Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

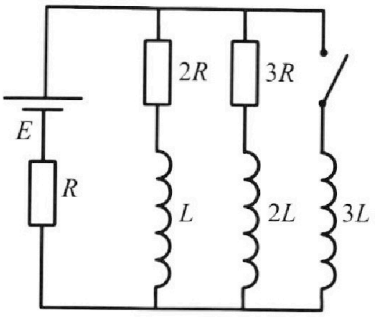
Вариант 11-01

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

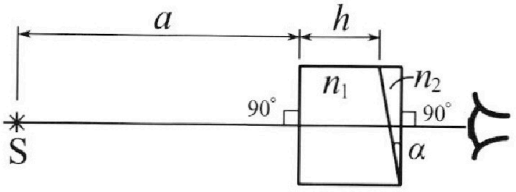
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

1) Найти ток I_{10} 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 ко эффициентами 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 $a = 194$ 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.



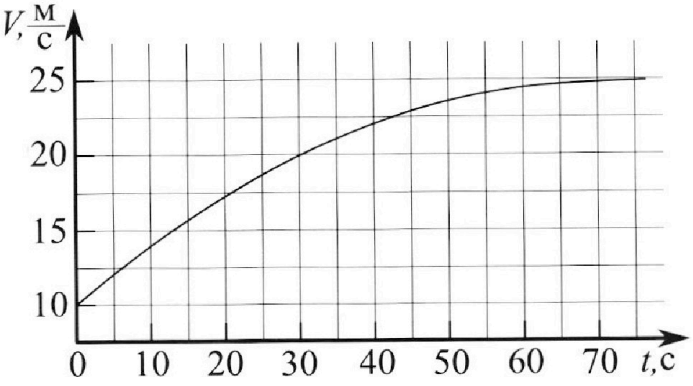
1) Считая $n_1 = n_в = 1{,}0$, $n_2 = 1{,}7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
2) Считая $n_1 = n_в = 1{,}0$, $n_2 = 1{,}7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
3) Считая $n_1 = 1{,}5$, $n_2 = 1{,}7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

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?

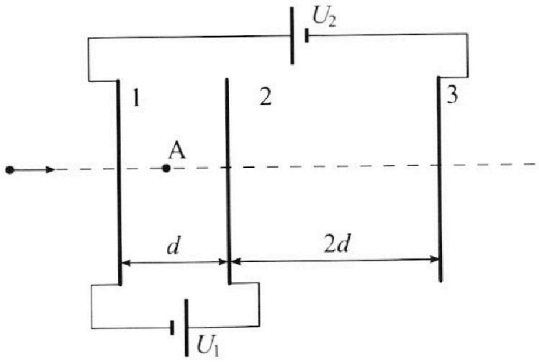
Требуемая точность числе нного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 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 $\Delta\nu$ 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 $k \approx (1/3)\cdot 10^{-3}$ моль/(м^3·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 $P_{АТМ}$ (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 А на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

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

1 [X] 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

5 1.

$F_к = 500$ Н

$m = 1900$ кг

$v_1 = 20 \frac{м}{с}$

F_1 – ?

P_1 – ?

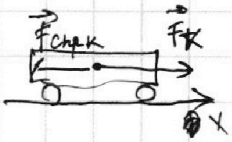
По условию сила сопротивления $F_{сопр} = kv$

И в конце разгона сила тяги $= F_к = 500$ Н

Из графика видно, что разгон прекратился при $v_к = 25 \frac{м}{с}$, т.к скорость перестала расти.

II З.Н:

$\vec{F}_{сопр_к} + \vec{F}_к = 0$



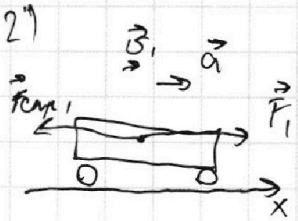
Ox: $F_{сопр_к} = F_к$

$kv_к = F_к \Rightarrow k = \frac{F_к}{v_к} = \frac{500}{25} = 20 \frac{кг}{с}$

1) Найдём ускорение a_1 автомобиля при скорости v_1,

$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, участок t от 20 до 30 с можно считать отрезком прямой $\Rightarrow a_1 = \frac{20-17,5}{30-20} = \frac{2,5}{10} = 0,25 \frac{м}{с^2}$

2)



$F_{сопр_1}$ – сила сопротивления при v_1

II З.Н:

$\vec{F}_1 + \vec{F}_{сопр} = m\vec{a}$ $\qquad F_{сопр_1} = kv_1$

Ox: $F_1 - F_{сопр} = ma$

$F_1 = ma - kv_1 = 1900 \cdot 0,25 - 20 \cdot 20 = 50$ Н.

