



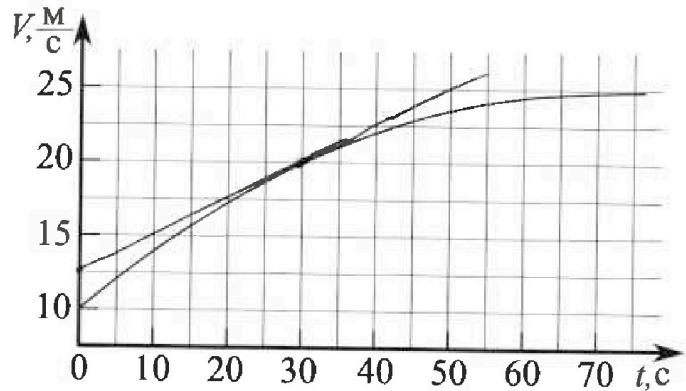
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

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



1. Автомобиль массой $m = 1800$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.
- 2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .
- 3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

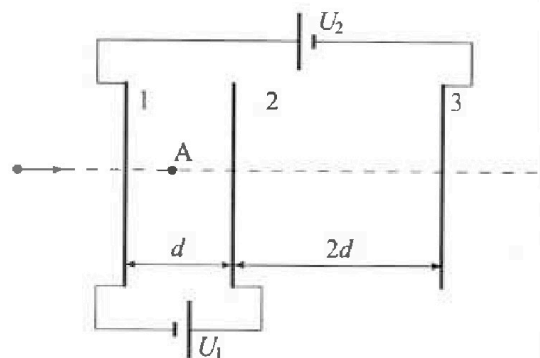
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости и пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kp v$. 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 А на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

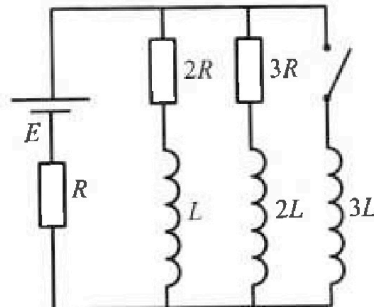
Вариант 11-01

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

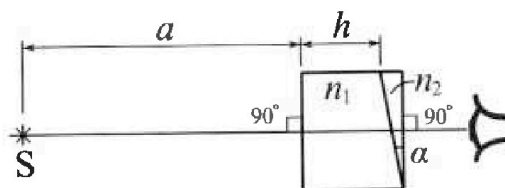
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) К 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 $n_a = 1,0$. 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 $n_1 = n_a = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_a = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

1) Допустим, кривая ~~зависит~~ график скорости движения автомобиля представим собой гиперболу вида $V = \frac{-a}{t+b} + c$,

где a, b и c — некоторые величины. В правой таблице найдем их, подставив известные точки на графике:

$$\begin{cases} 10 = \frac{-a}{b} + c \\ 25 = c \\ 20 = \frac{-a}{b+30} + c \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} c = 25 \\ \frac{a}{b} = 15 \\ \frac{a}{b+30} = 5 \end{cases} \Rightarrow \frac{b}{a} + \frac{30}{a} = \frac{1}{5}$$

Т.к. $t \rightarrow \infty \Rightarrow$ скорость автомобиля равна 25 м/с

Из последнего следует $\frac{1}{15} + \frac{30}{a} = \frac{1}{5} \Rightarrow a = 225$
 $b = 15$

Получим уравнение $V = 25 - \frac{225}{t+15}$

Однако, подставив некоторые значения t в уравнение, мы получим много отрицательных значений V и не являющихся гиперолой.

Ускорение автомобиля при $V_1 = 20$ м/с равно тангенсу наклона касательной к графику в этой точке.

