_{CO_2} = \frac{4}{3} \cdot \frac{p_0}{4} + \frac{R + k}{4} p_0 = \frac{p}{12} + \frac{p}{16} \cdot 1{,}8 = \frac{27}{240} + \frac{20}{240}$

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!

Черновик

$L\dot{I} = \mathcal{E}$

$a_0 = \frac{q\varphi}{dm}$

$\frac{2R \cdot R}{3R} = \frac{2}{3}R$

$\frac{5}{3}R$

$3a_0$

$E = \frac{3U}{d}$

$v_0 - \frac{3q\varphi}{dm} \cdot t$

$v_0 - \frac{q\varphi}{dm}$

$v_0 - \frac{2q\varphi}{dm}$

$-2U$

$I = \frac{3\mathcal{E}}{5R}$

$q\varphi$

$v_2 \to v_3$

$\begin{cases} \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_3^2}{2} = q\varphi \\ v_2 - \frac{q\varphi}{m} = v_3 \end{cases}$

$\varphi_2 > \varphi_3$

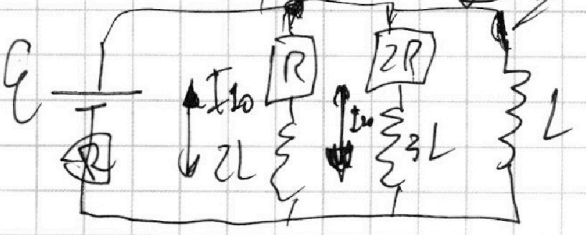
$v_2 < v_3$

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

$I_2 \cdot 2R = I_1 \cdot R$

$I_2 = \frac{I_1}{2}$

I_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

Черновик

$P = const$

$P = vF_{сопр}$ $\quad P = \frac{A}{dt}$ $\quad A = A_{сопр} + \frac{m(v+dv)^2 - v^2}{2}$

$\cancel{P = \frac{A(t)}{dt} = \frac{dx}{dt} \cdot F(t) = v(t) \cdot F(t)}$ $\quad \frac{m}{2}(\cancel{v^2} + \cancel{dv^2} + 2vdv - \cancel{v^2}) =$

dx $\quad = mv\,dv$

$A = F(t)\,dx + mv\,dv$

$\boxed{P = F(t)v(t) + mv(t)a(t)}$ $\quad P = v(t)(F(t) + ma(t)) = const$

$a = 0$: $\quad P = v_к \cdot 405H$

$v\left(F + m\frac{dv}{dt}\right) = \cancel{const}\ P_0$ $\quad v(F + ma) = P_0$

$\cancel{F + \frac{m\,dv}{v\,dt} = \frac{P_0}{v}}$ $\quad vF\,dt + m\,dv = P_0\,dt$

