

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01

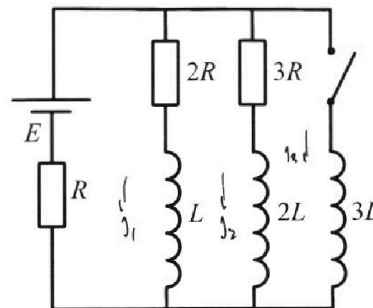
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



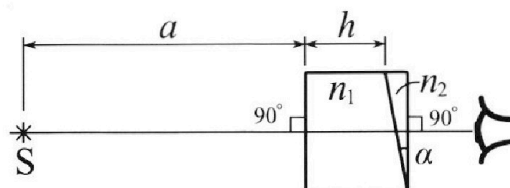
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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  $n_b = 1,0$ . 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  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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.

*Handwritten solution for problem 5:*

$5E_0d = 4\eta$   
 $E_0 = \frac{4\eta}{5d}$   
 $3E_0d = 4\eta \quad \varphi = \frac{\Delta y}{y}$   
 $4\eta = 5E_0d$   
 $2E_2 d = 5\eta$   
 $E_2 = \frac{5}{2} \frac{\eta}{d}$   
 $-4 + 5\eta = 4\eta$

$\varphi = \frac{\Delta y}{y}$   
 $\Delta y = \frac{h}{a} y$   
 $\varphi = \frac{h}{a}$

$5E_0d = 4\eta$   
 $3E_0d = 4\eta$   
 $4\eta = 5E_0d$   
 $2E_2 d = 5\eta$   
 $E_2 = \frac{5}{2} \frac{\eta}{d}$   
 $-4 + 5\eta = 4\eta$

$25 \cdot 12 = 25$   
 $4 \cdot 2 = 4$



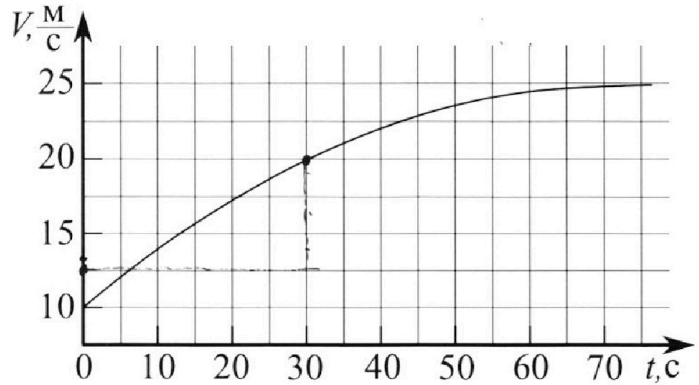
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01



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

2. 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%.

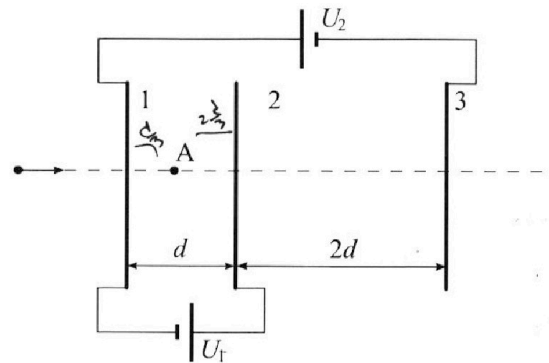
3. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный 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  $\Delta v$  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  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  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 начальное давление в сосуде  $P_0$ . Ответ выразить через  $P_{\text{атм}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

4. 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.



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

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

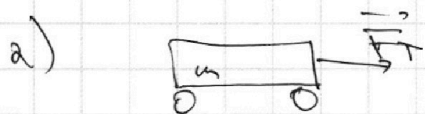


1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

1)  $a_x = \frac{dv_x}{dt}$  — касательная к графику в точке  $(20, 30)$  (её тангенс) она пересекает ось  $v$  в точке  $\sim 12,5 \frac{м}{с}$  а её тангенс  $k = \tan \varphi =$   
 $= \frac{20 - 12,5}{30} = \frac{7,5}{30} = \frac{15}{60} = 0,25 \text{ м/с}^2$



234:  $F_T = ma + \Delta V$

$F_T = m a_1 = 18 \cdot 25 = 450 \text{ Н}$

3)  $P_1 = \frac{dW}{dt} = \frac{F_T dx}{dt} = F_T v_1 = 20 \cdot 450 = 9000 \text{ Вт}$

Ответ:  $0,25 \text{ м/с}^2$ ;  $450 \text{ Н}$ ,  $9 \text{ кВт}$ .

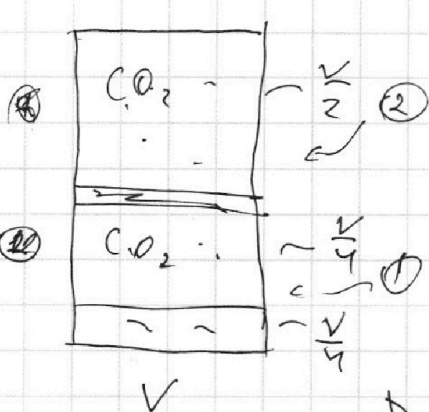
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$T_0$

