



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

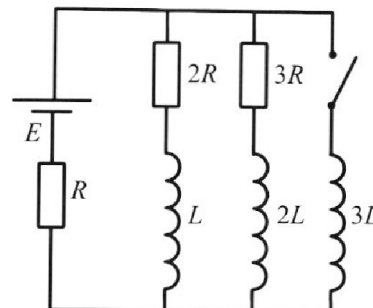
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

- 1) Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_v = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 194$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

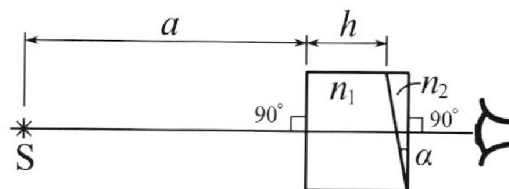


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



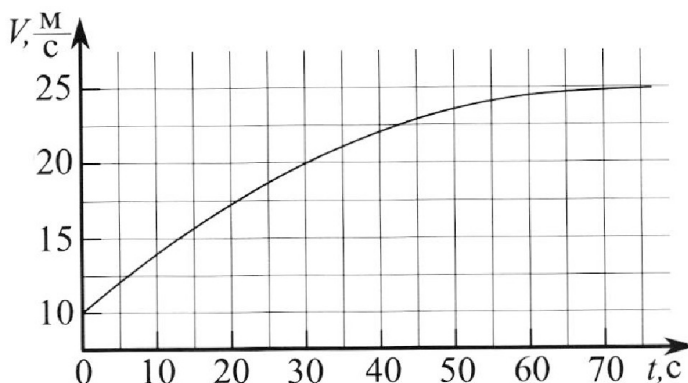
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 ?

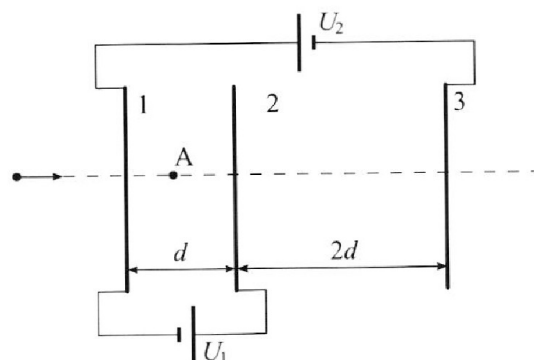
Требуемая точность число нного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

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!

51.

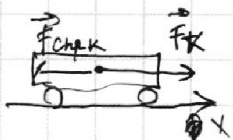
$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$m = 1900 \text{ кг}$$

$$v_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$F_1 - ?$$

$$P_1 - ?$$



По условию сила сопротивления $F_{ср} = k v$

1) в конце разгона сила $T_{эл} = F_k = 500 \text{ Н}$

2) графика видно, что разгон прекратился
при $v_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, т.к. скорость перестала расти.

И.З.М:

$$\vec{F}_{ср_k} + \vec{F}_k = 0$$

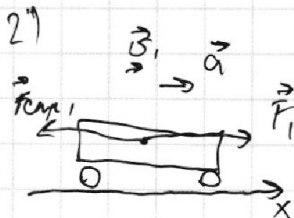
$$Ox: \vec{F}_{ср_k} = F_k$$

$$k v_k = F_k \Rightarrow k = \frac{F_k}{v_k} = \frac{500}{25} = 20 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

1) Найдём ускорение a , автомобиля при скорости v_1 ,

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \text{ участок от } 20 \text{ до } 30 \text{ с можно}$$

$$\text{считать отрезком прямой} \Rightarrow a_1 = \frac{20 - 15,5}{30 - 20} = \frac{2,5}{10} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



$F_{ср_1}$ - сила сопротивления при v_1

И.З.М:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_{ср_1} = m \vec{a}$$

$$F_{ср_1} = k v_1$$

$$Ox: F_1 - F_{ср_1} = m a$$

$$F_1 = m a + k v_1 = 1900 \cdot 0,25 + 20 \cdot 20 = 50 \text{ Н.}$$

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

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

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!

