



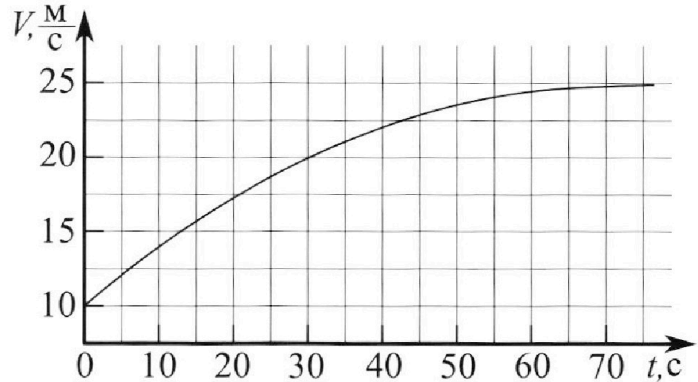
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-03



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

1. Автомобиль массой  $m = 1500$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна  $F_k = 600$  Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



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

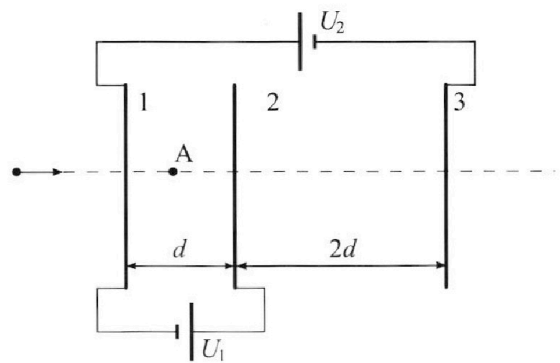
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении  $P_0 = P_{\text{АТМ}}/2$  ( $P_{\text{АТМ}}$  - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/5$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $v$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpv$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите отношение конечной и начальной температур в сосуде  $T/T_0$ .

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



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность  $K_1 - K_2$ , где  $K_1$  и  $K_2$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $d/4$  от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-03

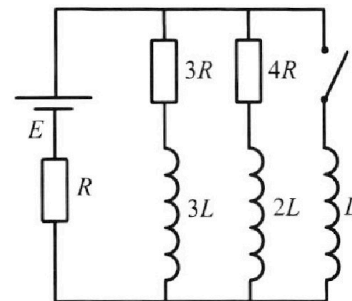
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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

- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $3R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_{\text{в}} = 1,0$ . Точечный источник света S расположен на расстоянии  $a = 90$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

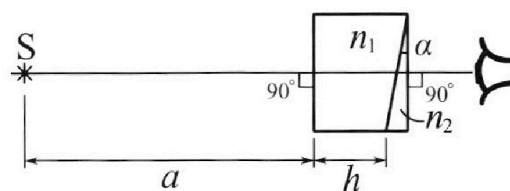


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

① 1) Если дан график  $v(t)$ , заметим, что угловой коэффициент касательной к кривой является ускорением в момент  $t$ , т.к.  $a = \frac{dv}{dt}$  в случае прямолинейного прямолинейного участка.

Проведём касательную в точке  $(0\text{с}; 10\text{ м/с})$ , тогда ускорение автомобиля будет равно угловому коэффициенту касательной:

Касательная проходит также через точку  $(30\text{с}; 22,5\text{ м/с})$ .

Тогда угловой коэффициент равен ускорению:

$$a_0 = \frac{dv}{dt} = \frac{(22,5 - 10)\text{ м/с}}{30\text{с}} \approx 0,4\text{ м/с}^2$$

2) Заметим, что при больших временах (больше, чем 70с) скорость перестаёт расти, т.е.  $a \rightarrow 0\text{ м/с}^2$ , т.е. заметим второй закон Ньютона для автомобиля:

$$0 = F_0 - \beta v_{\text{кон}}, \text{ где } F_{\text{сопр.}} = \beta v \text{ (выражение для силы сопротивления)}$$

$$F_0 = \beta v_{\text{кон}}$$

$v_{\text{кон}}$  - конечная скорость (по графику равна 25 м/с)

$$\beta = \frac{F_0}{v_{\text{кон}}} = \frac{600\text{Н}}{25\text{ м/с}} = 24\frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Запишем второй закон Ньютона для начала разгона:

$$m a_0 = F_0 - \beta v_{\text{нач.}}$$

$v_{\text{нач.}}$  - начальная скорость, равная 10 м/с

$$F_0 = m a_0 + \beta v_{\text{нач.}} = 1500\text{ кг} \cdot 0,4\text{ м/с}^2 + 24\frac{\text{кг}}{\text{с}} \cdot 10 = 840\text{Н}$$