3) $P_1 = \frac{\Delta A_1}{\Delta t} = \frac{F_1 \Delta S}{\Delta t} = F_1 v_1 = 50 \cdot 20 = 1000$ Вт

Ответ: ~~[illegible]~~ 1) $a_1 = 0,25 \frac{м}{с^2}$; 2) $F_1 = 50$ Н; 3) $P_1 = 1000$ 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

5 2

$T = \frac{5}{4} T_0 = 373 K$

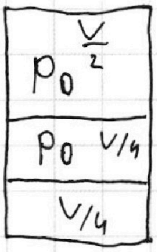
$RT = 3 \cdot 10^3 \frac{Дж}{моль}$

$k = (\frac{1}{3}) \cdot 10^{-3} \frac{моль}{м^3 Па}$.

1) $\frac{\nu_B}{\nu_{н_1}}$ – ?

2) P_0 – ?

До нагревания:



Т.к установившееся состояние давление сверху и снизу равно P_0

Для верхнего З. М. К.:

(1) $P_0 \frac{V}{2} = \nu_B R T_0$

ν_B – кол-во вещества в верхней части.

Для нижнего

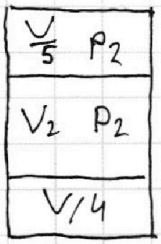
(2) $P_0 \frac{V}{4} = \nu_{н_1} R T_0$

Т.к $\frac{V}{4}$ занимает вода.

$\nu_{н_1}$ – кол-во вещества в нижнем до нагревания

$\frac{(1)}{(2)} = 2 = \frac{\nu_B}{\nu_{н_1}}$ $\Rightarrow$ (3) $\nu_B = 2\nu_{н_1}$

После нагревания:



В установившемся режиме давление в обоих частях равно P_2

Для верхней:

$P_2 \frac{V}{5} = \nu_B R T$ (4)

Для нижней:

$P_2 = P_{CO_2} + P_{H_2O}$ (5)

P_{H_2O} – давление водяных паров при $T = P_{атм}$.

P_{CO_2} – давление углекислого газа в нижней части см. пр.

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

5 2 пр.

По з. М. К

$P_{CO_2} V_2 = \nu_{H2} RT$

V_2 объём занимаемый газом в нижней части.

$V_2 = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{20V}{20} - \frac{4V}{20} - \frac{5V}{20} = \frac{11}{20}V$

$\Downarrow$

$P_{CO_2} = \frac{20}{11V} \cdot \nu_{H2} RT$ (6)

ν_{H2} – кол-во вещества CO_2 в нижней части после нагревания

$\nu_{H2} = \nu_{H1} + \Delta\nu$; $\Delta\nu$ - кол-во CO_2 растворённой в воде до нагрев.

$\Delta\nu = k P_0 \frac{V}{4}$ из (2) $P_0 \frac{V}{4} = \nu_{H1} RT_0$

$\Downarrow$

(7) $\Delta\nu = k \nu_{H1} RT_0$

т. к по условию $RT = \frac{1}{k}$ ~~$\Delta\nu = \nu_{H1}$~~

$\Downarrow$

(8) $RT_0 = RT \cdot \frac{4}{5} = \frac{4}{5k}$ ~~$\nu_{H2} = 2\nu_{H1} = \nu_B$ из (3)~~

см. пр.

~~$P_{CO_2} = \frac{20}{11} \cdot \frac{\nu_B \cdot RT_0}{V}$ (из (6))~~

$\Downarrow$

~~Из (5) и (4): $\frac{5\nu_B RT_0}{V} = \frac{20}{11}\frac{\nu_B \cdot RT_0}{V} + P_{атм}$.~~

$\Downarrow$

~~$\frac{35}{11}\frac{\nu_B RT_0}{V} = P_{атм}$; из (1) $\frac{\nu_B R}{V} = \frac{P_0}{2T}$~~

$\Downarrow$

~~$\frac{35}{11} \cdot \frac{P_0}{2T} \cdot T_0 = P_{атм} \Rightarrow P_0 =$~~

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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ

52 пр.

Из (7) и (8) $\Delta\nu = \frac{4}{5}\nu_{H_1}$

$\Downarrow$

$\nu_{H_2} = \frac{9}{5}\nu_{H_1}$

$\Downarrow$

Из (6): $p_{CO_2} = \frac{20}{11V}\cdot\frac{9}{5}\nu_{H_1}RT = \frac{18}{11}\frac{\nu_B RT}{V}$ (9)

т.к $\nu_B = 2\nu_{H_1}$

Из (4); (5) и (9): $5\frac{\nu_B RT}{V} = \frac{18}{11}\frac{\nu_B RT}{V} + p_{атм.}$

$\Downarrow$

$\frac{37}{11}\frac{\nu_B RT}{V} = p_{атм.}$

Из (1) $\frac{\nu_B R}{V} = \frac{p_0}{2T_0}$, а из условия $T = \frac{5}{4}T_0$

$\Downarrow$

$\frac{37}{11}\cdot\frac{p_0}{2T_0}\cdot T = \frac{37}{11}\cdot\frac{p_0}{2}\cdot\frac{5}{4} = p_{атм.}$

$\Downarrow$

$p_0 = \frac{88}{185}p_{атм.}$

Ответ: 1) $\frac{\nu_B}{\nu_H} = 2$ 2) $p_0 = \frac{88}{185}p_{атм.}$

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

53

d

U.