1) ур-е Менделеева - Клапейрона:  
 $PV = \nu R T$

т.к. поршень невесомый,  
 $\sum F_i$  на него равен  $= 0 \rightarrow$

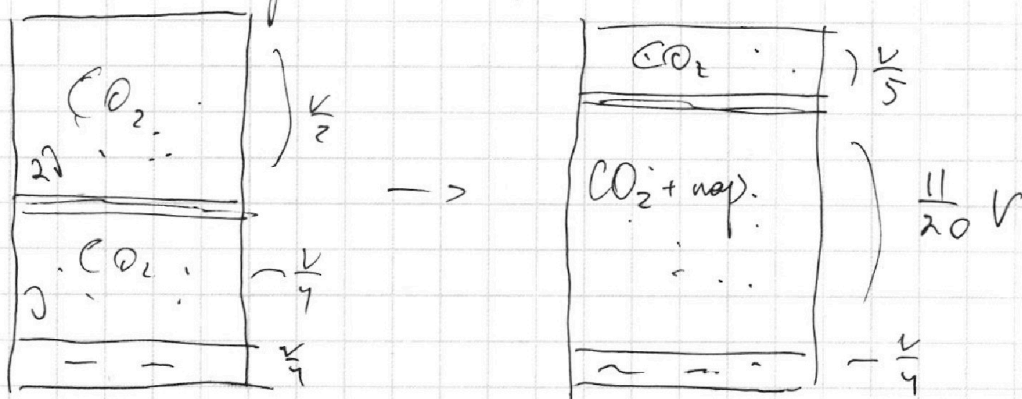
$P_1 = P_2 = P_0$

$$\left. \begin{aligned} \textcircled{1} \quad P_0 \frac{k}{4} &= \nu_1 R T_0 \\ \textcircled{2} \quad P_0 \frac{k}{2} &= \nu_2 R T_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{1}{4} \cdot 2 = \frac{1}{2}$$

$$\nu_2 = 2\nu_1 ; \nu_1 = \nu$$

$$\nu_2 = 2\nu$$

5) М-Клапейр для 2 отсека:



$T_0$

$T = \frac{5}{4} T_0 = 100^\circ C$

поскольку  $CO_2$  в 1 отсеке уменьшилось

$\Delta \nu = \nu - \nu' = \nu - \nu \neq \nu - \nu \neq \nu - \nu$

$P_{н.т.}(T) = P_{н.т.}$

$$\left. \begin{aligned} \text{Два отсека } \textcircled{2}: \quad P_0 \frac{k}{2} &= 2\nu R T_0 \\ P \frac{k}{5} &= 2\nu R \frac{5}{4} T_0 \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{P}{P_0} = \frac{25}{8}$$



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!

Пусть  $P_S$  - давление  $\Delta D$   $CO_2$ ,  $P_1$  - давление  
воздуха  $CO_2$  ~~из 1 до 2~~ ~~кислорода~~.

$$\frac{11}{20} P_S = \Delta D R T = k p_0 \frac{V}{4} T R = p_0 \frac{V}{4}$$

$$P_S = \frac{5}{11} P_0 \quad \text{т.к. } T = 100^\circ C \text{ вода кипит испаряется}$$

поп стам кислородом  $P_{атм} = P_{атм}$

$$P = P_1 + P_S + P_{атм}$$

$$P_0 \frac{V}{4} = \Delta D R T_0$$

$$P_1 \frac{11}{20} V = \Delta D R \frac{5}{4} T_0$$

$$P_1 = \frac{25}{44} P_0$$

$$P_1 = P_0 \cdot \frac{25}{11 \cdot 16}$$

$$P_0 V = 4 \Delta D R T_0$$

$$P_1 V = \frac{20}{11} \cdot \frac{5}{4} \Delta D R T_0 = \frac{25}{11} \Delta D R T_0$$

$$\frac{25}{8} P_0 = \frac{25}{44} P_0 + \frac{5}{11} P_0 + P_{атм}$$

$$P_{атм} = P_0 \left( \frac{25}{8} - \frac{25}{44} - \frac{5}{11} \right) = P_0 \left( \frac{25}{8} - \frac{25}{44} - \frac{5}{11} \right) = \frac{185}{88} P_0$$

$$P_0 = \frac{88}{185} P_{атм}$$

$$P_{атм} = P_0 \left( \frac{25}{8} - \frac{45}{44} \right)$$

Ответ:  $\frac{P_2}{P_1} = 2$ ;  $P_0 = \frac{88}{185} P_{атм}$   $P_{атм} = \frac{185}{88} P_0$

Ответ:  $P_0 = \frac{88}{185} P_{атм}$ ;  $\frac{P_2}{P_1} = 2$

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

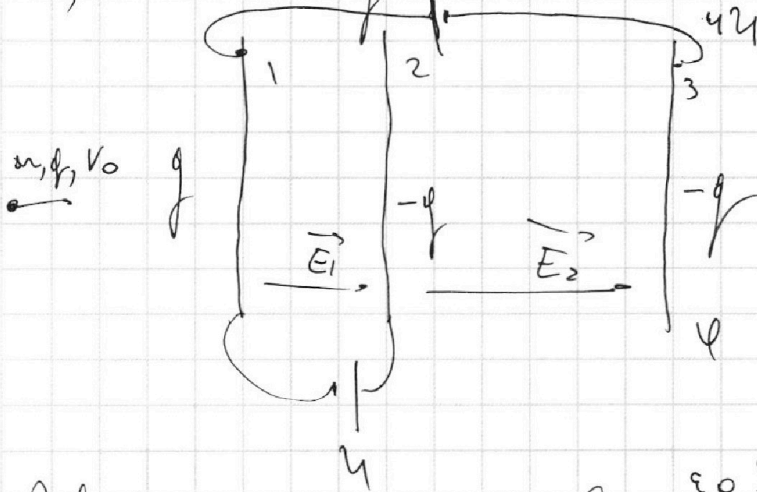
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

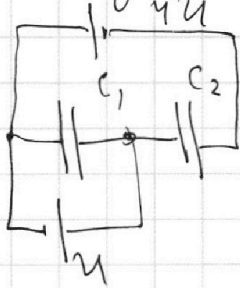
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1)  $F = ma = qE_{12} \rightarrow a = \frac{qE_{12}}{m}$



Пусть  $\varphi_1 = \varphi$ , тогда  
 $\varphi_3 = -\varphi$ ,  $\varphi_2 = -\varphi$   
т.к. у нас не было зарядов.