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

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

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

1) $\frac{V_B}{V_{H_2O}} = ?$

2) $P_0 = ?$

5 2

До нагревания:

$P_0 \frac{V}{2}$
$P_0 \frac{V}{4}$
$\frac{V}{4}$

Т.к. установившееся состояние
давление сверху и снизу равно P_0

Для верхней з. м. к.:

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

V_B - кол-во вещества в верхней части.

Для нижней

$$(2) P_0 \frac{V}{4} = V_{H_2O} R T_0$$

Т.к. $\frac{V}{4}$ занимает вода.

V_{H_2O} - кол-во вещества в нижней до нагревания

$$\frac{(1)}{(2)} = 2 = \frac{V_B}{V_{H_2O}} \Rightarrow (3) V_B = 2 V_{H_2O}$$

После нагревания:

$\frac{V}{5} P_2$
$V_2 P_2$
$\frac{V}{4}$

Т.

В установившемся равновесии давление в
обеих частях равно P_2

Для верхней:

$$P_2 \frac{V}{5} = V_B R T_2 \quad (4)$$

Для нижней:

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

P_{H_2O} - давление водяных паров при $T_2 = T_{\text{атм}}$.

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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

52 пр.

по 3.4.к

$$P_{CO_2} V_2 = \nu_{H_2} R T_0$$

V_2 объём занимаемый газом в нижней части.

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

$$P_{CO_2} = \frac{20 \cdot \nu_{H_2} R T_0}{11V} \quad (6)$$

ν_{H_2} — кол-во вещества CO_2 в нижней части после нагревания

$\nu_{H_2} = \nu_{H_2} + \Delta \nu$; $\Delta \nu$ — кол-во CO_2 растворённой в воде до нагрева.

$$\Delta \nu = k P_0 \frac{V}{4} \quad (2) \quad P_0 \frac{V}{4} = \nu_{H_2} R T_0$$

$$(1) \Delta \nu = k \nu_{H_2} R T_0$$

т.к. по условию $R T_0 = \frac{1}{k} \nu_{H_2} R T_0$

$$(8) R T_0 = R T_0 \cdot \frac{4}{5} = \frac{4}{5k} \quad \nu_{H_2} = 2 \nu_{H_2} = \nu_B \quad (3)$$

$$P_{CO_2} = \frac{20}{11} \cdot \frac{\nu_B \cdot R T_0}{V} \quad (4) \quad (13) (6)$$

$$(13) (4) : \frac{5 \nu_B R T_0}{11} = \frac{20 \nu_B \cdot R T_0}{11} + P_{\text{атм}}$$

$$\frac{35}{11} \nu_B R T_0 = P_{\text{атм}}; \quad (1) \quad \frac{\nu_B}{V} = \frac{P_0}{2T}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



52 пр.

$$U3 \quad (7) \quad u(8) \quad \Delta V = \frac{4}{5} V_{H1}$$

$$V_{H2} = \frac{2}{5} V_{H1}$$

$$U3(6): P_{CO_2} = \frac{20}{11} V \cdot \frac{2}{5} V_{H1} RT = \frac{18}{11} \underline{V_B RT} \quad (9)$$

$$т.к. \quad V_B = 2 V_{H1}$$

$$U3(4); (5) \quad u(9): \quad \underline{5 V_B RT} = \frac{18}{11} \underline{V_B RT} + P_{ATM}$$

$$\frac{37}{11} \underline{V_B RT} = P_{ATM}$$

$$U3(1) \quad \underline{V_B RT} = \frac{P_0}{240}, \text{ а из условия } T = \frac{5}{4} T_0$$

$$\frac{37}{11} \cdot \frac{P_0}{240} = T = \frac{37}{11} \cdot \frac{P_0}{2} \cdot \frac{5}{4} = P_{ATM}$$

$$P_0 = \frac{88}{185} P_{ATM}$$

$$\text{Ответ: } 1) \quad \frac{V_B}{V_H} = 2 \quad 2) \quad P_0 = \frac{88}{185} P_{ATM}$$

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!