$q > 0$

m

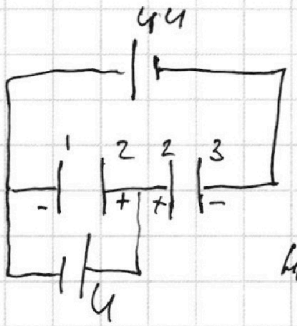
v_0

a_{12} – ?

$k_1 - k_2$ – ?

v – ?

Пластины можно представить в виде двух последовательно соединённых конденсаторов.



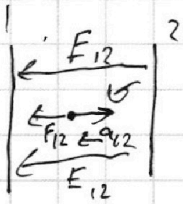
Напряжение на конденсаторе 12

$U_{12} = U$

$\Downarrow$

Напряжённость $E_{12} = \frac{U}{d}$ между 1 и 2 пластинками.

$\Downarrow$



$F_{12} = q \cdot E_{12} = \frac{U}{d} \cdot q$

II. З.Н.

$F_{12} = m a_{12} = \frac{U}{d} \cdot q$

$\Downarrow$

$a_{12} = \frac{U \cdot q}{d m}$

$4U = U_{23} - U_{12}$

$U_{23} = 5U$.

Напряжение на 23

Найдём $k_1 - k_2$

по З.И.Э.

$-k_1 + k_2 = A_{F_{12}} = -F_{12} \cdot d = -\frac{U \cdot q}{d} \cdot d \Rightarrow k_1 - k_2 = U \cdot q.$

работа F_{12}.

Найдём v

З.И.Э.

$-\frac{m v_0^2}{2} + \frac{m v^2}{2} = A_{F_{12}} = -F_{12} \cdot \frac{d}{3} = -\frac{U \cdot q}{3}$

$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{2}{3}\frac{U \cdot q}{m}}$

Возможен и второй случай м. пр.

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

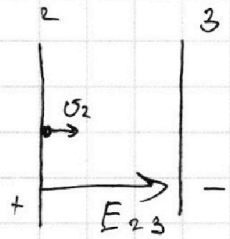
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

№3. пр.

Частица не долетает до 3 пластины разворётся и полетит назад.

Напряжённость E_{23} между 2 3 = $\frac{U_{23}}{2d} = \frac{5U}{2d}$



частица не долетит до 3 пластины если: $K_2 < 5U \cdot q$

Из 2) пункта $K_2 = K_1 - q \cdot U$.

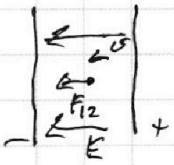
$$\frac{mv_0^2}{2} - q \cdot U < 5U \cdot q$$

$$v_0 < \sqrt{\frac{12Uq}{m}}$$

При таком v_0 частица разворётся и вылетит через 2 с той же скоростью v_2, с которой в неё влетала, но обратна по направлению, по З.С.Э. ⇒ её кин энергия будет $= K_2$ на вылете из 2.

~~Из 2 пункта $\frac{mv_2^2}{2}$~~

Найдём скорость v:



З.И.Э.

$$\frac{mv^2}{2} - K_2 = \cancel{U \cdot \frac{2}{3}q(d - \frac{d}{3}) = \frac{2}{3}qU}.$$

$= F_{12} \cdot (d - \frac{d}{3}) = \frac{2}{3}qU$, т.к $K_2 = \frac{mv_0^2}{2} - qU$.

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} + qU = \frac{2}{3}qU. \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{qU}{3}$$ аналогично первому случаю

Ответ $v = \sqrt{v_0^2 - \frac{2}{3}\frac{U \cdot q}{m}}$ см пр.

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

б3 пр.

Получаем Ответ:

1) $a_{12} = \frac{U \cdot q}{d \cdot m}$

2) $K_1 - K_2 = U \cdot q$

3) $\sqrt{v_0^2 - \frac{2}{3}\frac{U \cdot q}{m}}$ в сторону 2 пластины

$\sqrt{v_0^2 - \frac{2}{3}\frac{U \cdot q}{m}}$ в сторону 1 пластины, в случае, когда $v_0 < \sqrt{\frac{2Uq}{m}}$

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

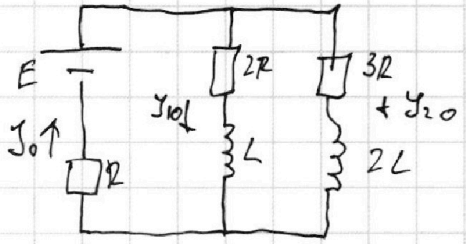
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ

№4.

До замыкания:



Расставим токи в цепи и запишем правила Кирхгофа.

$J_0 = J_{10} + J_{20}$

Т.к режим установившийся скорость изменения токов на катушках равна 0 ⇒

⇒ Их напряжения равны 0.