Эквивалентная цепь



$C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$        $C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{2d}$

Пусть  $\varphi_3 = \varphi$ , тогда

$\varphi_1 = \varphi_3 + U$

$\varphi_2 = \varphi_1 + U = \varphi_3 + 5U$

$E_1 d = \varphi_1 - \varphi_2 = -U \Rightarrow E_1$  направлено влево

$|E_1| = \frac{U}{d}$

$2E_2 d = \varphi_2 - \varphi_3 = 5U \rightarrow E_2 = \frac{5}{2} \frac{U}{d}$

$a = \frac{qE_1}{m} = \frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d}$

2)  ~~$k_1 - k_2$~~   $\Delta k = \Delta v_n$

$k_2 - k_1 = -qE_1 d \Rightarrow \underline{k_1 - k_2} = \underline{qE_1 d} = \underline{qU}$

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

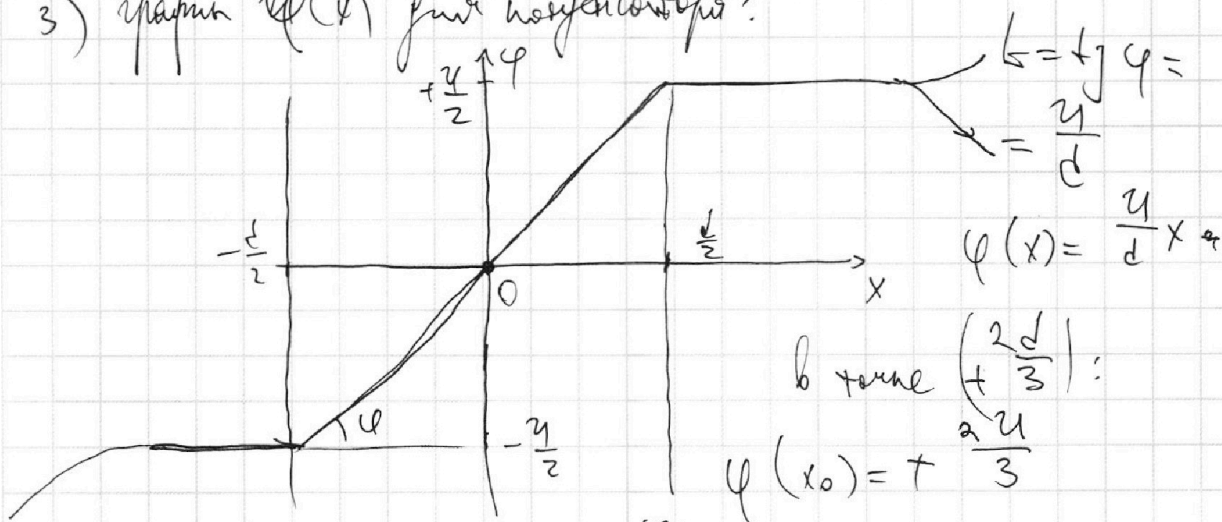
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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) график  $\varphi(x)$  для конденсатора:



$$\varphi_A = \varphi_2 + \varphi(x_0) \quad ; \quad \varphi_3 = -\frac{u}{2} = -2u$$

$$\varphi_2 = \varphi_3 = -2u \quad \varphi_2 = \varphi_3 = 5u$$

$$\varphi_2 = 5u - 2u = 3u$$

$$\varphi_A = \frac{2u}{3} + 3u = \frac{11}{3}u$$

$$\text{ЗСЭ!} \quad \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + q\varphi_A = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{11}{3}q u$$

$$3mv_0^2 = 3mv_1^2 + 22q u$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{22}{3} \frac{q u}{m}}$$

Ответ:  $\frac{q u}{m d}$ ,  $q u$ ,  $\sqrt{v_0^2 - \frac{22}{3} \frac{q u}{m}}$



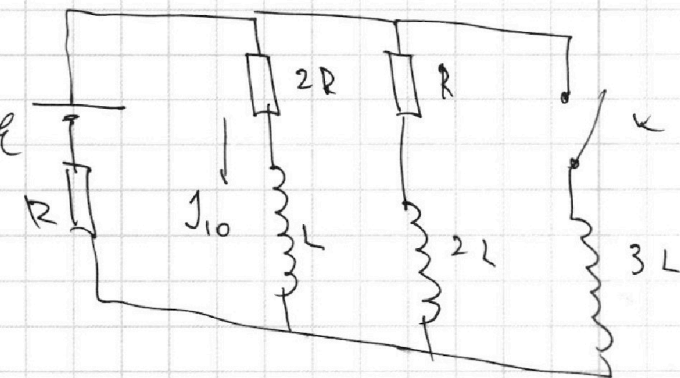
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

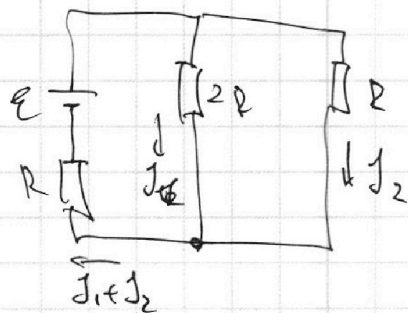
**МФТИ**

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



1) При разрыве ключа ток течёт только через  $L, 2L$ , ищем установившийся ток → нагрузка — перемычка.