53

d
 U

$q > 0$

m

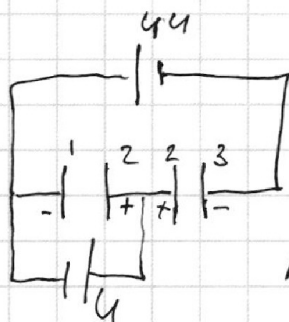
U_0

$a_{12} - ?$

$k_1 - k_2 - ?$

$U - ?$

Пластины можно представить в виде двух последовательно соединённых конденсаторов.

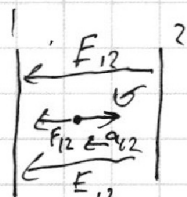


Напряжение на конденсаторе U_{12}

$$U_{12} = U$$

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

1 и 2 пластинками.



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

П.З.Н.

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

$$a_{12} = \frac{U \cdot q}{dm}$$

$$U = U_{12} + U_{23}$$

$$U_{23} = 5U$$

Напряжение на 23

Найдём $k_1 - k_2$

по 3.У.З.

$$-k_1 + k_2 = \overset{\text{работа } F_{12}}{A_{F_{12}}} = -F_{12} \cdot d = -\frac{U \cdot q}{3} \Rightarrow k_1 - k_2 = \frac{U \cdot q}{3}$$

Найдём U

3.У.З.

$$-\frac{mU_0^2}{2} + \frac{mU^2}{2} = A_{F_{12}} = -\frac{U \cdot q}{3} \Rightarrow U = \sqrt{U_0^2 - \frac{2}{3} \frac{U \cdot q}{m}}$$

$$U = \sqrt{U_0^2 - \frac{2}{3} \frac{U \cdot q}{m}}$$

будет 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
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

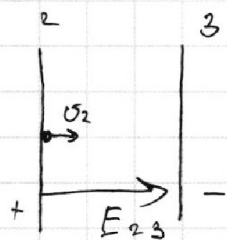
МФТИ

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

53. пр.

Частица не долетит до 3 пластины развернется
и полетит назад.

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



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 развернется и вылетит через 2
с той же скоростью v_2 с которой в неё влетела, но обратная
по направлению, то 3, с. э. $\Rightarrow$ её кин энергия будет = K_2
на вылете из 2.

из 2) пункта $\frac{mv_2^2}{2}$

Найдём скорость v :

3. и. э.

$$\frac{mv^2}{2} - K_2 = \frac{mv_0^2}{2} - K_2 = \frac{mv_0^2}{2} - qU$$

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

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} + qU = \frac{2}{3} qU \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{qU}{3}$$

Аналогично первому случаю
или пр. $v = \sqrt{v_0^2 - \frac{2}{3} \frac{qU}{m}}$



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!

53 пр.

Получаем Ответ:

$$1) a_{12} = \frac{u \cdot g}{d \cdot m}$$

$$2) k_1 - k_2 = u \cdot g$$

$$3) \sqrt{u^2 - \frac{2}{3} \frac{u \cdot g}{m}} \quad \text{в сторону 2 пластины}$$

$$\sqrt{u^2 - \frac{2}{3} \frac{u \cdot g}{m}} \quad \text{в сторону 1 пластины, в случае,}$$

когда $u < \sqrt{2 \frac{u \cdot g}{m}}$

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

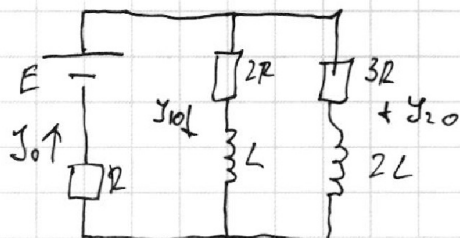


54.

До замыкания:

Расставим токи в цепи и запишем

правила Кирхгофа.



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

Т.к. режим установившийся

скорость изменения токов на катушках равна 0 $\Rightarrow$

на напряжениях равны 0.