С помощью метода касательных проведем касательную в этой точке, тогда

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{20 - 12,5}{30} = \frac{7,5}{30} = 0,25$$

Отсюда получим ускорение $a = \operatorname{tg} \alpha = 0,25 \text{ м/с}^2$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

- 2) ~~Сила тяги~~ Тяговая сила автомобиля
при резком разгоне a , когда
 $a m = F_k - v k$, где k — k -м
коэффициент, равный $k = \frac{F_k}{v_2}$, $v_2 = 25 \text{ м/с}$

При скорости v_1 сила тяги равна

$$F_k = a m + v k = 0,25 \cdot 1800 + 20 \cdot \frac{500}{25} =$$
$$= 450 + 400 = 850 \text{ Н}$$

- 3) Мощность, развиваемая автомобилем,
равна

$$P_1 = F_1 v_1 = 850 \cdot 20 = 17000 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $a = 0,25 \text{ м/с}^2$
2) $F_1 = 850 \text{ Н}$
3) $P_1 = 17000 \text{ Вт}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

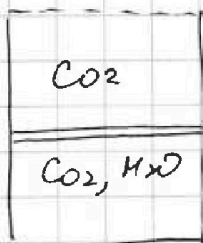
решение которой представлено на странице:

МФТИ



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!



1) До нагревания в верхней камере - только углекислый газ. Пусть его количество ν_1 , а кол-во углекислого газа в камере свободного углекислого газа в нижней камере - ν_2 , тогда равнение

$$p_0 = \frac{\nu_1 R T_0}{V_1},$$

такое же равнение и кол-во молекул воды в нижней камере $p_0 = \frac{\nu_2 R T_0}{V_2} = \frac{\nu_2 R T_0}{\frac{3}{4}V - V_1}$

примем $V_1 + V_2 = \frac{3}{4}V$. В воде при равнении p_1 образуется кол-во углекислого газа равное

$$\Delta \nu = \frac{k p_0 V}{4}$$

Поскольку в воде молекулы углекислого газа не все равные газам, то $V_1 = \frac{V}{2}$, тогда

$$\frac{\nu_1}{V_1} = \frac{\nu_2}{(\frac{3}{4} - \frac{1}{2})V} \Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{V_1}{\frac{3}{4}V - V_1} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{3}{4} - \frac{1}{2}} = 2$$

2) При нагревании до T весь углекислый газ в нижней камере перешел в свободное состояние. Для верхней камеры состава запишем: $\frac{p_1 V}{5} = RT \nu_1$, для нижней

$$\text{камеры: } \left(\frac{4}{5} - \frac{1}{4}\right) \frac{p_1 V}{5} = RT(\nu_2 + \Delta \nu + \nu) \text{ где } \nu - \text{кол-во}$$

испарившейся воды. При $T = 373\text{K}$ равнение наибольших кол-ов воды равно $p_{\text{атм}}$

$$\text{значит } \left(\frac{4}{5} - \frac{1}{4}\right) V p_{\text{атм}} = \nu R T \Rightarrow \nu = \left(\frac{4}{5} - \frac{1}{4}\right) \frac{V p_{\text{атм}}}{R T}$$

$$\text{тогда } \left(\frac{4}{5} - \frac{1}{4}\right) p_1 V = (\nu_2 + \Delta \nu) R T + \left(\frac{4}{5} - \frac{1}{4}\right) V p_{\text{атм}}$$

$$\frac{11}{20} p_1 V = \left(\nu_2 + \frac{k p_0 V}{4}\right) R T + \frac{11}{20} V p_{\text{атм}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице!

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$\frac{11}{20} p_1 V_2 = \frac{11}{4} \cdot \frac{p_1 V}{5} = \frac{11}{4} RT \nu_1 = \left(\nu_2 + \frac{k p_0 V}{4} \right) RT + \frac{11}{20} V p_{\text{ATM}}$$

$$(1) RT \left(\frac{11}{4} \nu_1 - \nu_2 - \frac{k p_0 V}{4} \right) = \frac{11}{20} V p_{\text{ATM}}$$

$$\text{или тогда } \nu_1 = \frac{p_0 V_1}{RT_0} = \frac{p_0 V}{2 RT_0}, \quad \nu_2 = \frac{p_0 V}{4 RT_0}$$

