



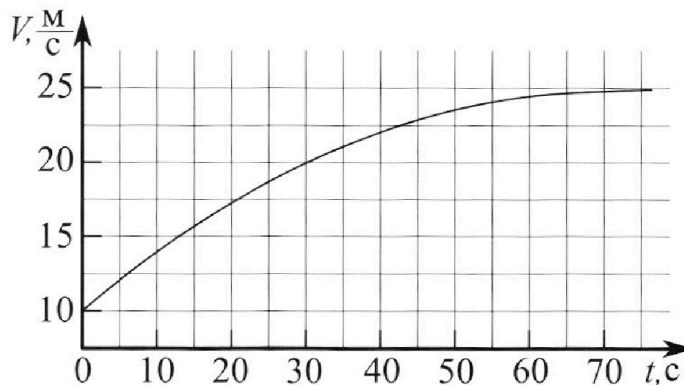
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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?

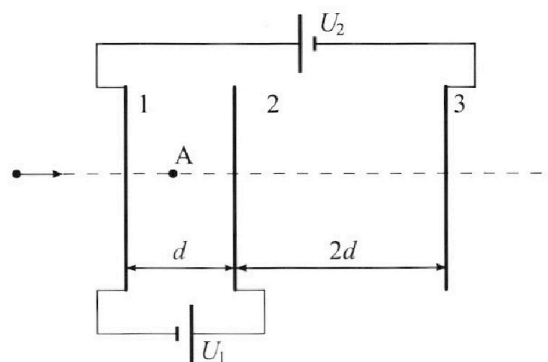
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . 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 A на расстоянии  $d/4$  от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

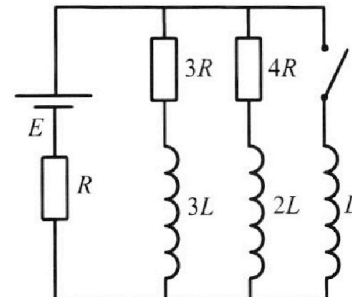
Вариант 11-03

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  $I_0$  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  $n_v = 1,0$ . 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.

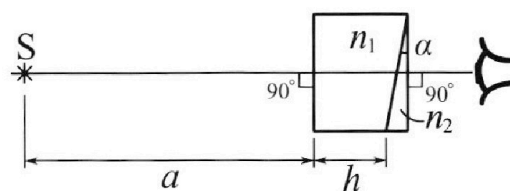


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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                        |
| <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 1) Нам 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 горизонтального участка.

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

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

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  $70 \text{ с}$ ) 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  $25 \text{ м/с}$ )

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

Запишем второй закон Ньютона для начала разгона:

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

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

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

3) Мощность будет равна:

$$P_0 = \frac{dA}{dt} = \frac{F_0 dv}{dt} = F_0 a_{\text{нач.}} =$$

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

$dA$  — элементарная работа, которая в свою очередь 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)



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

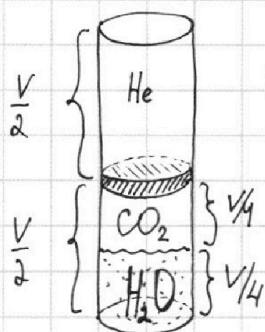
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

②



$p_0, T_0$

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

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

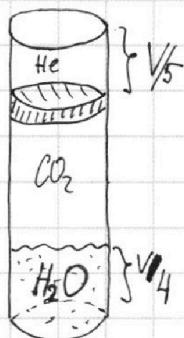
Уравнение Менделеева-Клапейрона для газов: (до нагревания)

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

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

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

$$T = 373K$$



2) После нагревания:

$$\begin{cases} p \frac{V}{5} = \nu_{He} R T \\ p \frac{11}{20} V = (\nu_{CO_2} + \Delta \nu) R T \end{cases}$$

(гелий)

(уменьшился газ)