//

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

//

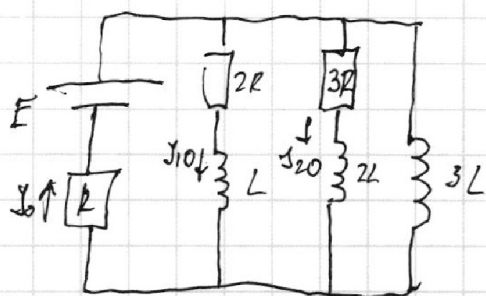
$$I_0 = \frac{5}{3} I_{10}$$

$$E = 2R \cdot I_{10} + I_0 R = \frac{11}{3} I_{10} R$$

//

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

После замыкания:



Сразу после замыкания через L и $2R$ течет тот же ток I_{10} , а через $3R$ и $2L$ I_{20} , через $3L$ ток пока не идет.

//

$$\text{Ток через } R: I_0 = I_{10} + I_{20} = \frac{5}{3} I_{10}$$

//

$$E = I_0 R + \frac{3L dI_3}{dt}$$

//

$$\frac{3L dI_3}{dt} = E - \frac{5}{11} E = \frac{6}{11} E$$

ан. пр.

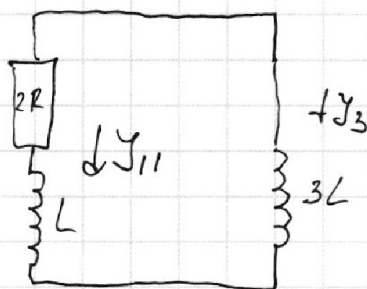
$$\frac{dI_3}{dt} = \frac{2}{11} \frac{E}{L}$$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐



54 кр.

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 протекающий через $2R$.

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

Заметим, что в установившемся режиме ток не будет течь
через $2R$ и $3R$, а потечёт только через $3L$, так
на его пути не будет сопротивления.

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

$$q_{11} = \frac{1}{2R} (3L I_3 + L I_{10})$$

I_3 ток в установившемся режиме через $3L$ и R

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

$$q_{11} = \frac{1}{2R} \left(\frac{3L \cdot E}{R} + L \cdot \frac{3}{11} \cdot \frac{E}{R} \right) = \frac{3E}{2R^2} \left(1 + \frac{1}{11} \right) = \frac{16}{11} \frac{E}{R^2}$$

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$; 2) $\frac{dI_3}{dt} = \frac{2}{11} \frac{E}{L}$; 3) $q_{11} = \frac{16}{11} \frac{E}{R^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



55.

$$a = 194 \text{ см}$$

$$n_1 = 1$$

$$d = 0,1$$

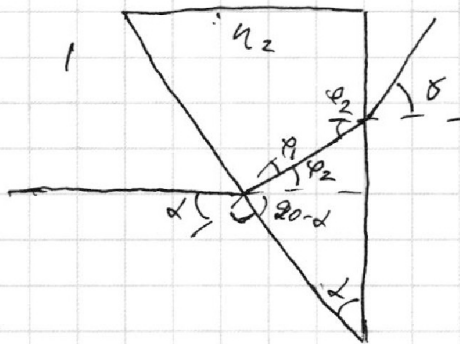
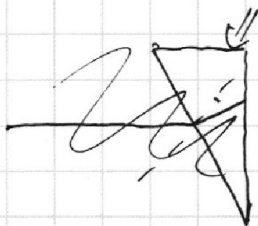
$$h = 9 \text{ см.}$$

$$1) n_1 = n_2 = 1$$

$$\gamma - ?$$

$$n_2 = 1,7$$

т.к. $n_1 = n_2$ в линзе 1 лучи не преломятся,
 $\Rightarrow$ её можно не учитывать.



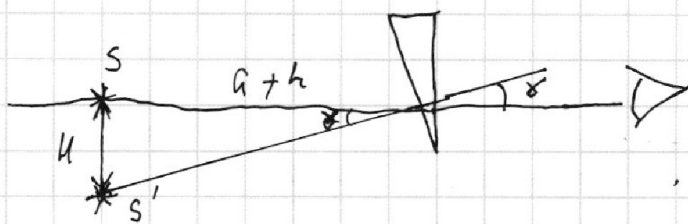
Заком Снелла:

$$d = \varphi_1 \cdot h_2 ; \delta = \varphi_2 \cdot h_2$$

$$90^\circ = \varphi_1 + \varphi_2 + 90^\circ - d \Rightarrow d = \frac{d}{n_2} + \frac{\delta}{n_2}$$

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

2) Теперь найдём расстояние между источником и изображением S'



т.к. угол δ мал

$$\tan \delta \approx \delta = \frac{h}{a+h}$$

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

3) Найдём ~~как вычисляется~~ расстояние до предмета

или расстояние от изображения до предмета если
перед ним ~~находится~~ пластинка mn .