3) Мощность будет равна:

$$P_0 = \frac{dA}{dt} = \frac{F_0 ds}{dt} = F_0 v_{\text{нач.}} =$$

$$= 840\text{Н} \cdot 10\text{ м/с} = 8400\text{ Вт}$$

$dA$  - элементарная работа, которая в своём описании равна произведению силы на бесконечно малое перемещение

Ответ: 1)  $a_0 = 0,4\text{ м/с}^2$

2)  $F_0 = 840\text{Н}$

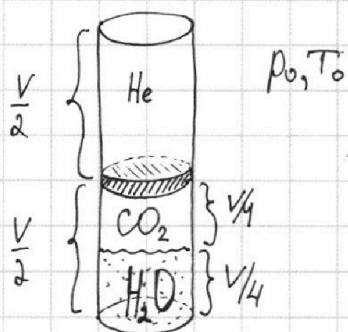
3)  $P_0 = 8400\text{ Вт}$

Стр. 3

- 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!

2



$$V_{CO_2} = \frac{V}{4}$$

$$V_{CO_2} = V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5} = \frac{20}{20}V - \frac{5}{20}V - \frac{4}{20}V = \frac{11}{20}V$$

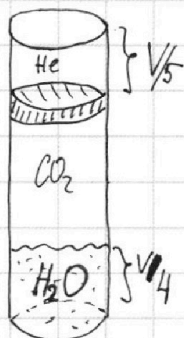
Уравнение Менделеева-Клапейрона для газов (до нагревания)

$$1) p_0 \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} R T_0$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_{He} R T_0$$

$$\frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_2}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{1} = 2$$

$$T = 373K$$



2) После нагревания:

$$p \frac{V}{5} = \nu_{He} R T$$

(гелий)

$$p \frac{11}{20} V = (\nu_{CO_2} + \Delta \nu) R T$$

(учитывая газ)

$$\Delta \nu = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{с}^2} \cdot p_0 \frac{V}{4}$$

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

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

$$\begin{aligned} \nu_{CO_2} + \Delta \nu &= \frac{11}{20} \cdot \frac{5}{4} = \frac{11}{8} \\ \frac{\nu_{CO_2}}{2\nu_{CO_2}} + \frac{\Delta \nu}{2\nu_{CO_2}} &= \frac{11}{8} \\ \frac{\Delta \nu}{2\nu_{CO_2}} &= \frac{11}{8} - \frac{2}{4} = \frac{9}{8} \\ \frac{\Delta \nu}{\nu_{CO_2}} &= \frac{9}{2} = 4,5 \end{aligned}$$

$$p_0 \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} R T_0$$

$$\frac{\Delta \nu}{k} = \nu_{CO_2} R T_0 \Rightarrow \Delta \nu = k \nu_{CO_2} R T_0$$

$$p_{H_2O}'' \frac{11}{20} V = \nu_{H_2O} R T \quad (\text{Вода})$$

$p_{CO_2}' + p_{H_2O}'' = p$  (из равенства давлений сверху и снизу поршня и по закону Дальтона)

$$\frac{11}{20} \cdot \frac{5}{1} \frac{p_{CO_2}'}{p} = \frac{1 + k R T_0}{2} \Rightarrow \frac{p_{CO_2}'}{p} = \frac{2}{11} (1 + k R T_0)$$

Стр. 6

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

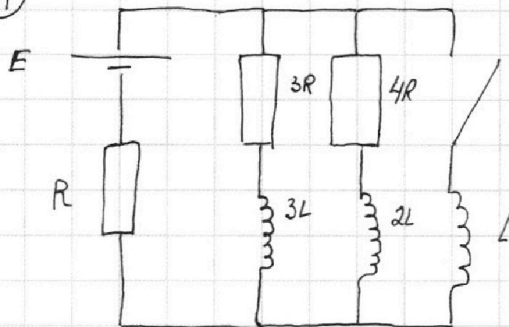
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