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

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

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

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

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

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

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

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

Стр. 6



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

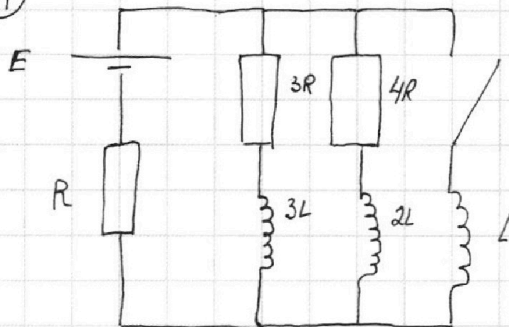
|                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------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

МФТИ

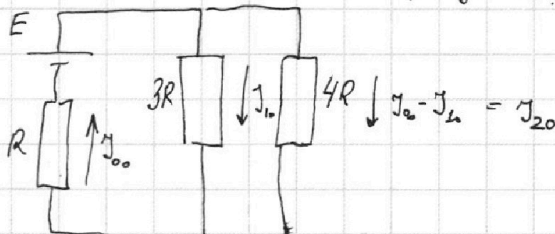
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



4



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



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

Запишем второе правило Кирхгофа для двух контуров.

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

Найдем ток  $I_{00}$  через резистор сопротивлением  $R$ .

$$\frac{4}{15} \frac{E}{R} \cdot 3R + I_{00} R = E$$

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

$$I_{00} R = E - \frac{12}{15} E$$

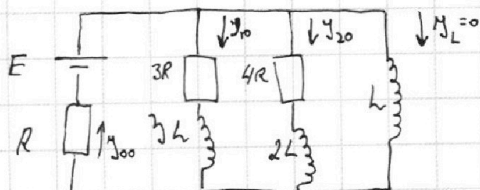
$$I_{00} = \frac{7}{15} \frac{E}{R}$$

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

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

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

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



$$E - L \frac{dI_L}{dt} = I_{00} \cdot R$$

$$E - L \frac{dI_L}{dt} = \frac{7}{15} \frac{E}{R} \cdot R$$

$$E \left(1 - \frac{7}{15}\right) = L \frac{dI_L}{dt}$$

$$\frac{12}{15} \frac{E}{L} = \frac{dI_L}{dt}$$

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:

$$\frac{d}{dt} \left| -L \frac{dI_L}{dt} + 3L \frac{dI_{3R}}{dt} = - \frac{d\varphi_{3R}}{dt} \cdot 3R, \text{ где } I_{3R} - \text{ток через} \right.$$

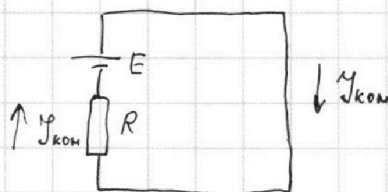
резистор сопротивлением  $3R$ ,  
а  $\varphi_{3R}$  - заряд, протекающий  
через  $3R$  резистор.

$$3R \frac{d\varphi_3}{dt} = L \frac{dI_L}{dt} - 3L \frac{dI_{3R}}{dt}$$

$$\frac{d\varphi_3}{dt} = \frac{L}{3R} \frac{dI_L}{dt} - \frac{3L}{3R} \frac{dI_{3R}}{dt}$$

$$\varphi = \int_0^{\varphi_{\text{кон}}} d\varphi_3 = \frac{L}{3R} \int_0^{\varphi_{\text{кон}}} dI_L - \frac{L}{R} \int_{I_0}^0 dI_{3R}$$

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



$$I_{\text{кон}} R = E$$

$$I_{\text{кон}} = E/R$$

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

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:

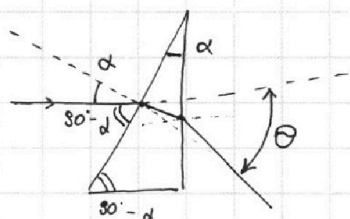
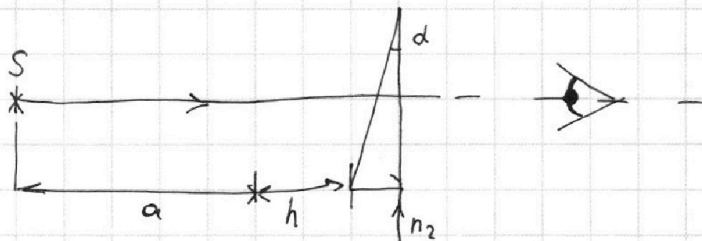
|                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                                   | 6                        | 7                        |
| <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. Порча QR-кода недопустима!