подставим в (1):

$$RT \left(\frac{11}{4} \cdot \frac{p_0 V}{2 RT_0} - \frac{p_0 V}{4 RT_0} - \frac{k p_0 V}{4} \right) = \frac{11}{20} V p_{\text{ATM}}$$

$$p_0 RT \left(\frac{11}{8 RT_0} - \frac{1}{4 RT_0} - \frac{k}{4} \right) = \frac{11}{20} p_{\text{ATM}}$$

$$p_0 RT \left(\frac{9}{8 RT_0} - \frac{k}{4} \right) = \frac{11}{20} p_{\text{ATM}}$$

$$p_0 RT \left(\frac{9 \cdot 5}{8 RT \cdot 4} - \frac{k}{4} \right) = \frac{11}{20} p_{\text{ATM}}$$

$$p_0 RT \left(\frac{45}{32 RT} - \frac{k}{4} \right) = \frac{11}{20} p_{\text{ATM}}$$

$$p_0 \cdot \frac{1}{3} \left(\frac{45}{32} - \frac{3 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 10^{-3}}{4} \right) = \frac{11}{20} p_{\text{ATM}}$$

$$p_0 \left(\frac{45}{32} - \frac{1}{4} \right) = p_0 \cdot \frac{37}{32} = \frac{11}{20} p_{\text{ATM}}$$

$$\text{отсюда } p_0 = \frac{11}{20} \cdot \frac{32}{37} p_{\text{ATM}} = \frac{11 \cdot 8}{5 \cdot 37} p_{\text{ATM}} = \frac{88}{185} p_{\text{ATM}}$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2$$

$$2) p_0 = \frac{88}{185} p_{\text{ATM}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

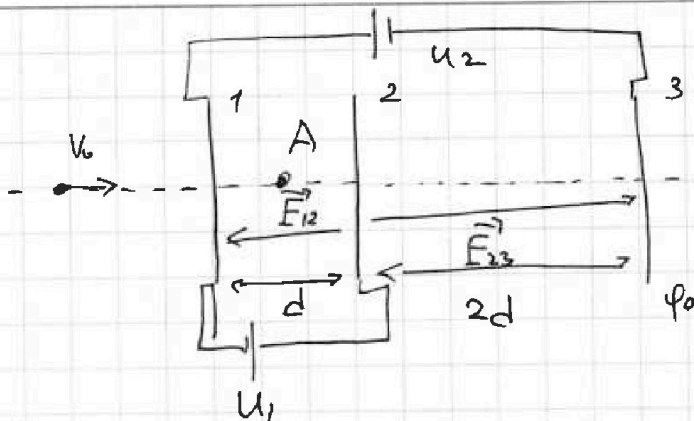
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$U_1 = U$$

$$U_2 = 4U$$

$$q > 0, m, v_0$$

- 1) Пусть потенциал сетки 3 равен ϕ_0 , тогда потенциал сетки 1 равен $\phi_0 + 4U$, а потенциал сетки 2 равен $\phi_0 + 5U$

Зн: В таком случае между сетками 1 и 2 существует напряжённость $E_{12} = (\phi_0 + 5U - \phi_0 - 4U)/d =$

$$= U/d, \text{ Аналогично напряжённость между сетками 2 и 3 равна } E_{23} = \frac{2U}{d}$$

($E_{23} = (\phi_0 + 4U - \phi_0)/(2d)$)

За великими перемещением крайних точек электрическое поле протискиваем дифференциал.

В области между сетками 1 и 2 поле, действующее на заряд q равно

$$a_{12} = \frac{E_{12}q}{m} = \frac{Uq}{dm}$$

- 2) Разность кинетических энергий K_1 и K_2 равна работе электростатических сил, направленных против гравитации.

$$K_1 - K_2 = E_{12}dq = Uq$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

3) Скорость частицы на расстоянии $\frac{1}{3}d$ от центра равна

$$V = -\frac{E_{12}q}{m} + V_0 = V_0 - \frac{Uq}{dm}$$

$$\frac{V_0^2 - V^2}{2a_{12}} = \frac{d}{3} \Rightarrow V^2 = V_0^2 - \frac{2}{3} da_{12} = V_0^2 - \frac{2}{3} \frac{Uq}{m}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 - \frac{2}{3} \frac{Uq}{m}}$$