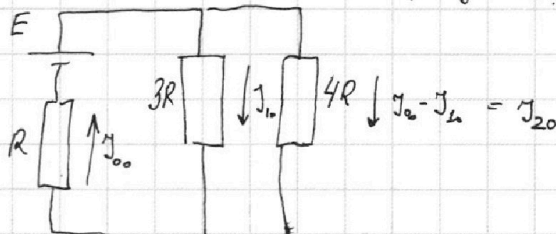
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



4



1) Киргоф размыкнут. Решим задачу, а значит, коэффициенты индуктивности стали просто перемноженными. Перенесем их сразу и расставим ток (как на рисунке).



Через резистор сопротивлением 4R потечет ток  $J_{00} - J_{10}$  по первому правилу Кирхгофа.

Запишем второе правило Кирхгофа для двух контуров.

$$\begin{cases} J_{10} \cdot 3R + J_{00} R = E & | \cdot 5 \\ J_{00} \cdot R + (J_{00} - J_{10}) \cdot 4R = E \end{cases}$$

Разу найдем ток  $J_{00}$  через резистор сопротивлением  $\frac{4}{19} \frac{E}{R} \cdot 3R + J_{00} R = E$

$$\begin{cases} 5J_{00} R + 15J_{10} R = 5E \\ 5J_{00} R - 4J_{10} R = E \end{cases}$$

$$J_{00} R = E - \frac{12}{19} E$$

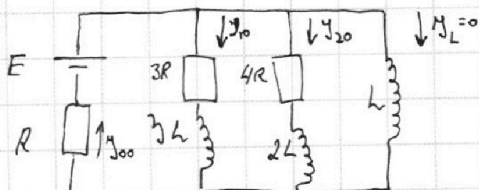
$$J_{00} = \frac{7}{19} \frac{E}{R}$$

$$19J_{10} R = 4E$$

$$J_{10} = \frac{4}{19} \frac{E}{R}$$

2) Скорость возрастания тока:  $\frac{dJ_L}{dt}$ , заметим, если катушка имеет постоянную индуктивность, то напряжение на катушке:  $-L \frac{dJ_L}{dt}$ .

Через катушку ток не может увеличиться мгновенно. Т.е. ток через катушку 2H и 3L сразу после замыкания ключа не изменится, но ток и на катушке ~~индуктивно~~ индуктивно сдвигается. Заметим второе правило Кирхгофа:



$$E - L \frac{dJ_L}{dt} = J_{00} \cdot R$$

$$E - L \frac{dJ_L}{dt} = \frac{7}{19} \frac{E}{R} \cdot R$$

$$E \left(1 - \frac{7}{19}\right) = L \frac{dJ_L}{dt}$$

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

Смп. 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!



3) Запишем ещё одно правило Кирхгофа:

$$\cdot dt \left| -L \frac{dI_L}{dt} + 3L \frac{dI_{3R}}{dt} = - \frac{dq_{3R}}{dt} \cdot 3R, \text{ где } I_{3R} - \text{ток через резистор сопротивлением } 3R, \text{ а } q_{3R} - \text{заряд, прошедший через } 3R \text{ резистор.}$$

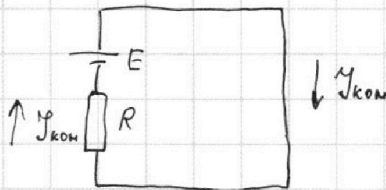
$$-L dI_L + 3L dI_{3R} = -3R dq_{3R}$$

$$3R dq_3 = L dI_L - 3L dI_{3R}$$

$$dq_3 = \frac{L}{3R} dI_L - \frac{3L}{3R} dI_{3R}$$

$$q = \int_0^I dq_3 = \frac{L}{3R} \int_0^{I_{кон}} dI_L - \frac{L}{R} \int_0^0 dI_{3R}$$