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

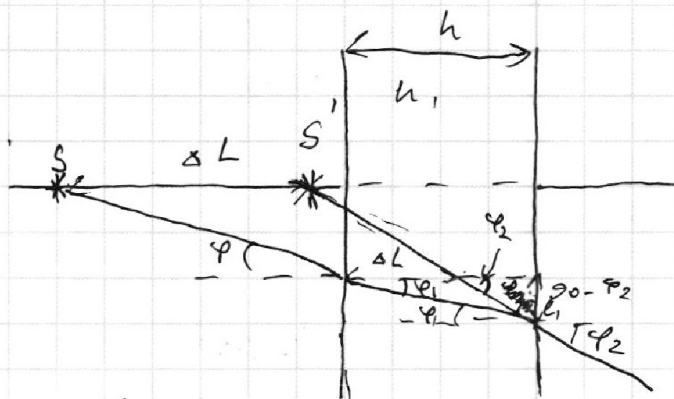
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



5Б нр.

Призму n_1 можно считать плоскопараллельной, т.к. $\angle$ мал.

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



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

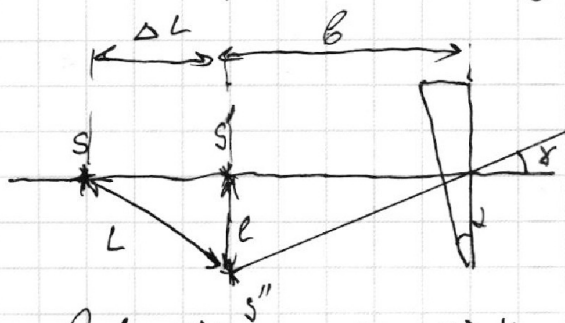
$$\varphi_2 = \varphi_1 \cdot n_1 = \varphi$$

луч идёт параллельно, т.е. какой вышел из источника.

$$\varphi_1 = \frac{v_1}{h} = \frac{\varphi}{n_1} \quad ; \quad \varphi_2 = \varphi = \frac{v_1}{h - \Delta L}$$

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

Найдём расстояние изображения S'' через n_2 .



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

Аналогично пункту 2)

$$l = \delta b = 0,08 \cdot 200 = 16 \text{ см}$$

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

Ответ: 1) $\delta = 0,08 \text{ рад}$; 2) $K = 14,9 \text{ см}$; 3) $L = \sqrt{205} \text{ см}$.



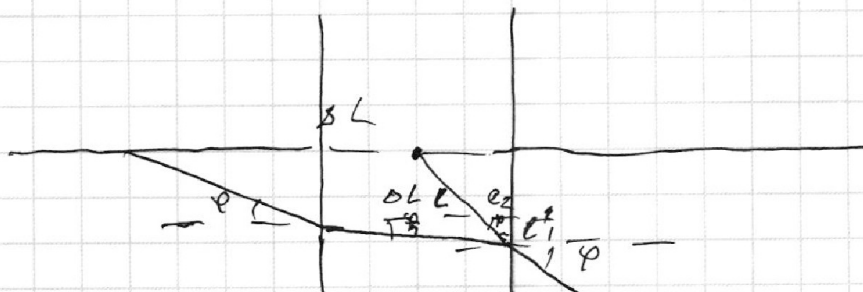
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

$$\varphi = \frac{l_1}{l_2}$$

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

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

$$205 + \frac{5}{41}$$

$$196 + 9 = 205$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



51.