Ответ: 1) $a_{12} = \frac{Uq}{dm}$

2) $k_1 - k_2 = Uq$

3) $V = \sqrt{V_0^2 - \frac{2}{3} \frac{Uq}{m}}$

2) Разность кинет. энергий $k_2 - k_1 = F_{12}dq = Uq$ равна работе Э/см сел

3) Скорость частицы на расстоянии $\frac{1}{3}d$ от центра равна V .

$$\frac{V_0^2 - V^2}{2a_{12}} = \frac{d}{3} \Rightarrow V = \sqrt{V_0^2 - \frac{2}{3} \frac{Uq}{m}}$$

Ответ: 1) $a_{12} = \frac{Uq}{dm}$

2) $k_1 - k_2 = Uq$

3) $V = \sqrt{V_0^2 - \frac{2}{3} \frac{Uq}{m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

3)

Вектор V_2 - скорость в Т.А.

V_1 - скорость при прохождении сетки 1.

$$V_1^2 - V_2^2 = \frac{2Uq}{3m}, \quad 3\varphi_0 + 5U + 4U = 0$$
$$3\varphi_0 = -9U \Rightarrow \varphi_0 = 3U$$

$$m(V_0^2 - V_1^2) = 2(\varphi_0 + 4U)q = 2 \cdot 3 \cdot 4q$$

$$V_0^2 = V_1^2 + \frac{24q}{m}$$

$$V_2^2 = -\frac{8}{3} \frac{Uq}{m} + V_0^2$$

Итак $V_2 = \sqrt{V_0^2 - \frac{8}{3} \frac{Uq}{m}}$

Итак: 1) $a_{12} = \frac{Uq}{dm}$

2) $K_1 - K_2 = Uq$

3) $V_2 = \sqrt{V_0^2 - \frac{8}{3} \frac{Uq}{m}}$

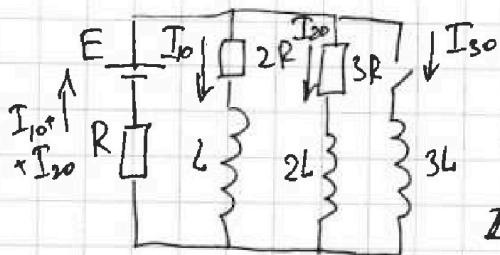
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



1) Поскольку ток в цепи увеличивается, то его значение остаётся постоянным. По закону Ома для замкнутой цепи Кирхгофа для двух контуров, считая что резисторы $2R$ и $3R$ текут сообразно направлению токи I_{10} и I_{20} :

$$\begin{cases} E = (I_{10} + I_{20})R + I_{10} \cdot 2R \\ I_{10} \cdot 2R = I_{20} \cdot 3R \end{cases} \Rightarrow \underline{I_{10} = 1,5 I_{20}}$$

$$E = 2,5 I_{20} R + 3R I_{20} = 5,5 R I_{20} \Rightarrow I_{20} = \frac{E}{R} \cdot \frac{1}{5,5}$$

тогда $I_{10} = 1,5 I_{20} = \frac{E}{R} \cdot \frac{1,5}{5,5} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$

2) Сразу после замыкания ключа ток через катушку $3L$ будет возрастать, но в любой момент времени значение тока сам ток во всех ветвях цепи как генератор увеличится, поэтому для большого количества времени:

$$E - R(I_{10} + I_{20}) = 3L \frac{dI_{30}}{dt}, \text{ где } \frac{dI_{30}}{dt} - \text{ток, скорость}$$

роста значения цепи тока, индукцию катушки $3L$

$$\begin{aligned} E - R \cdot 2,5 I_{20} &= 3L \frac{dI_3}{dt} \Rightarrow \frac{dI_3}{dt} = \frac{E - 2,5 I_{20} R}{3L} = \\ &= \frac{E - (2,5/5,5)E}{3L} = \frac{1 - \frac{2,5}{5,5}}{3L} E = \frac{1 - \frac{5}{11}}{3L} E = \frac{2}{11} \frac{E}{L} \end{aligned}$$

3) Через достаточно большое время после замыкания ключа ток через катушку $3L$ перестанет изменяться и будет равен $I_3 = \frac{E}{R}$, такой же ток будет течь и

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ

1 2 3 4 5 6 7

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



через резистор R . В двух обмотках к
сетям сила тока будет равна нулю.