После того как установится режим катушка индуктивности  $L$  станет перемычкой и весь ток с батареи будет идти на  $3R$ , т.е.:



$$I_{кон} R = E$$

$$I_{кон} = E/R$$

$$q = \frac{L}{3R} \cdot \frac{E}{R} - \frac{L}{R} \left( 0 - \frac{4E}{19R} \right) = \frac{LE}{R^2} \left( \frac{1}{3} + \frac{4}{19} \right) = \frac{31}{57} \frac{LE}{R^2}$$

Ответ:

1)  $\frac{4}{19} \frac{E}{R}$

2)  $\frac{12}{19} \frac{E}{L}$

3)  $\frac{31}{57} \frac{LE}{R^2}$

Впр. 2

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

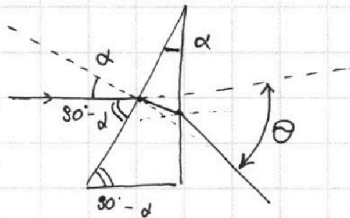
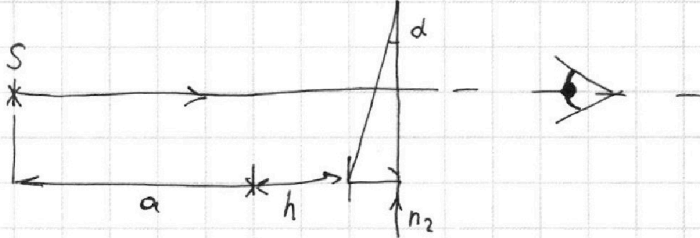
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

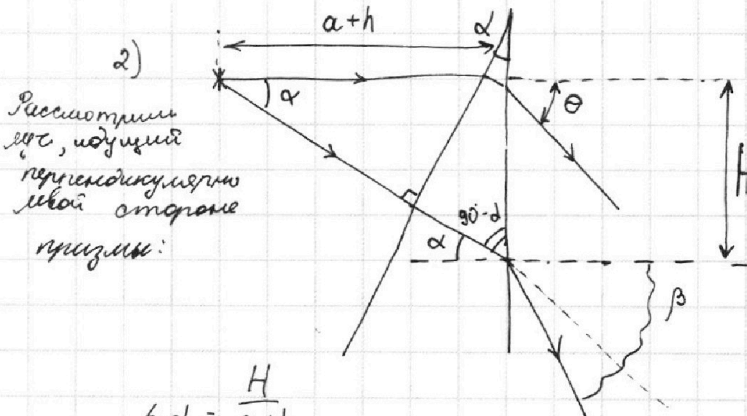


5) 1)  $n_1 = n_2 = 1,0$  :  
(заменим призму с показателем преломления  $n_1 = n_2 = 1,0$  на воздух).



из геометрии находим, что луч входит в точку призмы под углом к нормали  $\alpha$ , который является малым. и вершина призмы также составляет малый угол  $\alpha$ , т.е. угол расхождения  $\Theta$  можно найти по всем известной формуле:

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



По закону Снелла:

$$n_2 \sin \alpha = \sin \beta$$

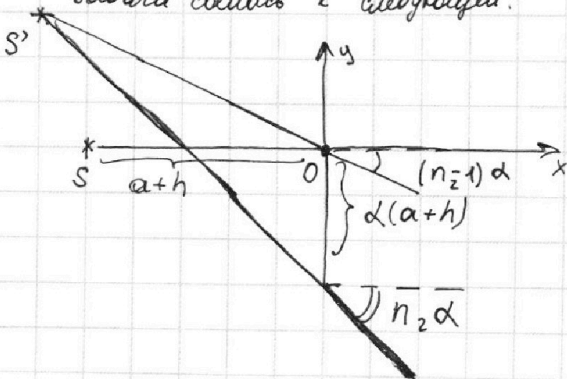
$\alpha$  и  $\beta$  малы, поэтому:

$$\beta = n_2 \alpha$$

$$\tan \alpha \approx \alpha = \frac{H}{a+h}$$

$\alpha$  - малый, поэтому:  $H = \alpha(a+h)$

Задача свелась к следующему:



введем прямоугольную систему координат  $xOy$  как показано на рисунке найдем уравнения двух лучей:

-  $\alpha(n_2 - 1)x = f(x)$  - первый луч

-  $n_2 \alpha x - \alpha(a+h) = g(x)$  - второй луч

Стр. 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!