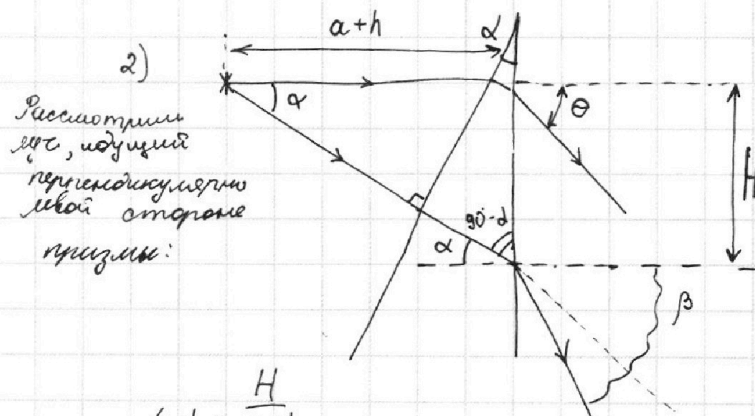


- ⑤ 1)  $n_1 = n_2 = 1,0$  :  
(заменим призму с показателем преломления  $n_1 = n_2 = 1,0$  на воздух).



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:

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



Рассмотрим  
этот, идущий  
перпендикулярно  
левой стороне  
призмы:

По закону Снелла:

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

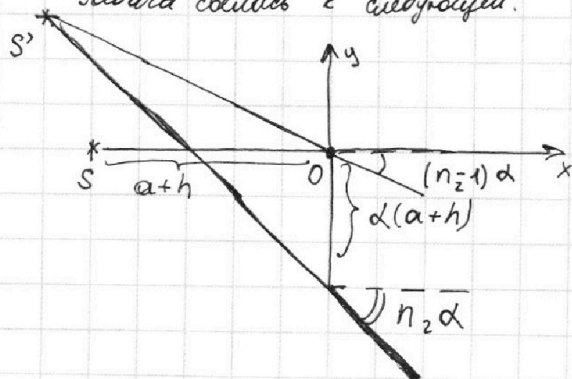
$\alpha$  и  $\beta$  малы, поэтому:

$$\beta = n_2 \alpha$$

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

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

Задача свелась к следующей:



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

$$\begin{aligned} -\alpha(n_2 - 1)x &= f(x) - \text{первый луч} \\ -n_2 \alpha x - \alpha(a+h) &= g(x) - \text{второй луч} \end{aligned}$$

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                        |
| <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. Порча QR-кода недопустима!

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

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

$x = -(a + h)$ , 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 заменить на плоскопараллельную пластинку, т.к. толщина тризуга с показателем преломления  $n_2$  намного меньше  $h$ , по условию.

Т.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 можно сказать, что смещение по координате  $y$  будет зависеть 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                        |
| <input 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!

$$\frac{p_{\text{CO}_2}}{p_0} = \frac{2}{11} \left( 1 + \frac{p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_0} \right)$$

$$p_{\text{CO}_2} + p + p_{\text{H}_2\text{O}} = 0$$

$$p_{\text{CO}_2} + p_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$\left( \frac{2}{11} p_0 \left( 1 + \frac{p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_0} \right) \right)$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input 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!