$$F_k = 500 \text{ Н.}$$

$$F_{\text{тр}} = k U_r.$$

$$F_{\text{comp}} = k U$$

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

$$F_{\text{comp}} - F_{\text{тр}} = m a$$

$$\begin{array}{r} 203 \\ \times 12 \\ \hline 1491 \end{array}$$

$$-k U + F_{\text{тр}} = m \frac{dU}{dt}$$

$$A \text{ тр} = m d k U - F_{\text{тр}}$$

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

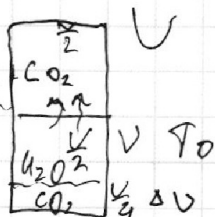
$$\begin{array}{r} 1800 \overline{) 4} \\ 16 \quad \overline{) 450} \\ \hline 20 \end{array}$$

$$-20 \cdot 20 + F_{\text{тр}} = 1800 \cdot 0,25$$

$$F_{\text{тр}} = 400 + \frac{1800}{4} = 50 \text{ Н.}$$

$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{F_{\text{тр}} U}{dt} = \frac{F_{\text{тр}} \cdot U}{dt} = 50 \cdot 20 = 1000 \text{ Вт.}$$

52



$$\frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{сек}}$$

$$\begin{array}{r} 55 \\ -13 \\ \hline 32 \end{array}$$

$$\frac{P_1 V}{2} = \nu_B R T$$

$$\frac{P_2 V}{u} = \nu_{H_2} R T$$

$$\frac{U_B}{U_{H_2}} = \frac{4}{2} = 2$$

$$\begin{array}{r} 33 \\ \times 5 \\ \hline 165 \end{array}$$

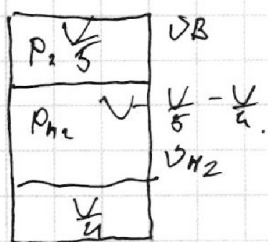
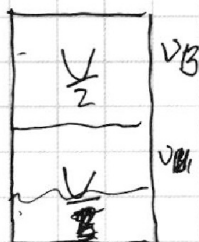
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$v_B = 2 v_{H1}$$

$$v_{H2} = v_{H1} + \Delta v = v_1 + k v_{H1} R T = 2 v_{H1}$$

$$\Delta v = k P_0 \cdot \frac{V}{4} \cdot \frac{1}{v_{H1} R T} = v_{H1}$$

$$P_2 \frac{V}{5} = v_B R T_0$$

$$\frac{V}{4} P_{H2O} = v_{H2} R T_0$$

$$P_{H2O} = P_{ATM}$$

$$P_2 = P_{H2O} + P_{H2O}$$

$$\frac{5}{V} v_B R T_0 = \frac{4}{V} v_B R T_0 + P_{ATM}$$

$$\frac{v_B R T_0}{V} = P_{ATM}$$

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

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

$$\frac{P_0 T_0}{2 T} = P_{ATM}$$

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

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



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

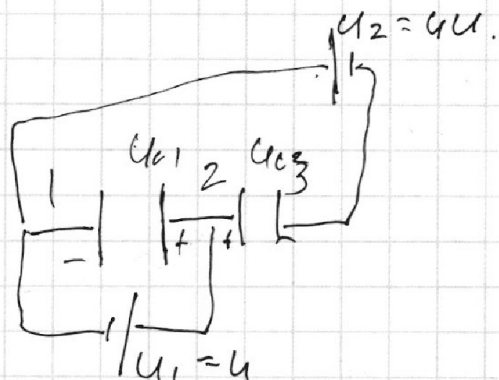
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

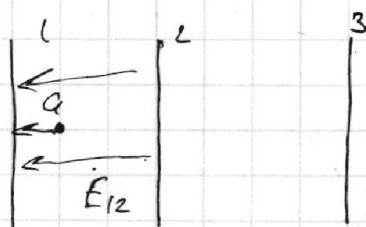
53.