~~Напишем ЭНД~~. Напишем φ -е для
момента произвольного момента
время закончили кетоя, пока пока еще
не закончили:

$$1) E - (i_1 + i_2 + i_3)R = 2i_2R + L \frac{di_1}{dt} = 3i_2R + 2L \frac{di_2}{dt} = 3L \frac{di_3}{dt}$$

где i_1, i_2, i_3 - мгновенные токи, измеряемые
через катушки $L, 2L$ и $3L$, соответственно.

Моменты пока ток перестанет течь
через резисторы $2R$ и $3R$ произойдет в одно
и то же время, начальные значения
тока I_{10}, I_{20} , тогда они начнут
увеличиваться со временем. Учитывая $I_{10} = \frac{3}{2} I_{20}$,

$L \frac{di_1}{dt} = 2L \frac{di_2}{dt}$, т.е. скорость нарастания
тока ~~на \frac{dt} как в цепи с резистором $2R$ будет~~
в 2 раза больше, чем в цепи с $2L$ и в
3 раза больше, чем в цепи с катушкой $3L$
Скорость увеличения тока в катушке $3L$

из (1) получим $L di_1 + 2i_1R dt = 3L di_3$, проинтегрируем
от момента замыкания
катушки до бесконечности, получим:

$-L I_{10} + 2R Q_1 = 3L I_3$, где Q_1 - заряд,
прошедший через резистор $2R$.

$$Q_1 = \frac{3L I_3 + L I_{10}}{2R} = \frac{3L}{2R} \left(\frac{E}{R} + \frac{3}{11} \frac{E}{R} \right) = \frac{21}{11} \frac{EL}{R^2}$$

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$ 2) $\frac{di_3}{dt} = \frac{2}{11} \frac{E}{L}$

3) $Q_1 = \frac{21}{11} \frac{EL}{R^2}$



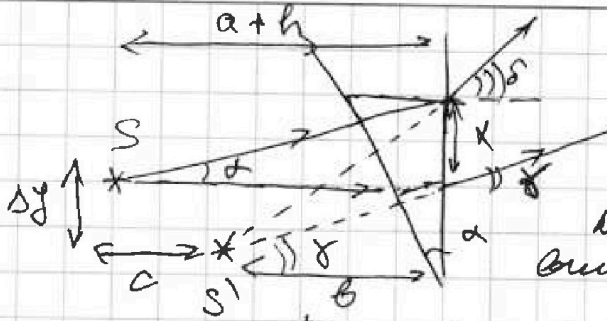
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



После малых
углов отклонения
от вертикали
кривые криволинейной
второй кривизны.

После рассуждений между точками
выхода 2-х лучей будет равно

$$x = (a+h) \tan \alpha \approx (a+h) \alpha$$

Пусть b - расстояние от вертикали
сфокусировки до центра, тогда

$$b \tan \delta = b \tan \delta - x \Rightarrow b = \frac{x}{(\delta - \alpha)} = \frac{(a+h) \alpha}{(\delta - \alpha)} =$$

$$= \frac{0,1(a+h)}{(0,17 - 0,07)} = a+h, \text{ т.е. фокусировка будет}$$

на том же уровне, что и источник, но смещено
вниз на Δy , $c=0$, тогда

Рассмотрим Δy от фокуси-
ровки до источника равно

$$(1) \Delta y = (a+h) \tan \delta = (194+9) \cdot 0,07 =$$

$$= 203 \cdot 0,07 = 14,21 \text{ см } (\tan \delta \approx \delta)$$

3) $h_1=1,5, h_2=1,7$ - угол первого луча на экране

$$h_1=1,5, h_2=1,7$$

Для первого луча имеем:

$$\begin{cases} h_1 \alpha = h_2 \beta \\ h_2(\alpha - \beta) = \delta \end{cases} \Rightarrow \delta = h_2 \alpha \left(1 - \frac{h_1}{h_2}\right) =$$

$$= \alpha(h_2 - h_1) = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02$$



Для второго луча имеем:

$$\begin{cases} \alpha = h_1 \alpha_1 \\ h_1(\alpha - \alpha_1) = \alpha_2 h_2 \\ h_2(\alpha - \alpha_2) = \delta \end{cases} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{\delta}{h_1}$$

$$\alpha_2 = \frac{h_1}{h_2} \left(\alpha - \frac{\delta}{h_1}\right) = \frac{\delta}{h_2} (h_1 - 1)$$