$$p' \cdot \frac{11}{20} V = (p_{\text{CO}_2} + \Delta p) RT$$

$$p' \cdot \frac{V}{5} = p_{\text{H}_2\text{O}} RT$$

$$\frac{11}{20} \cdot \frac{8}{1} = \frac{p_{\text{CO}_2} + \Delta p}{2 p_{\text{CO}_2}}$$

$$\frac{11}{2} = 1 + \frac{\Delta p}{p_{\text{CO}_2}}$$

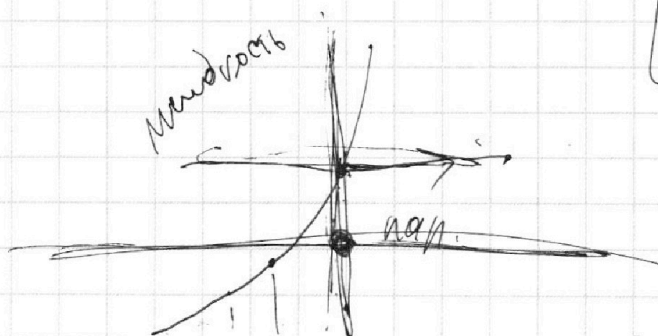
$$\frac{11}{2} - 1 = \frac{\Delta p}{p_{\text{CO}_2}}$$

$$\frac{9}{2} = \frac{\Delta p}{p_{\text{CO}_2}}$$

$$\frac{77}{273} = \frac{204}{204}$$

85

$$8,31 \cdot 371$$



$$\frac{\Delta p}{R} = p_{\text{CO}_2} RT_0$$

$$\frac{\Delta p}{p_{\text{CO}_2}} = k RT_0 = \frac{9}{2}$$

$$RT_0 = \frac{9}{2} \cdot 85 \cdot 10^{-3} =$$

$$= 9 \cdot 10^{-3}$$

$$RT_0 = 3RT$$

$$\begin{cases} p_{\text{CO}_2} \cdot \frac{11}{20} V = (p_{\text{CO}_2} + \Delta p) RT \\ p_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \frac{11}{20} V = p_{\text{H}_2\text{O}} RT \\ p_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \frac{V}{5} = 2 p_{\text{CO}_2} RT \end{cases}$$

~~Вопрос~~

$$\begin{aligned} (p_{\text{CO}_2} + p_{\text{H}_2\text{O}}) \cdot \frac{11}{20} V &= \\ &= (p_{\text{CO}_2} + 3 p_{\text{CO}_2} + p_{\text{H}_2\text{O}}) RT \end{aligned}$$



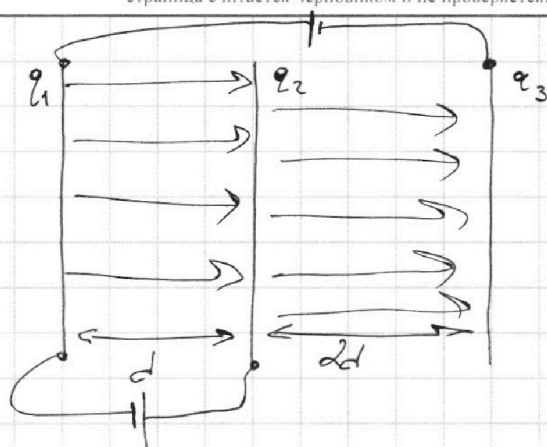
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input 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!



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



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

$$M = \frac{\kappa_1 \cdot U^2}{\epsilon_0 \cdot \omega^2}$$

$$\frac{\kappa_2 \cdot U}{\omega^2} = \frac{\kappa_1 \cdot U}{\omega^2 \cdot \epsilon_0}$$

$$F = E_2$$

$$\frac{M}{\kappa_1} = \frac{\kappa_1}{\omega^2}$$

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

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

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

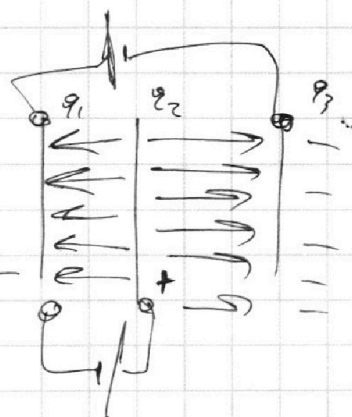
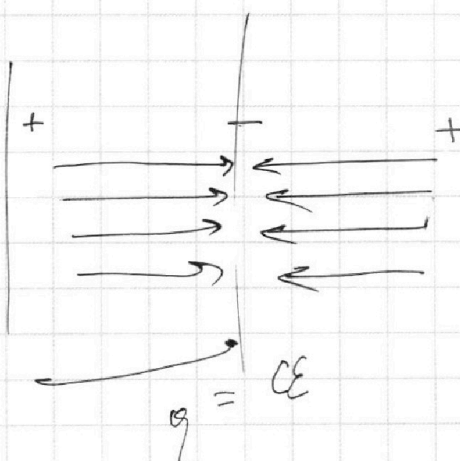
$$q = - \dots$$