m

$m\,dv = (P_0 - vF)\,dt$

$\int m\,dv = \int P_0\,dt - \int Fv\,dt$ $\quad F(t) \cdot v(t)\,dt$

$\parallel$

$mv = P_0 t - \int Fv\,dt$

$2985 \,|\, 5$ $\quad 597$

48 $\quad 597 \,|\, 3$ $\quad 199$

$P_0 = F(t)v(t) + mv(t)a(t)$ $\quad 35$ $\quad 29$

27

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

черновик

$P_0 = F(t)v(t) + m(v(t)\cdot a(t))$

$a=0$: $P_0 = 405\,H\cdot v_k$

$v(0)=20$
$v(14)=27$
$v(18)=28$
$v(26)=29$

$v\nearrow$ —

$\frac{F}{dt}$

$\frac{m}{2}(v^2+2v\,dv=$

ma^2+mva $a=\frac{dv}{dt}$

$\frac{mv\,dv}{dt}=mva$

$0=Fa+\dot{F}v+mxa+mv^2$

$x(F-ma)=v(\dot{F}-mv)$

$x\cdot F=-mv^2$

$v(26)=29$ м/с
$v(34)=29{,}5$ м/с

$F_k v_k = F_1 v_1 + m v_1 a_1$

$\frac{0{,}5}{8}=\frac{1}{16}$ м/с^2

$\frac{29{,}1}{27}\approx 1$ м/с^2

$\frac{29-28}{8}=\frac{1}{8}$ м/с^2

$\frac{1}{16}\pm\frac{1}{160}$

0,5
0,25
0,125
0,0625

18

45

$\frac{2{,}1}{27}=\frac{2}{27}$ м/с^2

$\frac{16\pm1}{160}$

4

450
9
4050

405
3
1215

45
14
180
45
630

405 | 9
-36 | 45
45

6300
330
5970

5970 | 2
2985

19

17

10

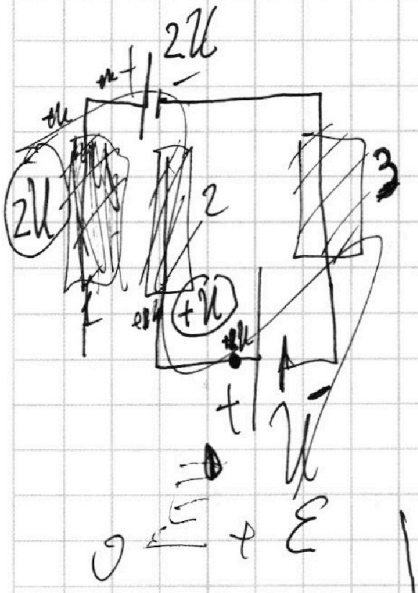
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

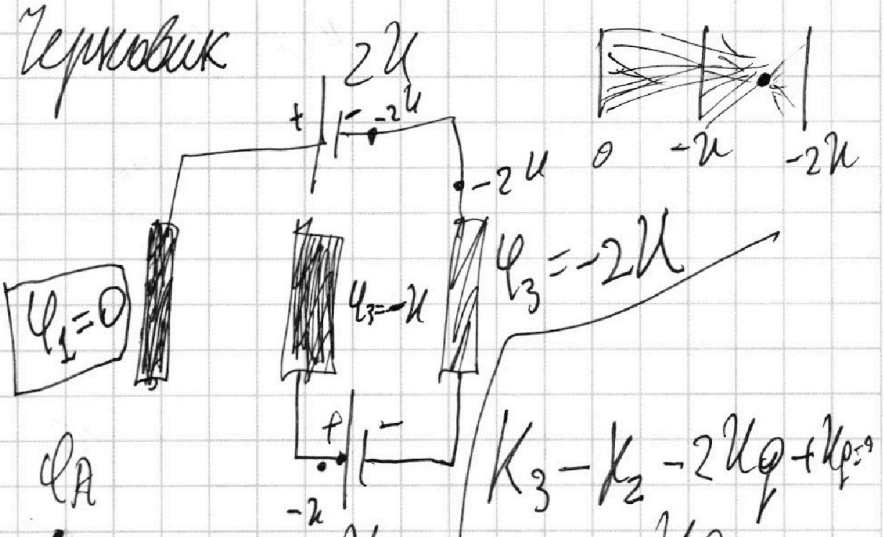
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

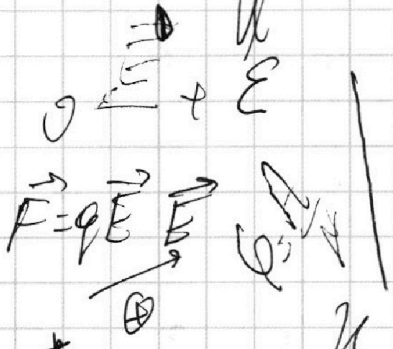
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

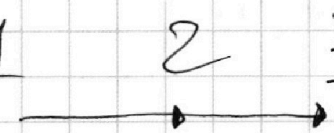
Черновик





$K_3 - K_2 - 2Uq + K_{p=0}$



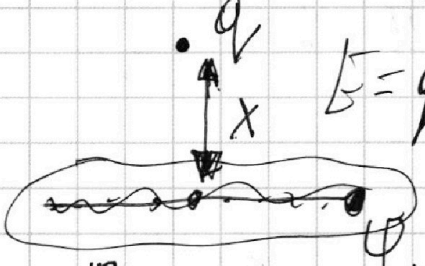


$E_{23} = \frac{U}{d}$

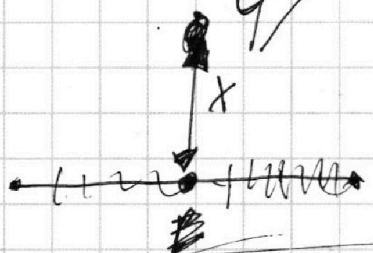
$\frac{U}{d} q = ma$ $\quad a = \frac{Uq}{dm}$

$\frac{mv_0^2}{2} = K_3$

$\frac{mv_0^2}{2} + \varphi_\infty q_1 = K_3 + \frac{-2Uq}{}$



$E = q\varphi$



$\frac{kqq_0}{x}$

$\frac{mv_0^2}{2} + \varphi_\infty q_1 = K_2 + \frac{-Uq}{}$

$K_3 - K_2 =$

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!