для упр.:



$$J_{10} = J_1$$

уравн:

$$\begin{cases} \varepsilon = 2J_1 R + J_1 R + J_2 R \\ J_2 R = 2J_1 R \end{cases} \quad \leadsto \quad \underline{J_2 = 2J_1}$$

$$\varepsilon = 2J_1 R + J_1 R + 2J_1 R = 5J_1 R$$

$$\underline{J_1 = \frac{\varepsilon}{5R}}$$

2) Ток в катушке равен ее уменьшению  $\Rightarrow$

$$U_{3L} = 3L \frac{dJ_3}{dt} = U_{3R} = 2J_1 \cdot 3R = \frac{6}{5} \varepsilon$$

$$\omega = \frac{dJ_3}{dt} = \frac{6}{5} \varepsilon \cdot \frac{1}{3L} = \underline{\underline{\frac{2\varepsilon}{5L}}}$$

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

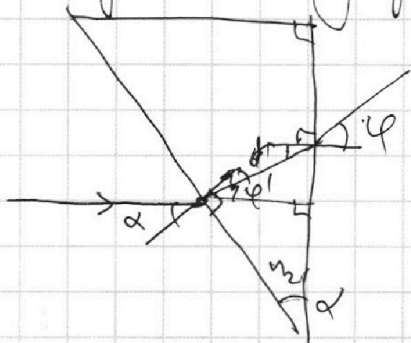
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

1) луч преломляется ~~в~~ клине и поворачивается на угол  $\varphi$ . Найдите угол между углами  $\alpha$ .

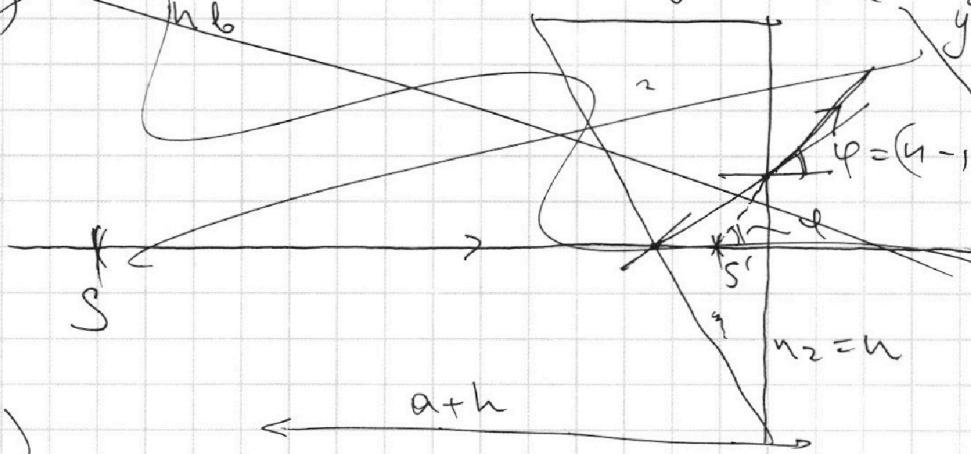


$$\begin{cases} \alpha = \varphi' \\ n_1 \varphi = n_2 \varphi' \\ \delta = \varphi - \varphi' = \alpha - \varphi' \\ n_2 \delta = \varphi \\ n_2 \varphi' = \alpha \end{cases}$$

$$\varphi = n_2 \delta = n_2 \alpha \left(1 - \frac{1}{n_2}\right) = (n_2 - 1) \alpha = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ рад}$$

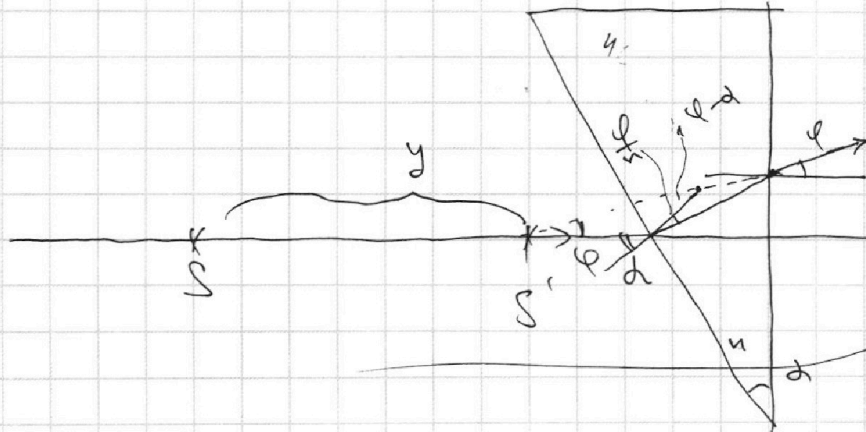
Ответ:  $\varphi = 0,07 \text{ рад}$ ,  ~~$y = \frac{a+h}{n}$~~

a)



$$\begin{aligned} y &= a+h - \Delta x \\ &= (a+h) \frac{1}{n} \\ &= \frac{600 \text{ см}}{1,5} \\ \Delta x &= \frac{h}{n} \\ y &= a + \frac{h}{n} \\ &= 200 \text{ см} \end{aligned}$$

2)



Ответ:  
0,07 рад,  
200 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
<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!

Для  $\text{CO}_2$  в вакуум камере.

$$P_0 \frac{V}{4} = \nu R T_0$$

$$P_1 \frac{11}{20} V = \left( \nu + k P_0 \frac{V}{4} \right) R \frac{5}{4} T_0$$

$$P = P_1 + P_{\text{пара}} \quad P = P_1 + P_{\text{пара}}$$

$$P_{\text{пара}} = P - P_1$$

$$P_1 \frac{11}{20} V = \left( \frac{P_0 V}{4 R T_0} + k P_0 \frac{V}{4} \right) R \frac{5}{4} T_0$$

$$P_1 = \frac{20}{11} \left( \frac{P_0}{4 R T_0} + k P_0 \cdot \frac{1}{4} \right) R \frac{5}{4} T_0 =$$

$$= \frac{25}{11} P_0$$

$$P_1 = \frac{20}{11} \left( \frac{P_0 V}{4 R T_0} + k P_0 \frac{V}{4} \right) R \frac{5}{4} T_0$$

$$P_1 = \frac{25}{44} P_0 \left( \frac{1}{4 R T_0} + \frac{k}{4} \right) R T_0 = \frac{25}{44} P_0 \left( \frac{1}{4} + \frac{k R T_0}{4} \right) =$$

$$= \frac{25}{44} P_0 \left( \frac{1}{4} + \frac{k R T_0 \cdot \frac{4}{5}}{4} \right) = \frac{25}{44} P_0 \left( \frac{1}{4} + \frac{k R T_0}{5} \right) =$$