$$\frac{\kappa_2 \cdot U^3}{\omega^2 \cdot \kappa_1^2} = \frac{1}{\epsilon_0}$$

$$\frac{\kappa_1}{\omega^2} \cdot \frac{U \cdot \omega^2}{\kappa_1^2} = \frac{U}{\omega^2}$$

$$\frac{M \cdot \omega^2}{\kappa_1^2} = \frac{1}{\epsilon_0}$$

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



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

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

$$C_0$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

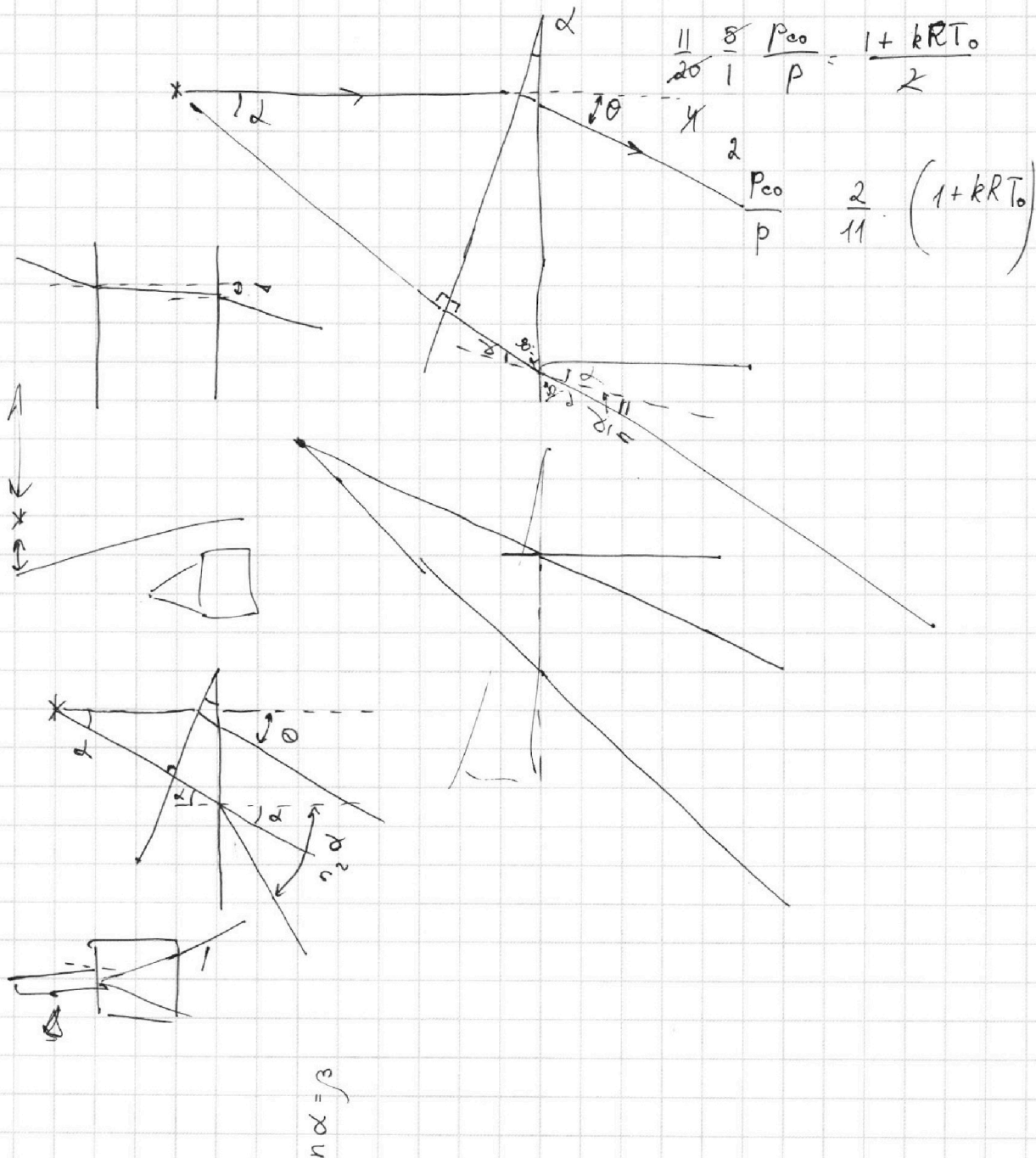
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 7 \\ \hline 7,28 \end{array}$$