Черновик

$p = 4p_0$

$p = p_{возд} + p_{CO_2}$

$\frac{7}{12} p_{CO_2} = \frac{47}{240} p$

$p_{CO_2} = \frac{47}{140} p$

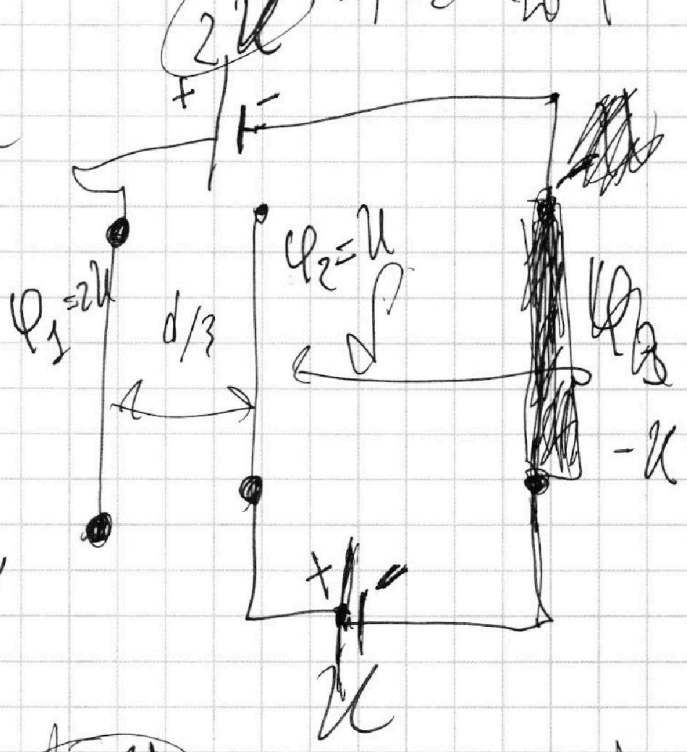
$7 p_{CO_2} = \frac{47}{20} p$

$\frac{93}{140} p = p_0$

$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E = \frac{\varepsilon_0}{2\varepsilon_0}$

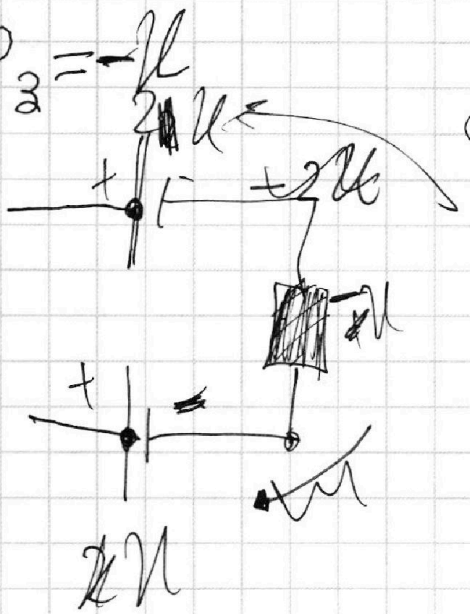
$(2\mathcal{U}; \mathcal{U}; -\mathcal{U})$