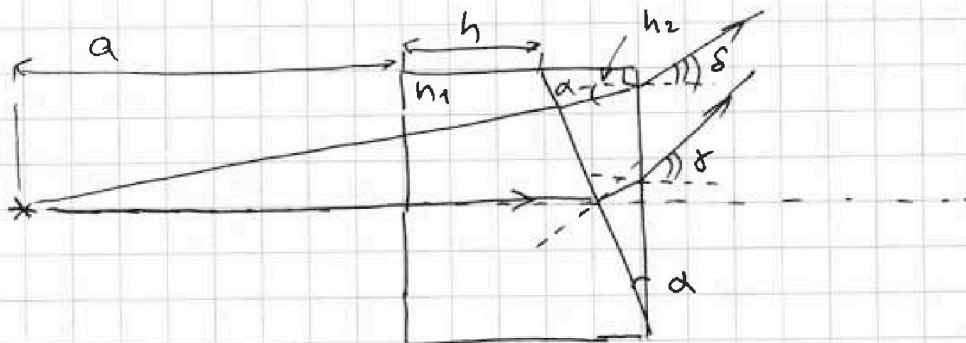
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

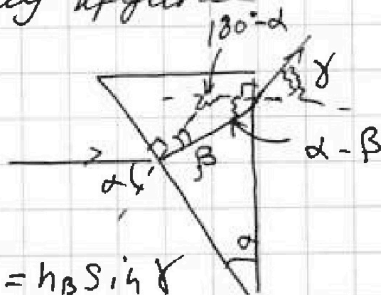


$$\begin{aligned} a &= 194 \text{ см} = 1,94 \text{ м} \\ h &= 9 \text{ см} = 0,09 \text{ м} \\ \alpha &= 0,1 \text{ рад} \\ n_B &= 1 \end{aligned}$$

1) $n_1 = n_B = 1, n_2 = 1,7$

Изобразим луч \perp левой грани
~~нормали~~ нормали. Изобразим
линию преломления и выведем

Заменим β -н
Синусы угла обеих
нормалей:



$$n_B \sin \alpha = n_2 \sin \beta, \quad \text{или } n_2 \sin(\alpha - \beta) = n_B \sin \delta$$

Поскольку угол α мал, то $\sin \alpha \approx \alpha$, тогда Т.К.
 $n_B = n_1 = 1$, то $\begin{cases} \alpha = n_2 \beta \\ n_2(\alpha - \beta) = \delta \end{cases} \Rightarrow \delta = n_2(\alpha - \frac{\alpha}{n_2}) = \alpha(n_2 - 1)$

Поскольку $n_1 = n_B = 1$, то на первой грани преломля
луч не искривляется, тогда угол выходящего
луча равен

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

2) $n_1 = n_B = 1, n_2 = 1,7$, Рассмотрим второй
луч, который пойдет перпендикулярно вер-
тикальной грани второй преломля и
выйдет из среза под углом δ к нормали
туда!

$$n_2 \sin \alpha = n_B \sin \delta \Rightarrow \delta = \alpha n_2 = 0,17 \text{ рад}$$

лучи расходятся, значит наблюдате-
ль будет видеть световое отражение
за линзой

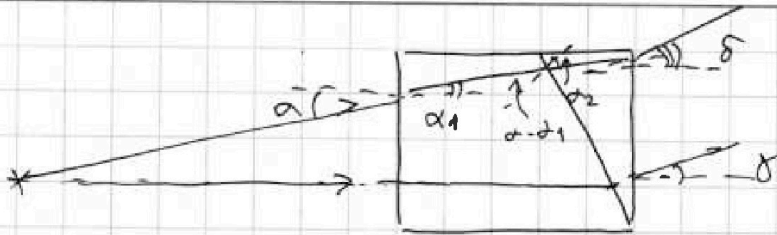
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Исходя $\delta = n_2 (\alpha - \alpha_2) = n_2 (\alpha - \frac{\alpha}{n_2} (n_1 - 1)) =$