$$= \frac{25}{44} P_0 \left( \frac{1}{4} + \frac{(\frac{1}{3} \cdot 10^5) \cdot 3 \cdot 10^2}{5} \right) = \frac{25}{44} P_0 \cdot \frac{9}{20} = \frac{5 \cdot 9}{44 \cdot 4} P_0$$

$$= \frac{45}{176} P_0$$

$$P_1 = \frac{45}{176} P_0 \Rightarrow P_{\text{пара}} = P - P_1 = \left( \frac{25}{8} - \frac{45}{176} \right) P_0 =$$

$$= \left( \frac{25}{8} - \frac{45}{176} \right) P_0 = \frac{505}{176} P_0 = 10^5 \text{ Па} = p_{\text{м.н}}(100^\circ\text{C})$$



$$y = a + h - x$$

$$\frac{P_1 V}{P_0 V} = \frac{25}{11}$$

$$\gamma' = \alpha$$

$$\begin{array}{r} \wedge 25 \\ 21 \\ \hline 50 \\ \hline 52 \end{array}$$

$$P = \frac{25}{8} P_0$$

$$P_s \frac{11}{20} V = k p_0 \frac{V}{4} \quad \&T = P_0 \frac{V}{4}$$

$$P_0 \frac{V}{4} = 2R \alpha_0$$

$$P_1 \frac{11}{20} V = 2R \frac{5}{4} \alpha_0$$

$$\frac{P_1}{P_0} = \frac{20}{11} \frac{2R \frac{5}{4} \alpha_0}{2R \alpha_0} = \frac{20}{11} \cdot \frac{5}{4} = \frac{25}{11}$$

$$P_1 = \frac{25}{11 \cdot 4^2} P_0$$

$$P_A + P_s + P_1 = \frac{25}{8} P_0$$

20.4

25.21-80

$$P_s \frac{11}{20} V = P_0 \frac{V}{4}$$

$$P_s = \frac{5}{11} P_0$$

$$P_A = P_0 \left( \frac{25}{8} - \frac{5}{11} - \frac{25}{11 \cdot 4^2} \right) = P_0 \left( \frac{25}{4 \cdot 2} - \frac{5}{11} - \frac{25}{11 \cdot 4^2} \right)$$

$$= P_0 \left( \frac{25 \cdot 22 - 80 - 25}{176} \right) = \frac{91}{176} P_0 = \frac{h}{as}$$

$$\frac{25 \cdot 22}{11} = 50$$

$$\begin{array}{r} \wedge 16 \\ 11 \\ \hline 16 \\ \hline 176 \end{array}$$

$$\varphi = \frac{\Delta h}{x}$$

$$\alpha - \varphi' = \alpha \left( 1 - \frac{1}{4} \right)$$

$$\alpha = 4\alpha - \alpha + \tau$$

$$s = (a - h) \alpha$$

$$\begin{array}{r} \wedge 25 \\ 22 \\ \hline 550 \end{array}$$

550

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

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

На одной странице можно оформить только одну задачу.



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

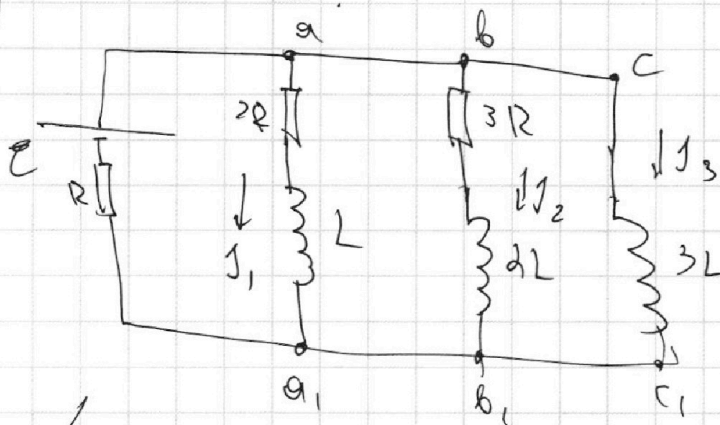
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

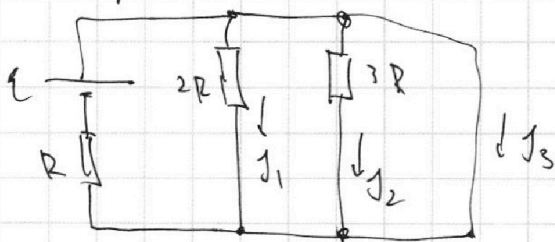
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

б) Рассмотрим установившийся режим системы после замыкания ключа:



$$U_{aa_1} = U_{bb_1} = U_{cc_1}$$

Устремим:



$$J_2 = J_1 = 0$$

$$J_1 = J_2 = 0$$

$$J_3 = \frac{U}{R}$$

Кирхгофа:

$$\begin{cases} U = 2J_1 R + L \frac{dJ_1}{dt} \\ U = 3J_2 R + 2L \frac{dJ_2}{dt} \\ U = 3L \frac{dJ_3}{dt} \end{cases}$$

$$2J_1 R + L \frac{dJ_1}{dt} = 3L \frac{dJ_3}{dt} \Rightarrow 2J_1 R = L \frac{d(3J_3 - J_1)}{dt}$$

$$2(J_1 dt) R = L d(3J_3 - J_1)$$

$$2 dJ_1 R = L d(3J_3 - J_1)$$

$$\Delta J_1 = \frac{L}{2R} \Delta(3J_3 - J_1) = \frac{L}{2R} \left( \frac{3U}{R} - 0 - \left( -\frac{U}{5R} + 0 \right) \right)$$

$$= \frac{L}{2R} \left( \frac{3U}{R} + \frac{U}{5R} \right) = \frac{L}{10R^2} \cdot \frac{16U}{1} = \frac{16UL}{10R^2}$$