$$U_{C1} = U_1 = U$$

$$4U = -U_{C1} + U_{C2}$$

$$U_{C2} = 5U$$



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

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

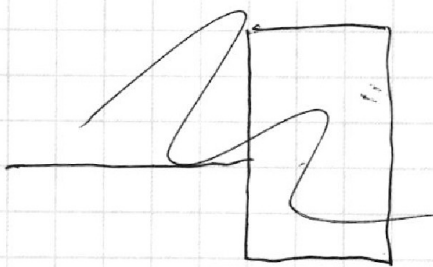
$$a = \frac{U}{d} \cdot \frac{q}{m}$$

$$k_1 - k_2 = A_{\text{вн}} = -E_{12} \cdot q \cdot d = -\frac{U}{d} \cdot q \cdot d = -U \cdot q$$

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

$$k = q \cdot U$$

$$A = q \cdot U$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

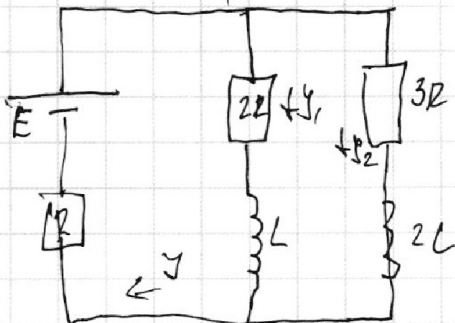
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



54.



$$E = 2I_1 \cdot R + I R$$

$$3R I_2 = 2R I_1$$

$$I_1 + I_2 = I$$

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

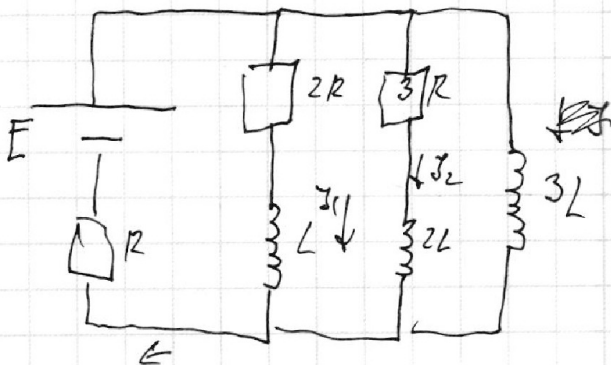
$$I = \frac{5}{3} I_1$$

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

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

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

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



$$E = \frac{3L dI_3}{dt} + I R$$

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

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

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

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

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

$$3L \cdot dI_3 = - L dI_1 - 2R I_1 dq$$

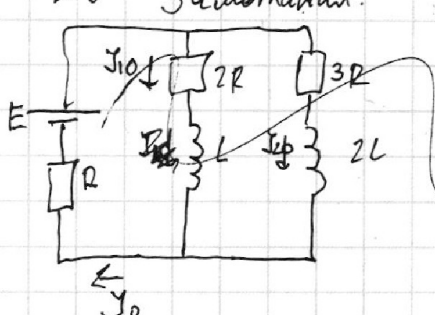
$$3L \cdot (I_3 - 0) = - L (I_1 - 0) - 2R I_1 q$$

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!

5 ч.

До замыкания: Расставим токи в цепи и замкнем



Пр. Кирхгофа:

$$I_0 = I_1 + I_2$$

$$2R \cdot I_1 - 3R \cdot I_2 = 0 \Rightarrow I_2 = \frac{2}{3} I_1$$

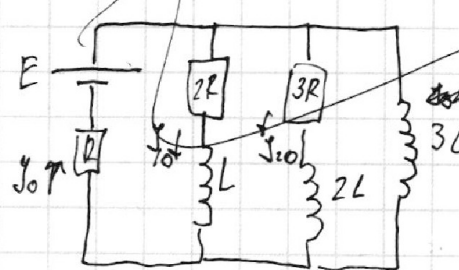
$$I_0 = \frac{5}{3} I_1$$

$$E = 2R \cdot I_1 + I_1 R = \frac{13}{3} I_1 R$$

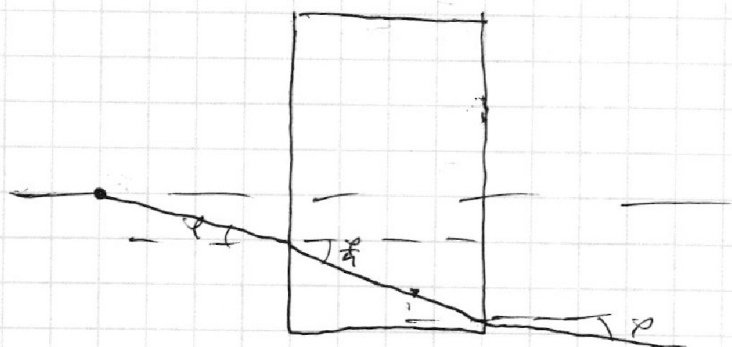
$$I_1 = \frac{3}{13} \frac{E}{R} \Rightarrow I_0 = \frac{5}{13} \frac{E}{R}$$

$$E = 2R \cdot I_0 + \frac{5}{3} I_0 R \Rightarrow I_0 = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$$

После замыкания:



Сразу после замыкания через L и 2R ток остался I_1
Аналогично для 2L и 3R ток



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

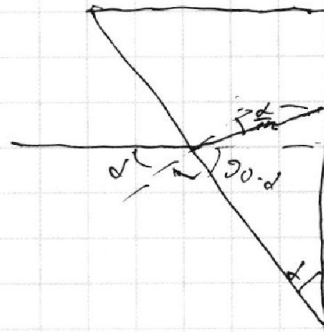
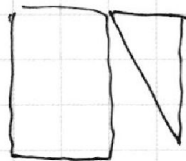
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



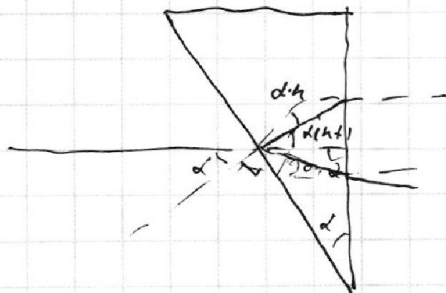
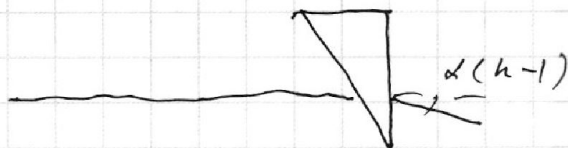
55.



$$90 = \frac{d}{h} + 90 - d + \varphi$$

$$\rho = \frac{d}{h}$$

$$\varphi = d(h-1)$$



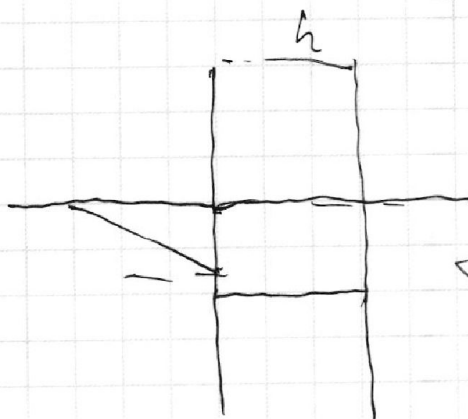
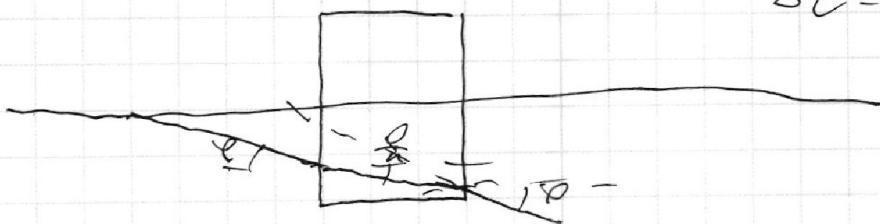
$$90 = d \cdot h + 90 - d + \delta$$

$$\delta = d(h-1)$$

$$d(h-1) \cdot h = \delta$$

h.

$$\Delta L = \frac{1}{2} h \left(\frac{h-1}{h} \right)$$



$$\frac{d}{h} = \frac{c}{h}$$

$$d = \frac{c}{h}$$

$$d = \frac{h}{h} \cdot c$$

$$c = \frac{h^2 \cdot h}{h}$$