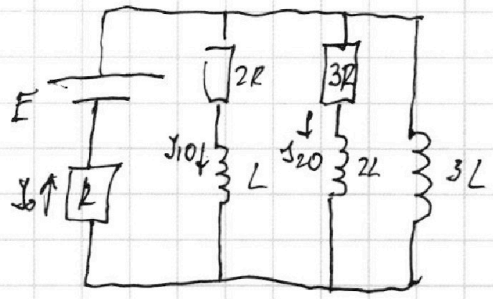
$2R \cdot J_{10} - 3R J_{20} = 0 \Rightarrow J_{20} = \frac{2}{3} J_{10}$

$J_0 = \frac{5}{3} J_{10}$

$E = 2R \cdot J_{10} + J_0 R = \frac{11}{3} J_{10} R$

$J_{10} = \frac{3E}{11R}$

После замыкания:



Сразу после замыкания через L и 2R бежит тот же ток J_{10}, а через 3R и 2L J_{20}, через 3L ток пока не идёт.

Ток через R $J_0 = J_{10} + J_{20} = \frac{5}{3} J_{10}$

$E = J_0 R + \frac{3L\, dJ_3}{dt}$

$\frac{3L\, dJ_3}{dt} = E - \frac{5}{11} E = \frac{6}{11} E$

$\frac{dJ_3}{dt} = \frac{2}{11} \frac{E}{L}$

см. пр.

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

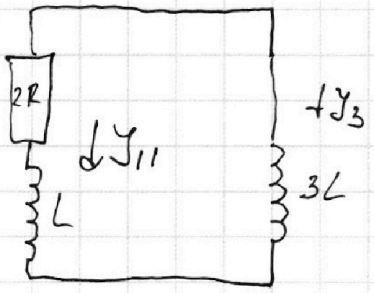
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ

54 пр.

Рассмотрим контур:



$$0 = 3L\frac{dI_3}{dt} - \frac{L\,dI_{11}}{dt} - 2R\,I_{11}$$

$$I_{11} = \frac{dq_{11}}{dt}$$

dq_{11} = заряд протёкший через 2R.

$$L\,dI_{11} + 2R\,dq_{11} = 3L\,dI_3 \quad (1)$$

Заметим, что в установ. режиме ток не будет течь через 2R и 3R, а потечёт только через 3L, т.к на его пути не будет сопротивления.

проинтегрируем (1): $L(0 - I_{10}) + 2(q_{11} - 0)R = 3L(I_3 - 0)$

$$q_{11} = \frac{1}{2R}(3LI_3 + LI_{10})$$

I_3 ток в установившемся режиме через 3L и R

$$E = R\cdot I_3 \Rightarrow I_3 = \frac{E}{R}$$

$$q_{11} = \frac{1}{2R}\left(\frac{3L\cdot E}{R} + L\cdot\frac{3}{11}\cdot\frac{E}{R}\right) = \frac{3E}{2R^2}\left(1 + \frac{1}{11}\right) = \underline{\frac{18}{11}\frac{E}{R^2}}$$

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{3}{11}\frac{E}{R}$; 2) $\frac{dI_3}{dt} = \frac{2}{11}\frac{E}{L}$; 3) $q_{11} = \frac{18}{11}\frac{E}{R^2}$

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ

№5.

$a = 194$ см

$n_в = 1$

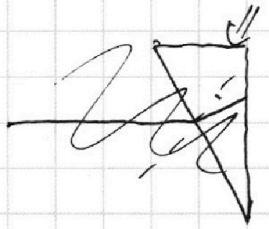
$\alpha = 0{,}1$

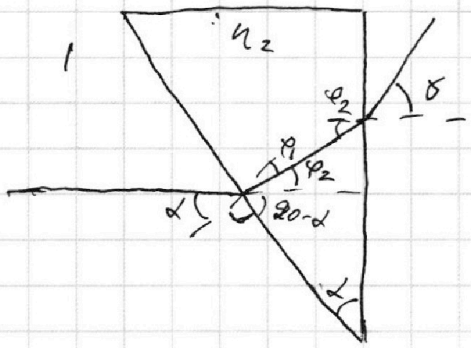
$h = 9$ см.

1) $n_1 = n_в = 1$ $\gamma - ?$

$n_2 = 1{,}7$.

т.к $n_1 = n_в$ в линзе 1 лучи не преломятся, ⇒ её можно не учитывать.