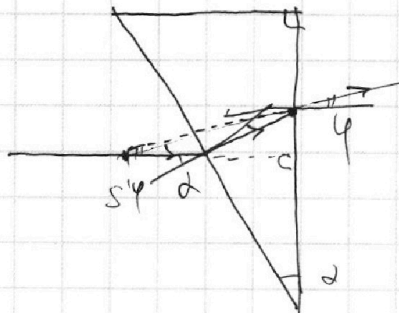
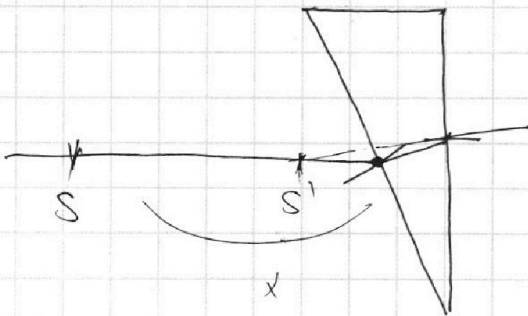
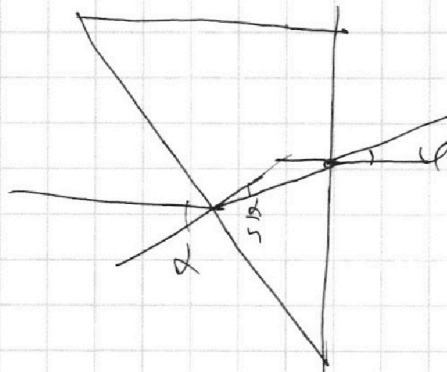
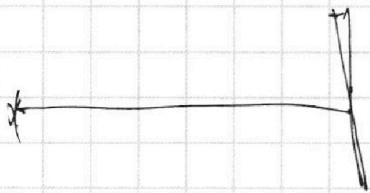
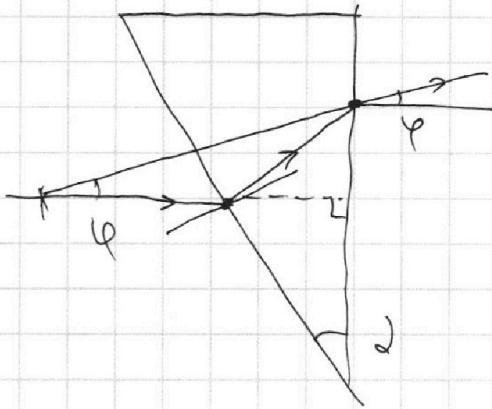
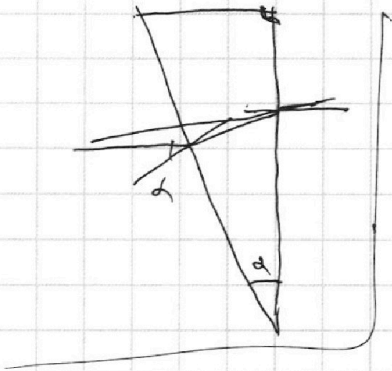
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7



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



203

$$\frac{194}{3} \cdot 2$$

149

$$\frac{(194 + 9) \cdot 3}{3}$$

$$= 6 + 62,5 = 68,5$$

$$\frac{194}{14} \cdot 13 = 62,3$$

$\frac{4}{3}$

208





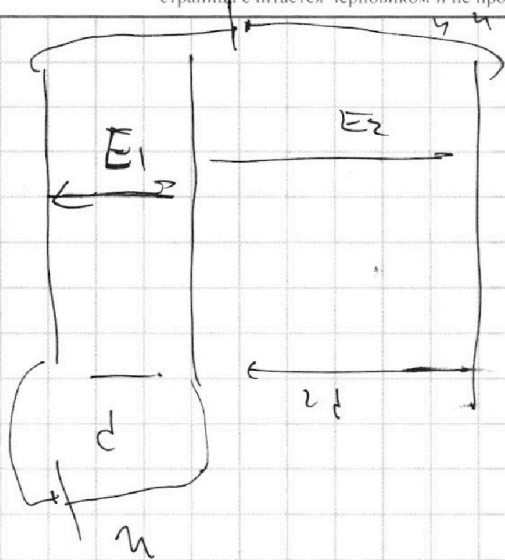
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