$$-\alpha(n_2 - 1)x = -n_2 \alpha x - \alpha(a+h)$$

$$-\cancel{n_2 \alpha x} + \alpha x = -\cancel{n_2 \alpha x} - \alpha(a+h)$$

$x = -(a+h)$ , т.е. координата  $x$  изображения совпадает с координатой  $x$  источника.

$$y = -\alpha(n_2 - 1)(-(a+h)) = \alpha(n_2 - 1)(a+h) = 0,1 \text{ рад} \cdot 0,7 \cdot (90 \text{ см} + 14 \text{ см}) \\ = 104 \text{ см} \cdot 0,07 = 7,28 \text{ см}$$

3) Тризуг с показателем преломления  $n_1$  с хорошей точностью можно зашпатель на плоскопараллельную пластинку, т.к. толщина тризуга с показателем преломления  $n_2$  намного меньше  $h$ , по условию.

П.е. по координате  $x$  мы сместили наш источник на

$$\Delta_x = h \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) = 14 \text{ см} \left(1 - \frac{1}{1,4}\right) = \left(14 - \frac{14}{1,4}\right) \text{ см} = 4 \text{ см}$$

А по результатам пункта 2 несомненно понять, что смещение по координате  $y$  свет зависит только от тризуга с показателем преломления  $n_2$ .

$$\Delta y = \alpha(n_2 - 1)(a+h - \Delta_x) = 0,1 \cdot 0,7 (90 + 14 - 4) \text{ см} = \\ = 0,07 \cdot 100 \text{ см} = 7 \text{ см}$$

$$\Delta = \sqrt{\Delta_x^2 + \Delta_y^2} = \sqrt{16 + 49} \text{ см} = \sqrt{65} \text{ см} \approx 8 \text{ см}$$

Ответ: 1) 0,07 рад  
2) 7,28 см  
3)  $\approx 8$  см

Стр. 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!

$$\frac{p_{CO_2}}{p_0} = \frac{2}{11} \left( 1 + \frac{p_{H_2O}}{p_0} \right)$$

$$p_{CO_2} + p + p_{H_2O} = 0$$

$$p_{CO_2} + p_{H_2O}$$

$$\left( \frac{2}{11} p_0 \left( 1 + \frac{p_{H_2O}}{p_0} \right) \right)$$

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!



$$p' \cdot \frac{11}{20} V = (p_{CO_2} + \Delta p) RT$$

$$p' \cdot \frac{V}{5} = 2p_{H_2O} RT$$

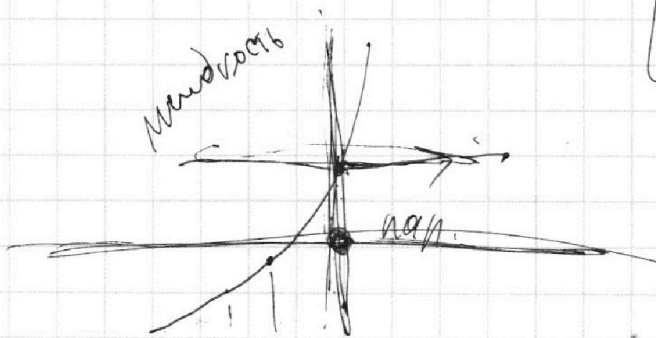
$$\frac{11}{20} \cdot \frac{5}{1} = \frac{p_{CO_2} + \Delta p}{2p_{CO_2}}$$

$$\frac{11}{2} = 1 + \frac{\Delta p}{2p_{CO_2}}$$

$$\frac{11}{2} - 1 = \frac{\Delta p}{2p_{CO_2}}$$

$$\frac{9}{2} = \frac{\Delta p}{2p_{CO_2}}$$

$$8,31 \cdot 371$$



$$\frac{\Delta p}{R} = 2p_{CO_2} RT_0$$

$$\frac{\Delta p}{2p_{CO_2}} = kRT_0 = \frac{3}{2}$$

$$RT_0 = \frac{3}{2 \cdot 8,31 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= 9 \cdot 10^3$$

$$RT_0 = 3RT$$

$$\left\{ \begin{aligned} p_{CO_2} \cdot \frac{11}{20} V &= (p_{CO_2} + \Delta p) RT \\ p_{H_2O} \cdot \frac{11}{20} V &= 2p_{H_2O} RT \\ p_{H_2O} \cdot \frac{V}{5} &= 2p_{CO_2} RT \end{aligned} \right.$$

$$\begin{aligned} (p_{CO_2} + p_{H_2O}) \cdot \frac{11}{20} V &= \\ &= (p_{CO_2} + 3p_{CO_2} + 2p_{H_2O}) RT \end{aligned}$$