$$p \frac{V}{5} = 2\nu_{CO_2} RT$$
$$p_{CO} \cdot \frac{11}{20} V = (\nu_{CO_2} + (kRT_0)\nu_{CO_2}) RT$$

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

$$\frac{p_{CO}}{p} = \frac{2}{11} (1 + kRT_0)$$



$$n\alpha = \beta$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input 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!



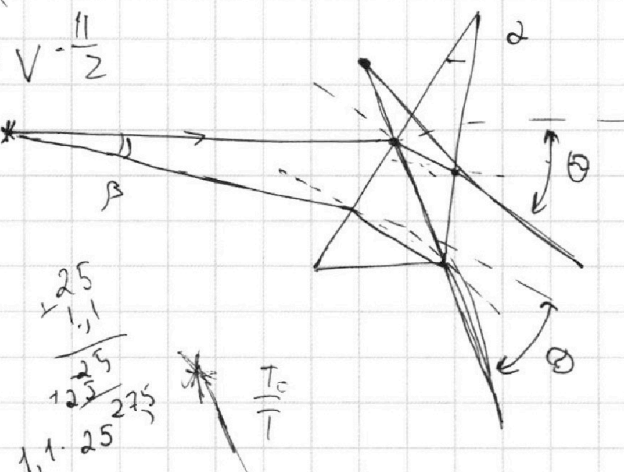
$$p_{\text{co}_2} \frac{V}{4} = \nu_{\text{co}_2} R T_0 = p_{\text{He}} \frac{V}{2} = \nu_{\text{He}} R T_0$$

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

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

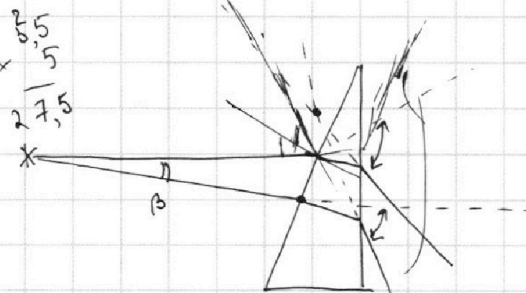
$$(p + p_{\text{He}})$$

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



$$\begin{array}{r} 2,5 \\ \times 1,1 \\ \hline 2,5 \\ 12,5 \\ \hline 27,5 \\ 1,1 \cdot 2,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5,5 \\ \times 5,5 \\ \hline 27,5 \end{array}$$

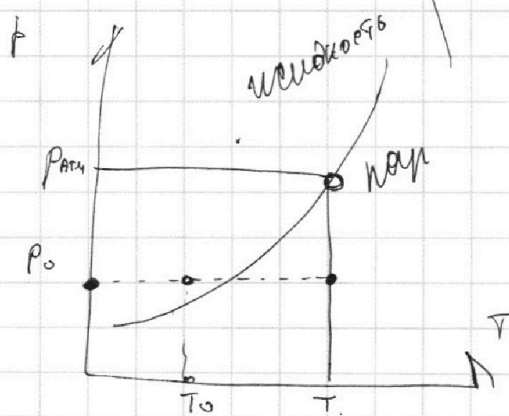


$P_0$

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

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

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



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

$$\frac{\Delta \nu}{k} = p_0 \frac{V}{4} = \nu_{\text{co}_2} R T_0$$

$$R T_0 = \frac{\Delta \nu}{\nu_{\text{co}_2}} \cdot \frac{1}{k}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