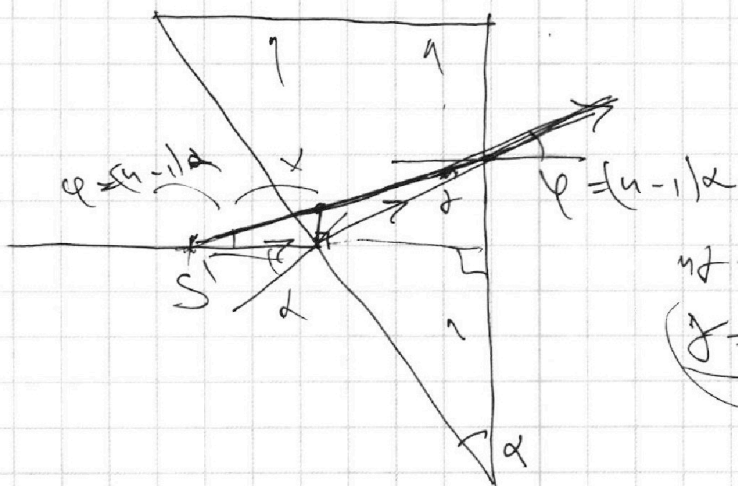
$$2E_2 d - E_1 d = 4\eta$$

$$E_1 d = 4\eta$$

$$E_1 = \frac{4\eta}{d}$$

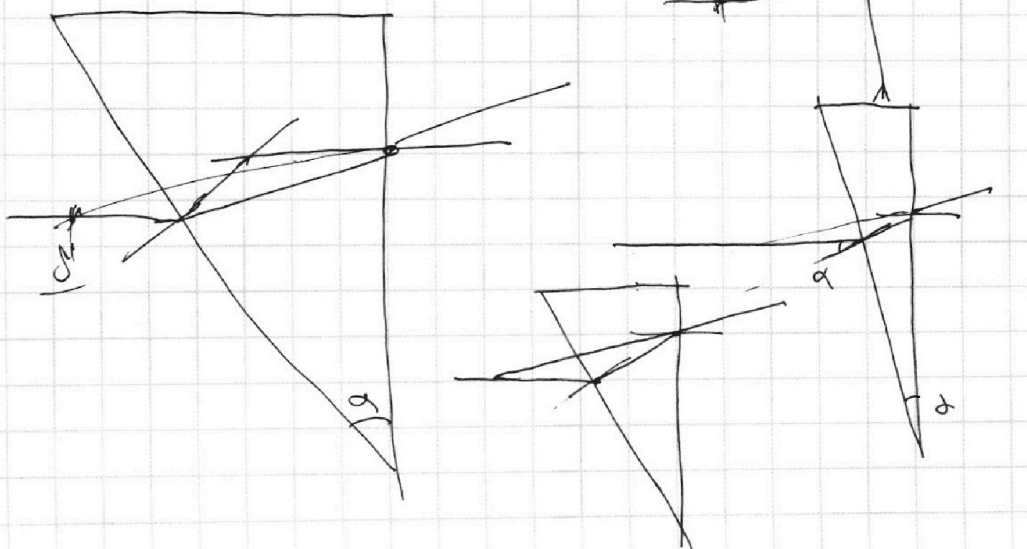
$$2E_2 d = 5\eta$$

$$E_2 = \frac{5}{2} \frac{\eta}{d}$$



$$n\alpha = \varphi$$

$$\varphi = \frac{n-1}{n} \alpha$$



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!



Handwritten mathematical work on grid paper, including diagrams and equations. The diagrams show geometric constructions with lines, points, and angles, possibly representing a mechanical linkage or a geometric proof. The equations are as follows:

$$\frac{1}{P} = (4-1) \left( \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} \right)$$

$$25 \cdot 11 - 90 = 185$$

$$\frac{25 \cdot 11 - 90}{11} = \frac{185}{11}$$

$$P \frac{V}{5} = 2 \frac{R}{4} T_0$$

$$P_0 \frac{K}{2} = 2 \frac{R}{4} T_0$$

$$P = \frac{25}{8} P_0$$

$$P_0 \frac{K}{4} = 2 \frac{R}{4} T_0$$

$$\frac{4}{20} P \frac{V}{5} = 2 \frac{R}{4} T_0$$

$$\frac{P_1}{P_0} = \frac{4 \frac{R}{4} T_0 \cdot 11}{20 \frac{R}{4} T_0} = \frac{44}{25}$$

$$P_1 = \frac{44}{25} P_0$$

$$P_2 \frac{11}{20} V = 2 \frac{R}{4} T_0$$

$$P = P_{ATM} + P_1 + P_2$$

$$\frac{25}{8} P_0 = P_{ATM} + \frac{44}{25} P_0 + P_2$$

$$P_2 = \frac{K P_0 \frac{V}{4} \frac{R}{4} T_0 \cdot 20}{11 \cdot 4} = \frac{K P_0 R T_0 \cdot 100}{16 \cdot 11}$$

$$275 - 90 = 185$$

$$250$$

$$88 = \frac{185}{11} \Delta x < R$$

$$\frac{195}{35152}$$

$$P_1 V = \frac{25}{11} 2 \frac{R}{4} T_0$$

$$P = P_1 + P_2$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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

$$\frac{25}{8} P_0 = P_{A_{T_{11}}} + \frac{44}{25} P_0 + \frac{K_{P_0} \cdot 100}{11 \cdot 16}$$

$$K_{P_{T_0}} = K_{P_T} \cdot \frac{4}{5}$$

$$\frac{25}{8} P_0 = P_{A_{T_{11}}} + \frac{44}{25} P_0 + \frac{\frac{4}{5} P_0 \cdot 100}{11 \cdot 4^2} =$$

$$\left( \frac{25}{8} - \frac{44}{25} - \frac{80}{11 \cdot 4^2} \right) P_0 = P_{A_{T_{11}}}$$

$$\left( \frac{25}{8} - \frac{44}{25} - \frac{5}{11} \right) P_0 = P_{A_{T_{11}}}$$