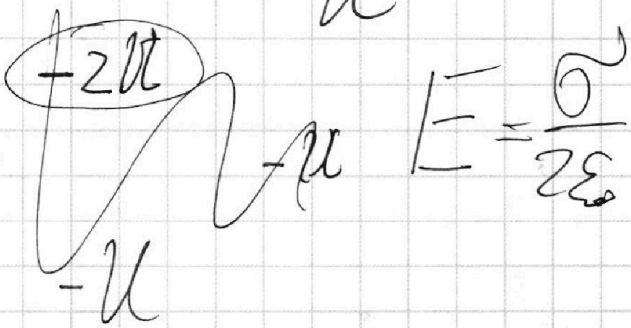


$\varphi_1 = 2\mathcal{U}$

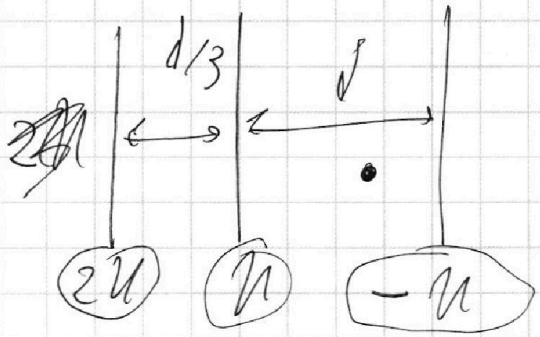
$\varphi_2 = \mathcal{U}$

$\varphi_3 = -\mathcal{U}$





$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$



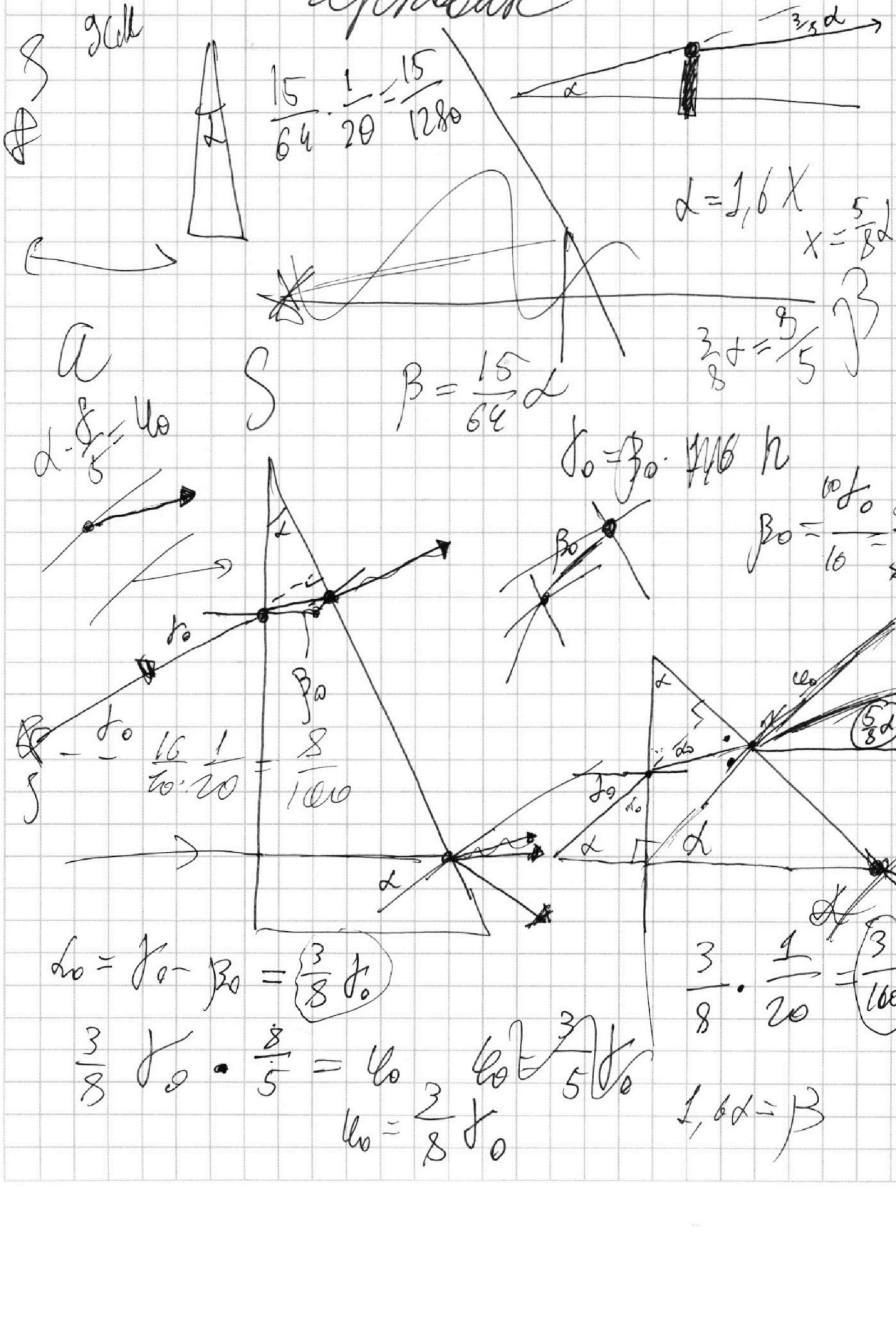
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Черновик