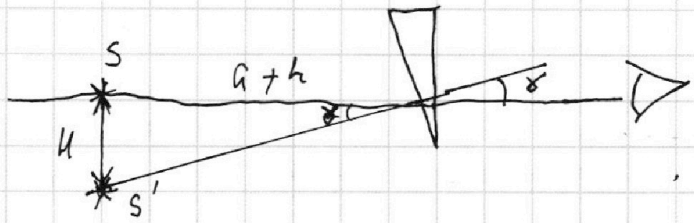
Закон Снелла:

$\alpha = \varphi_1 \cdot n_2$; $\gamma = \varphi_2 \cdot n_2$

$90 = \varphi_1 + \varphi_2 + 90 - \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{\alpha}{n_2} + \frac{\gamma}{n_2}$

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

2) Теперь найдём расстояние H между источником и изображ. S'



т.к угол γ мал

~~tg~~ $\operatorname{tg}\gamma \approx \gamma = \frac{H}{a+h}$

$H = (a+h)\gamma = (194+9) \cdot 0{,}07 \approx 14{,}9$ см

3) Найдём ~~как изменится расстояние до предмета~~ ~~на~~ расстояние от изображения до предмета если перед ним ~~плоская~~ пластинка ~~пл~~.

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

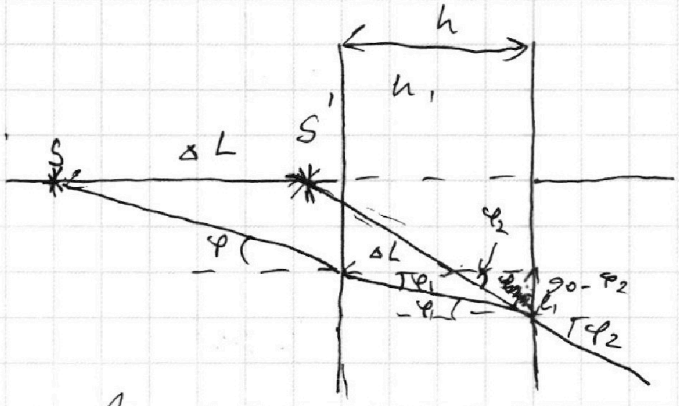
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

5б пр.

Призму n_1 можно считать пластинкой, т.к α мал.

$\Rightarrow$ ~~угол между~~ стороны, через которые идёт луч можно считать $\parallel$



$\varphi = \varphi_1 \cdot n_1$ $\qquad \varphi_1 = \frac{\varphi}{n_1}$

$\varphi_2 = \varphi_1 \cdot n_1 = 0$

$\Downarrow$

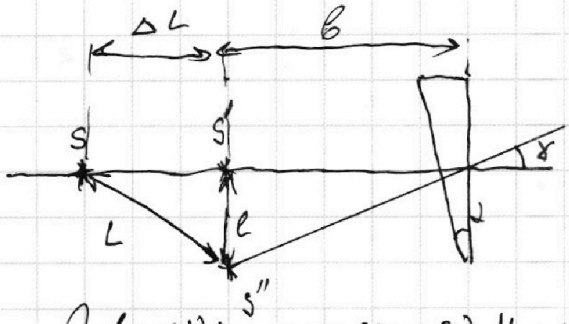
Луч пойдёт параллельно, тому который выходил из источника.

$\varphi_1 = \frac{l_1}{h} = \frac{\varphi}{n_1}$; $\varphi_2 = \varphi = \frac{l_1}{h-\Delta L}$

$\Downarrow$

$\varphi = \frac{\varphi \cdot h}{n_1(h-\Delta L)} \Rightarrow n_1(h-\Delta L) = h \Rightarrow \Delta L = h - \frac{h}{n_1} = h\frac{n-1}{n} = 9 \cdot \frac{0,5}{1,5} = 3$ см.

Найдём расстояние изображения S'' через n_2.



$b = a + h - \Delta L = 194 + 9 - 3 = 200$ см.

Аналогично пункту 2)

$l = \gamma b = 0,07 \cdot 200 = 14$ см

По Th. Пифагора $L = \sqrt{\Delta L^2 + l^2} = \sqrt{205}$ см

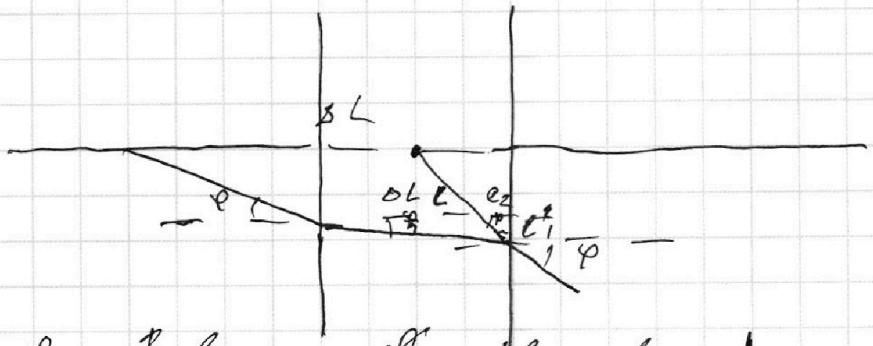
Ответ: 1) $\gamma = 0,07$ рад; 2) $H = 14,9$ см ; 3) $L = \sqrt{205}$ см.