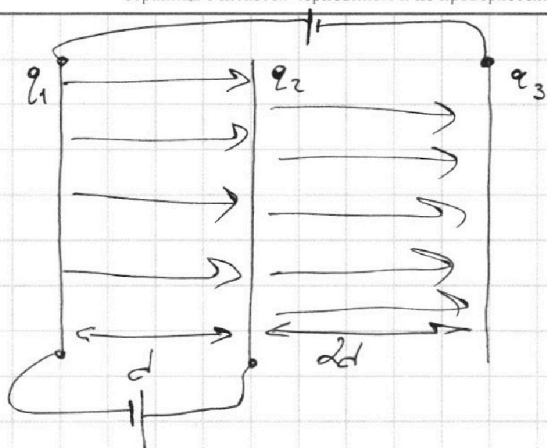
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$



$$\frac{\sigma}{\epsilon_0} = E$$

$$M = \frac{\kappa \mu^2}{\epsilon_0 \mu^2} = \frac{\kappa \mu^2}{\epsilon_0}$$

$$F = E q$$

$$\frac{M}{\kappa \mu} = \frac{\kappa \mu^2}{\epsilon_0}$$

$$-\frac{q_2}{S \epsilon_0} \cdot 2d + \frac{q_1}{S \epsilon_0} d =$$

$$-\frac{q_2}{S \epsilon_0} \cdot 2d + U = 3U$$

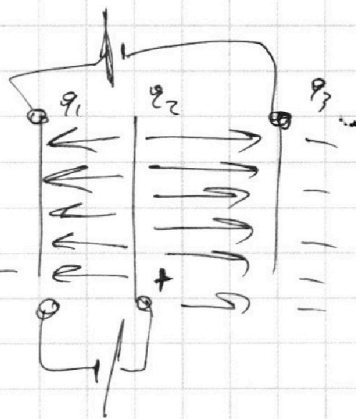
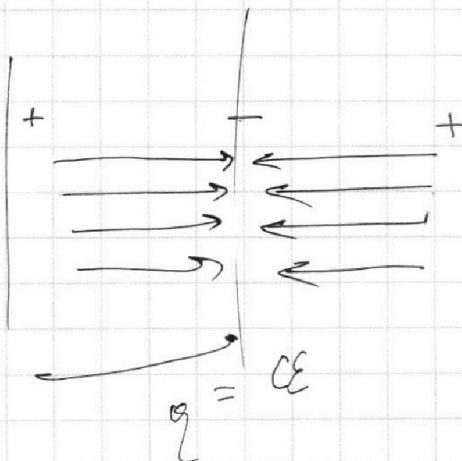
$$\frac{q_2}{S \epsilon_0} \cdot 2d = -2U$$

$$\frac{\kappa \mu^2}{\epsilon_0^2 \cdot \kappa \mu^2} = \frac{1}{\epsilon_0}$$

$$\frac{\kappa \mu}{\mu^2} \cdot \frac{M \cdot \mu^2}{\kappa \mu^2} = \frac{U}{C}$$

$$\frac{M \cdot \mu^2}{\kappa \mu^2} = \frac{1}{\epsilon_0}$$

$$\frac{\sigma}{\epsilon_0} = E$$



$$\frac{q_1}{S \epsilon_0} \cdot d = U_1$$

$$q \cdot C_1^{-1} = U_1 \quad q = C U$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