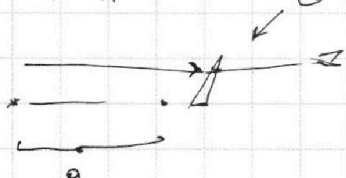
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

$$\varphi = \omega (100 - 1)$$

$$n_1 = n_2$$



$$\frac{1}{8} + \frac{4}{13} = \frac{13}{57} + \frac{12}{57} = \frac{31}{57}$$

$$-2 \frac{dY_3}{dt} + \varepsilon = Y_3 \cdot 3R + g$$

$$-L \frac{dY_L}{dt} + 3L \frac{dY_3}{dt} = \frac{d\varepsilon}{dt}$$

$$-L dY_L + 3L dY_3 = -3R \cdot d\varphi$$

$$-L \cdot \frac{\varepsilon}{R} + 3L \cdot \left( -\frac{4}{13} \right) \frac{\varepsilon}{R} = +3R \left( \frac{1}{8} \right)$$

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

$$8,5$$

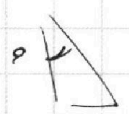
$$\begin{array}{r} 8,5 \\ \times 8,1 \\ \hline 81 \\ 648 \\ \hline 688,5 \end{array}$$

$$\beta = n_2 \delta$$

$$n_2 \delta = \gamma$$

$$\begin{array}{r} 0,00167 \\ 0,40167 \\ \hline 0,40334 \end{array}$$

$$E$$

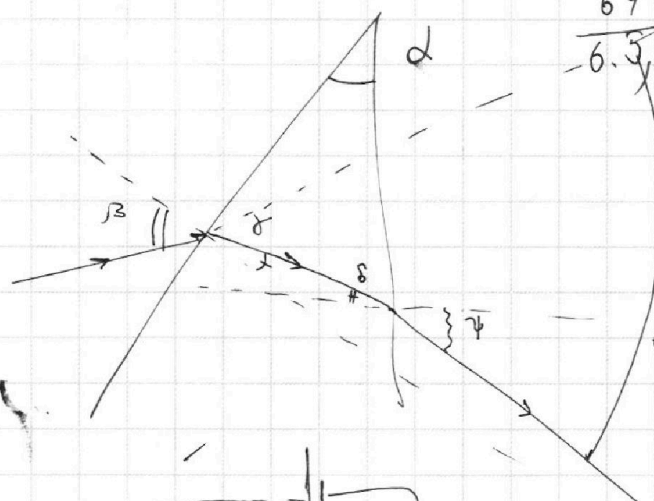


$$30$$

$$a =$$

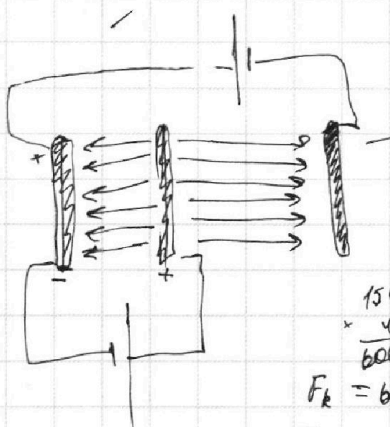
$$\begin{array}{r} 0,40206 \\ 0,40167 \\ \hline 0,00039 \\ 12,5 \\ \hline 0,40206 \end{array}$$

$$33 \quad 402$$



$$\begin{array}{r} \varepsilon \varepsilon S \\ d \\ \times 8,1 \\ \times 8,1 \\ \hline 81 \\ 648 \\ \hline 688,5 \end{array}$$

$$= u_1 =$$



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

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

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

$$\beta = \frac{k_2 \cdot \omega}{c \cdot \omega} = \frac{k_2}{c} \quad \Rightarrow \beta = \frac{600}{25} \quad \frac{k_2}{c} = \frac{6 \cdot 100}{25} \quad \frac{k_2}{c} = 6 \cdot 4 = 24$$

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