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ



$\frac{\varphi}{h} = \frac{l_1}{h} \Rightarrow \frac{\varphi}{h} = \frac{l_2}{h}$ $\quad l_2 = \frac{h}{n}$

$\varphi = \frac{l_1}{l_2}$ $\quad \Delta L = h\cdot\left(1 - \frac{1}{n}\right)$

$205\frac{15}{41}$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times\ 14 \\ \hline 56 \\ 14 \\ \hline 196 \end{array}$$

$196 + 9 = 205$

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

5 1.

$F_к = 500$ Н.

$F_{сопр} = -kv$

$F_{сопр} - F_т = ma$

$-kv + F_т = m\frac{dv}{dt}$

$\frac{dv}{dt} = \frac{2,5}{10} = 0,25 \frac{м}{с^2}$

$-20 \cdot 20 + F_т = 1800 \cdot 0,25$

$F_т = -400 + \frac{1800}{4} = 50$ Н.

$N = \frac{dA}{dt} = \frac{F_т dS}{dt} = F_т \cdot v = 50 \cdot 20 = 1000$ Вт.

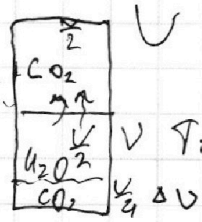
$F_{тр} = kv_р$.

$k = \frac{500}{25} = 20$

$203 \times 7 = 1421$

$1800 : 4 = 450$

5 2



моль / м³ · Па

$55 - 18 = 37$

$37 \times 5 = 185$

$\frac{P_1 V}{2} = \nu_B RT$

$\frac{P_2 V}{4} = \nu_{H_1} RT$

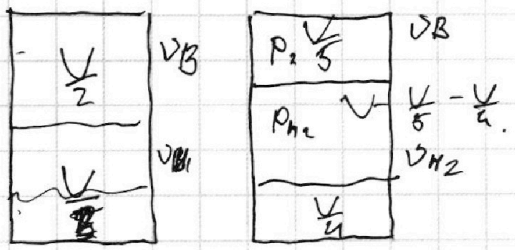
$\frac{\nu_B}{\nu_{H_1}} = \frac{4}{2} = 2$

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

1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ



$\nu_B = 2\nu_{H_1}$

$\nu_{H_2} = \nu_1 + \Delta\nu. = \nu_1 + k\,\nu_{H_1}RT = 2\nu_H$

$\Delta\nu = k\left(P_0 \cdot \frac{V}{4}\right) = \nu_{H_1}$

$\nu_{H_1}RT$

$P_2\frac{V}{5} = \nu_B RT_0$

$\frac{V}{4}P_{H_2O_2} = \nu_{H_2}RT_0$

$P_{H_2O} = P_{ATM}.$

$P_2 = P_{H_2O_2} + P_{H_2O}$

$\frac{5}{V}\nu_B RT_0 = \frac{4}{V}\nu_B RT_0 + P_{ATM}.$

$\frac{\nu_B RT_0}{V} = P_{ATM}$

$\frac{P_0T_0}{2T} = P_{ATM}.$

$P_0\frac{V}{2} = \nu_B RT$

$\frac{\nu R}{V} = \frac{P_0}{2T}$

$\frac{P_0 5}{4\cdot 2} = P_{ATM}.$

$P_0 = \frac{8}{5}P_{ATM}$

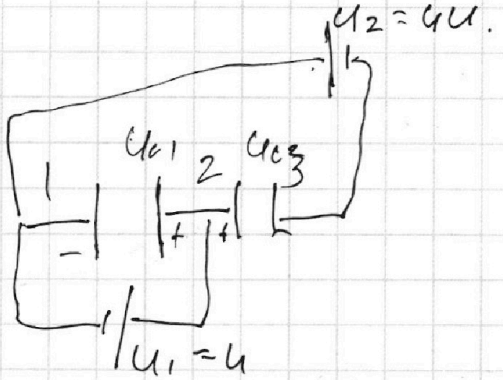
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

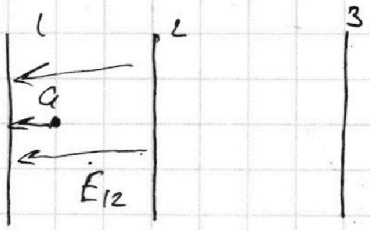
53.



$U_{c1} = U_1 = U$.

$4U = -U_{c1} + U_{c2}$

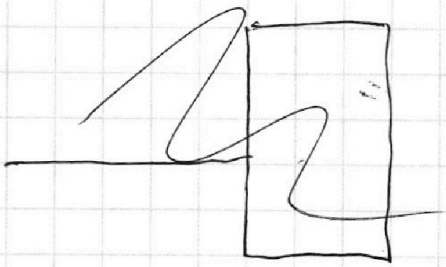
$U_{c2} = 5U$.



$\cancel{K = qU}$.