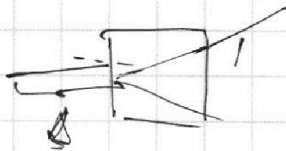
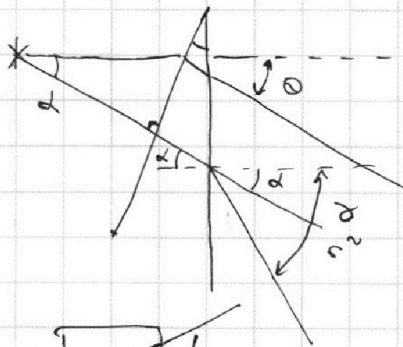
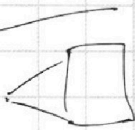
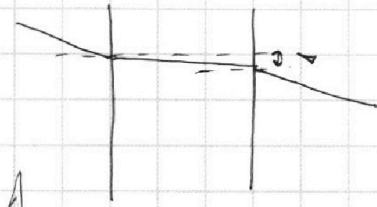
$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 7 \\ \hline 728 \end{array}$$

$$p \frac{V}{5} = 2\nu_{CO_2} RT$$

$$p_{CO_2} \cdot \frac{11}{20} V = (\nu_{CO_2} + (kRT_0)\nu_{CO_2}) RT$$

$$\frac{11}{20} \frac{8}{1} \frac{p_{CO_2}}{p} = \frac{1 + kRT_0}{2}$$

$$\frac{2}{11} \frac{p_{CO_2}}{p} = \frac{1 + kRT_0}{2}$$



$$n \alpha = \beta$$

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!



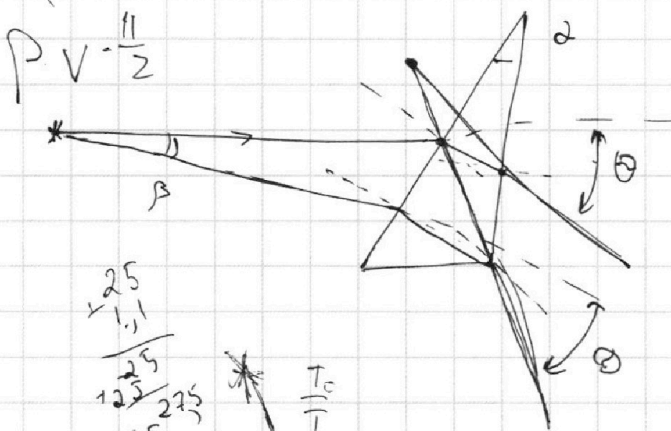
$$p_{CO_2} \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} RT_0 = p_{He} \frac{V}{2} = \nu_{He} RT_0$$

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

$$\frac{T}{T_0} = \frac{RT}{RT_0} = \frac{3 \cdot 10^3}{4,5} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = \frac{1,5}{4,5} = \frac{1}{3}$$

$(p + p_{He})$

$$p \cdot V = \frac{11}{2}$$



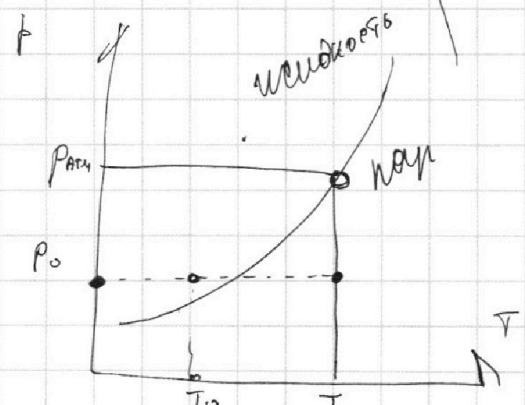
$$\begin{array}{r} 1,1 \cdot 2,5 \\ \hline 2,75 \\ 1,1 \cdot 2,5 \\ \hline 2,75 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,1 \cdot 2,5 \\ \hline 2,75 \\ 1,1 \cdot 2,5 \\ \hline 2,75 \end{array}$$

$$p_0 \frac{11}{20} = (1 + 4,5) \frac{T}{T_0}$$

$$5 \frac{11}{4} (1 + 4,5) = \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{11}{27,5} = \frac{11}{11 \cdot 2,5} = \frac{1}{2,5}$$



$$RT = 3 \cdot 10^3$$

$$\frac{\Delta \nu}{R} = p_0 \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} RT_0$$

$$RT_0 = \frac{\Delta \nu}{\nu_{CO_2}} \cdot \frac{1}{k}$$

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**

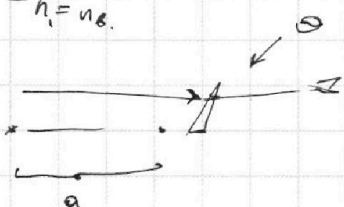
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