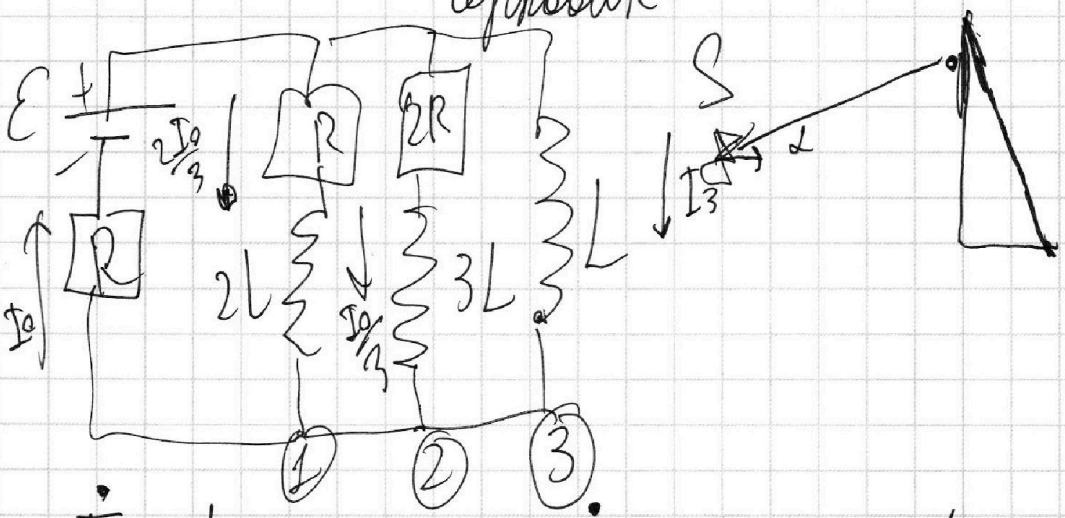
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Черновик



$\dot{I}_3 \cdot L = 2RI_2 + 3L\dot{I}_2$

$const = -3LI_0$

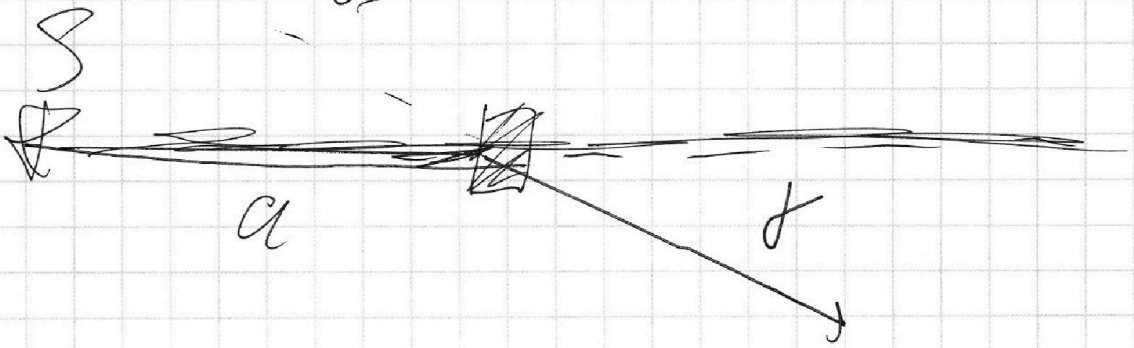
$I_3 L = 2RQ_2 + 3LI_2 + const$

$0 = 0 + 3LI_0$

$I = I/R$

$\mathcal{E}$

$B = \frac{d \cdot ?}{c}$

$[L] = \frac{B \cdot c}{q}$

$\frac{B \cdot C \cdot B}{A \cdot dt \cdot dl} = C \cdot \Omega$