$= \alpha (n_2 - n_1 + 1) = 0,1 \cdot (1,7 - 1,5 + 1) = 0,12$

Теперь по формуле (1) найдем расстояние от центра тяжести до поверхности

$\Delta y_2 = (a + h) \operatorname{tg} \delta = 203 \cdot 0,02 = 4,06 \text{ см}$

- Итого:
- 1) $\delta = 0,07 \text{ рад}$
 - 2) $\delta = 0,17 \text{ рад}$ ~~и~~ $\Delta y = 14,21 \text{ см}$
 - 3) $\Delta y_2 = 4,06 \text{ см}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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

Решение

L

$$I_1 = 0 \quad I_2 = \frac{E}{R}$$

$$I_{10} = \frac{15E}{3R} = \frac{5E}{R} \quad I_{20} = 0$$

25	0
18	0
25	0
20	0
25	0
18	0
25	0

$$25 - 225 = 25 - 9 = 16$$

$$\approx 25 - 6$$

$$Q = \int I^2 R dt = \int (25 - 15 - 3) dt = \int 7 dt = 7t$$

$$= \int q I P = \int (25 - 15 - 3) dt = 7t$$

$$= \int q U = \int (25 - 9) dt = 16t$$

$$2 I^2 R + L \frac{dI}{dt} = 3 I^2 R + L \frac{dI}{dt}$$

$$\int L \frac{dI}{dt} + 2 I^2 R = \int 3 I^2 R + L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{L}{2} \frac{dI^2}{dt} + 2 I^2 R = \frac{3L}{2} \frac{dI^2}{dt} + 2 I^2 R$$

$$\frac{L}{2} \frac{dI^2}{dt} = \frac{3L}{2} \frac{dI^2}{dt}$$

$$\frac{L}{2} \frac{dI^2}{dt} = \frac{3L}{2} \frac{dI^2}{dt}$$

$$\frac{L}{2} \frac{dI^2}{dt} = \frac{3L}{2} \frac{dI^2}{dt}$$

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!

$\frac{2}{15} = \frac{30}{a}$
 $a = \frac{30 \cdot 15}{2} = 225$
 $\frac{15-15}{60} = \frac{15}{4} = 1,5$
 $25 = C$
 $y = -\frac{225}{x+15} + 25$
 $y = \frac{-225}{45+15} + 25 = 25 - \frac{225}{60} = 25 - 3,75 = 21,25$
 $10 = \frac{1}{ab} + 25 \Rightarrow \frac{1}{ab} = -15$
 $\frac{1}{ab} = -\frac{1}{15}$
 $-5 = \frac{1}{a(30+b)} = \frac{1}{30a+ab}$
 $-5 = \frac{1}{30a + \frac{1}{15}}$
 $-\frac{1}{5} = 30a + \frac{1}{15}$
 $\frac{1}{15} - \frac{1}{5} = 30a \Rightarrow 30a = -\frac{4}{15}$
 $a = -\frac{2}{225}$
 $\frac{1-3}{15} = \frac{-2}{15} = 30a$
 $a = -\frac{1}{225}$
 $= 25 - \frac{225}{60} = \frac{25 \cdot 60 - 225}{60} = \frac{1500 - 225}{60} = \frac{1275}{60} = 21,25$
 $-\frac{1}{15} / -\frac{2}{225} = \frac{15 \cdot 2}{2}$

б) г) :

$y = \frac{-225}{21,25 + 7,5} + 25$
 $37,5 \cdot 2 = 75 = \frac{15}{5} = 3$
 $2,75$
 $5,5$
 $8,25$
 18
 $8 \frac{1}{4} = \beta$
 α
 $120^\circ - \alpha$
 $120 - (120 - \alpha) - \beta = \alpha - \beta$

$E \quad A = \overline{E} + \Delta W$

$\frac{16-5}{20} = \frac{11}{20}$

$\frac{6}{11}$