$$\varphi = \theta (n - 1)$$

$n_1 = n_2$



$$-2 \frac{d \gamma_3}{dt} + \varepsilon = \gamma_3 \cdot 3R + \varphi$$

$$-L \frac{d\gamma_L}{dt} + 3L \frac{d\gamma_3}{dt} = \frac{d\varphi}{dt}$$

$$-L d\gamma_L + 3L d\gamma_3 = -3R \cdot d\varphi$$

$$-L \cdot \frac{\varepsilon}{R} + 3L \cdot \left( -\frac{4}{13} \right) \frac{\varepsilon}{R} = +3R \cdot (+\varepsilon)$$

$$\varphi = \frac{1}{3R} \cdot \frac{\varepsilon}{R} L$$

8,5

8,1

8,1

8,1

648

6,561

$$\beta = n_2 \alpha$$

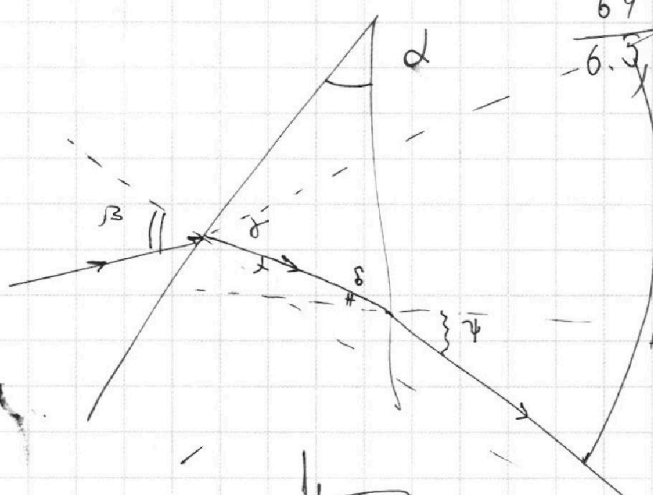
$$n_2 \beta = \alpha$$

$$\begin{array}{r} 0,00167 \\ 0,40167 \\ \hline 0,167 \\ 0,40167 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,00167 \\ 0,40167 \\ \hline 0,167 \\ 0,40167 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 125,0 \\ 120,0 \\ \hline 5,0 \\ 300 \\ \hline 0,40167 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 22,5 \\ 10,0 \\ \hline 12,5 \end{array}$$



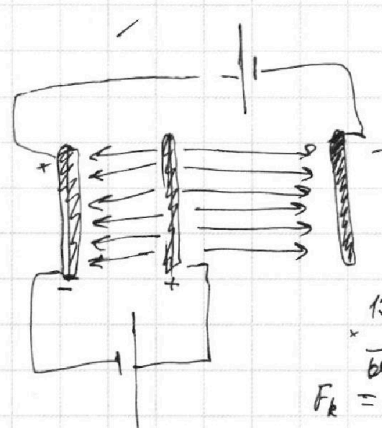
$$\frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$$

$$\varphi = \frac{8,1}{8,1}$$

$$+ \frac{648}{81}$$

$$\frac{60}{10^6} = E_d =$$

$$= u_1 =$$



$$m a = F_{\text{раз}} - F_{\text{сопр}}$$

$$m \frac{d\delta}{dt} = F_{\text{раз}} - \beta \delta$$

$$F_k = 600 \text{ Н} = \beta \delta = \beta \cdot 25 \text{ м/с}$$

$$\beta = \frac{k_2 \cdot \omega}{c^2} \cdot \frac{c}{\omega} = \frac{k_2}{c} \quad \text{и} \quad \beta = \frac{600}{25} \quad \frac{k_2}{c} = \frac{6 \cdot 100}{25} \quad \frac{k_2}{c} = 6 \cdot 4 = 24$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} = \frac{m d \delta}{dt} = F_{\text{раз}}$$

$$\begin{array}{r} 0,40206 \\ 0,40167 \\ \hline 0,00039 \\ 12,5 \\ \hline 30 \\ \hline 402 \end{array}$$