$\cancel{A = U \cdot q \cdot d}$

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



$E_{12} \cdot q = F = ma = \frac{U}{d} \cdot q$

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

$K_1 - K_2 = A_{вн.} = -E_{12} \cdot q \cdot d = -\frac{U}{\cancel{d}} \cdot q \cdot \cancel{d} = \underline{-U \cdot q}$

$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} - E_{12} q \cdot \frac{d}{3} = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{U \cdot q}{3}$

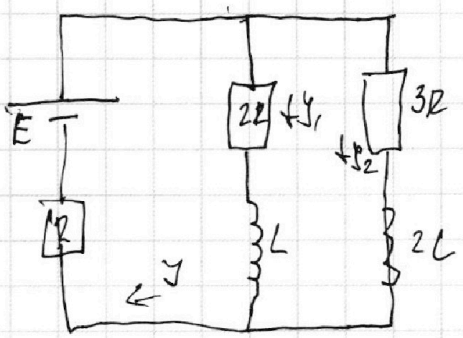
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

54.



$\Rightarrow$

$E = 2I_1 \cdot R + IR$

$3R I_2 = 2R I_1$

$I_1 + I_2 = I$

$I_1 + \frac{2}{3} I_1 = I$

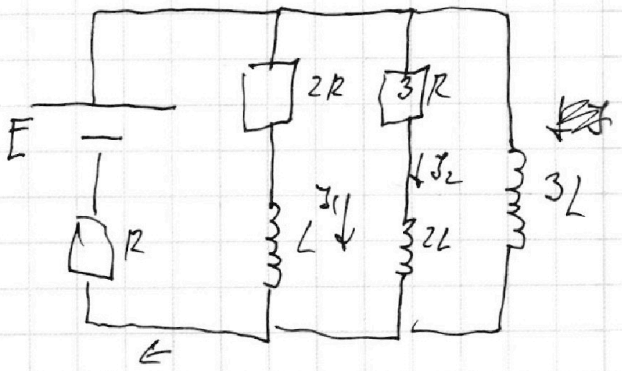
$I = \frac{5}{3} I_1$

$E = \frac{6}{5} IR + IR$

$\boxed{I = \frac{5}{11} \frac{E}{R}}$

$I_1 = \frac{3}{11} \cdot \frac{E}{R}$

$I_2 = \frac{2}{11} \frac{E}{R}$



$E = \frac{3L\,dI_3}{dt} + IR$

$3L \frac{dI_3}{dt} = \frac{6}{11} \cdot E$

$\boxed{\frac{dI_3}{dt} = \frac{2E}{11 \cdot L}}$

$I = \frac{dq}{dt} \qquad dt = \frac{dq}{I}$

$3L \cdot dI = \frac{6}{11} E \cdot dq.$

$3L \cdot \frac{dI_3}{dt} = -L \cdot \frac{dI_1}{dt} - I_1 2R$

$3L \cdot dI_3 = -L\,dI_1 - dq_1 \cdot 2R$

$3L \cdot (I_3 - 0) = -L(0 - I_1) - 2R q_1$

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

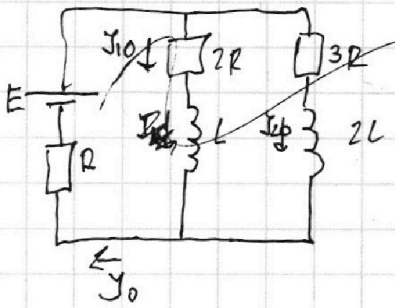
1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

№ 4.

До замыкания:



Расставим токи в цепи и запишем

Пр. Кирхгофа:

$J_0 = J_{10} + J_{20}$

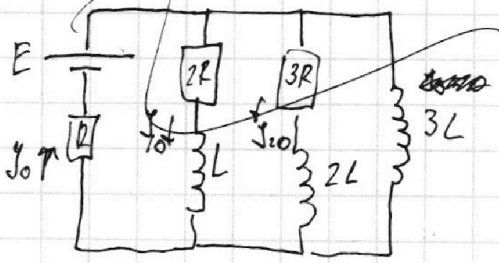
$2R \cdot J_{10} - 3R J_{20} = 0 \Rightarrow J_{20} = \frac{2}{3} J_{10}$

$J_0 = \frac{5}{3} J_{10}$

$E = 2R \cdot J_{10} + J_0 R$

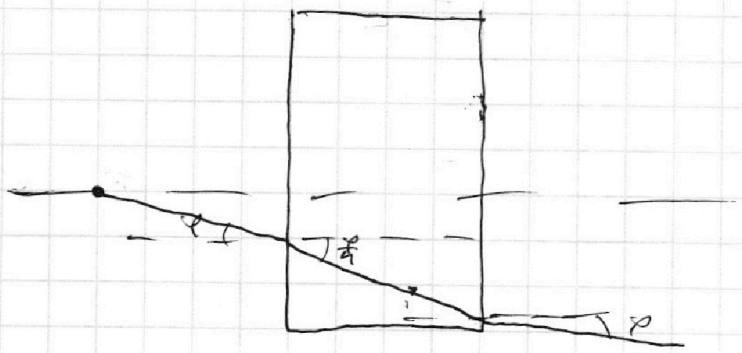
$J_{10} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$

After switching:



Сразу после замыкания через L и 2R ток остался J_{10}

Аналогично для 2L и 3R ток



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

1 2 3 4 5 6 7

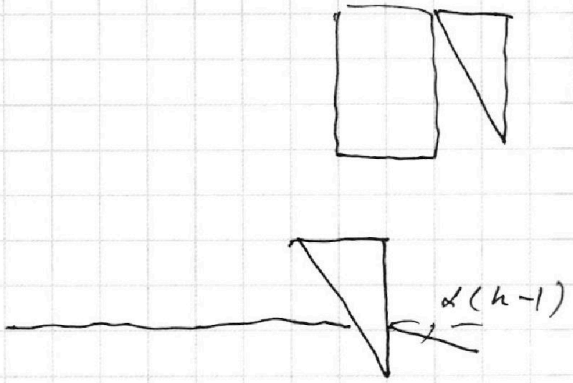
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

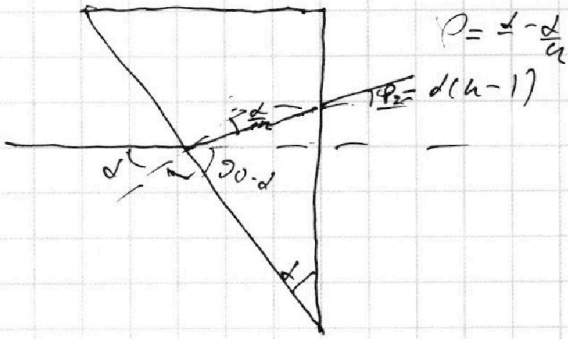
МФТИ

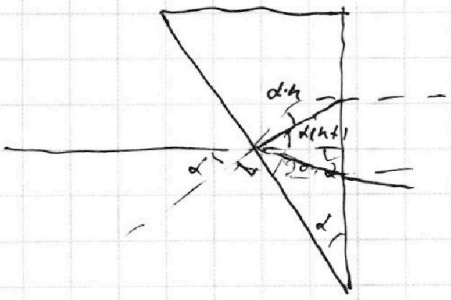
55.

$90 = \frac{\alpha}{n} + 90 - \alpha + \varphi$

$\varphi = \alpha - \frac{\alpha}{n}$



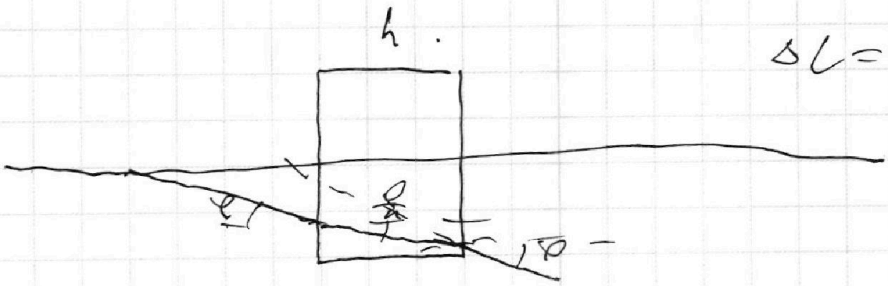




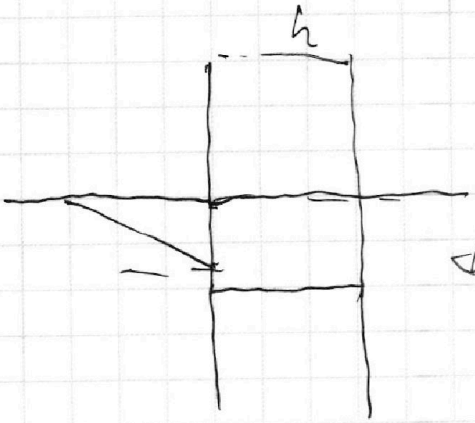
$90 = \alpha \cdot n + 90 - \alpha + \gamma$

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

$\alpha(n-1) \cdot n = \gamma$

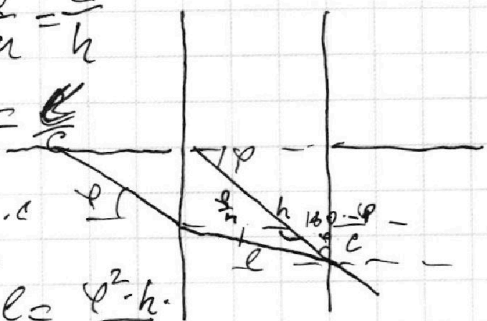


$\Delta L = h\left(\frac{n-1}{n}\right)$



$\frac{l}{n} = \frac{c}{h}$

$l = \frac{c}{c}$

$l = \frac{h}{\varphi \cdot h} \cdot c$

$l = \frac{\varphi^2 \cdot h}{h}$