$$4 \cdot 20 = 4 \cdot 4 \cdot 5$$

$$\frac{185}{110}$$

$$\frac{185}{185}$$

$$\frac{185}{88}$$

$$\frac{275 - 510}{4 \cdot 2 \cdot 11} = \frac{275 - 510}{88}$$

$$\frac{25 \cdot 11 - 510}{4 \cdot 2 \cdot 11} = \frac{275 - 510}{88}$$

$$\frac{25 \cdot 12 - 510}{4 \cdot 2 \cdot 11} = \frac{300 - 510}{88}$$

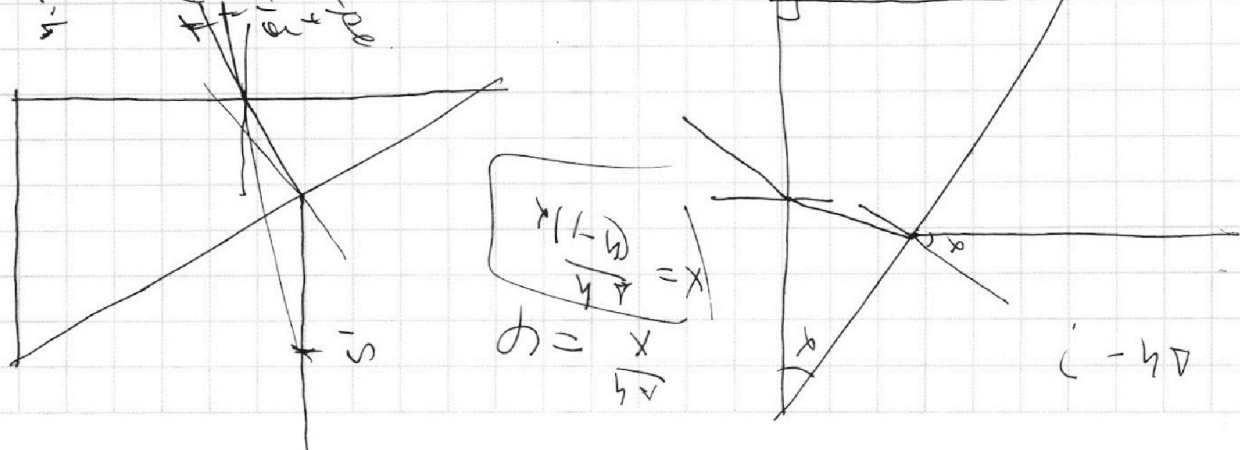
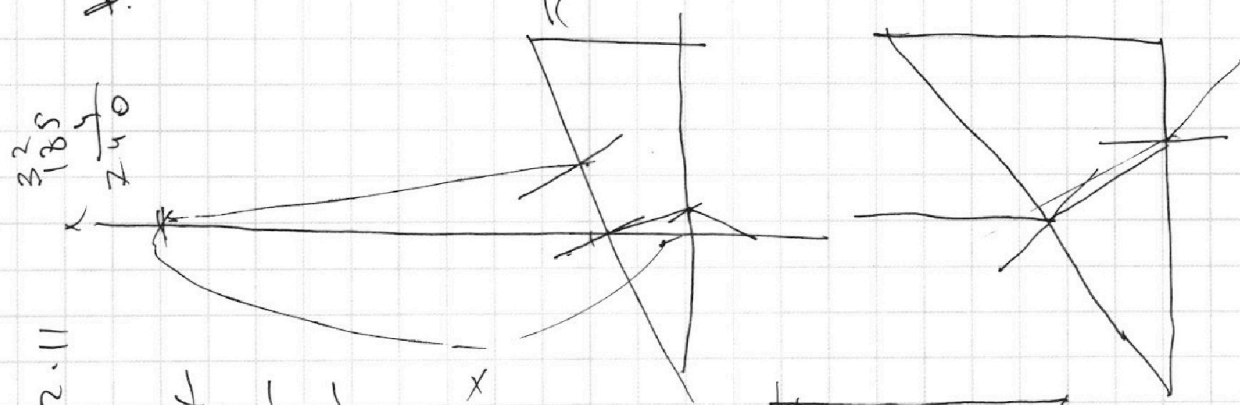
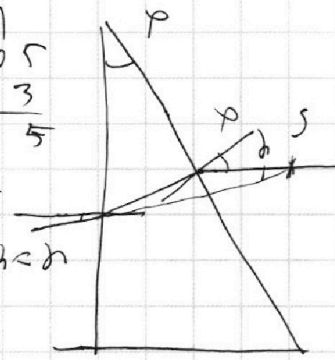
$$\frac{25 \cdot 10 - 510}{4 \cdot 2 \cdot 11} = \frac{250 - 510}{88}$$

$$\begin{array}{r} 1760 \mid 505 \\ - 2450 \\ \hline 2300 \end{array} \quad \begin{array}{r} 505 \\ 0,349 \end{array}$$

$$\frac{505}{925} = 0,546$$

$$\begin{array}{r} 1505 \\ - 3 \\ \hline 1515 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 245 \\ \times 4 \\ \hline 2020 \end{array}$$





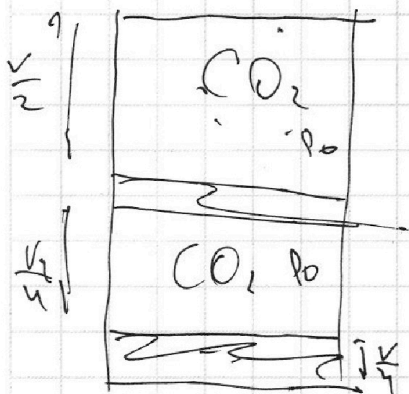
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

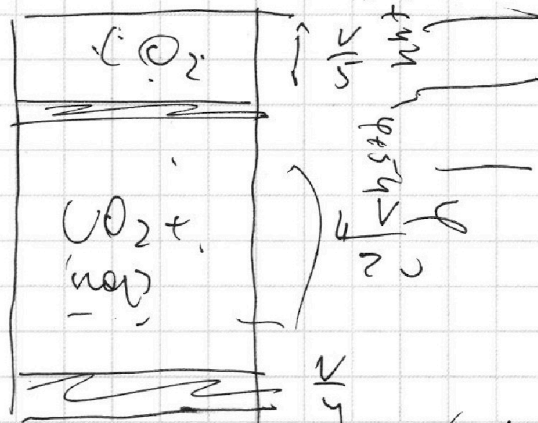
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



→



$\rho E_{\text{rod}} =$

$3E_{\text{rod}} = -29$

$V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = V - \left(\frac{V}{5} + \frac{V}{4}\right) = V - \left(\frac{9V}{20}\right) = \frac{11V}{20}$

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

$\left\{ \begin{aligned} p_0 \frac{V}{2} &= \rho_1 R T_0 \\ p \frac{V}{5} &= \rho_2 R T \end{aligned} \right.$

$p_0 \frac{V}{4} = \rho_2 R T$

$E_{\text{rod}} = \rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 = 50 \cdot 9 + 50 = 500 + 50 = 550$

$3E_{\text{rod}} = -210$

$\left\{ \begin{aligned} p \frac{V}{5} &= 2 \rho R T_0 \cdot \frac{5}{4} \\ p_0 \frac{V}{2} &= 2 \rho R T_0 \end{aligned} \right.$

$\frac{5}{4} = \frac{pV}{5} : \frac{p_0 V}{2} =$

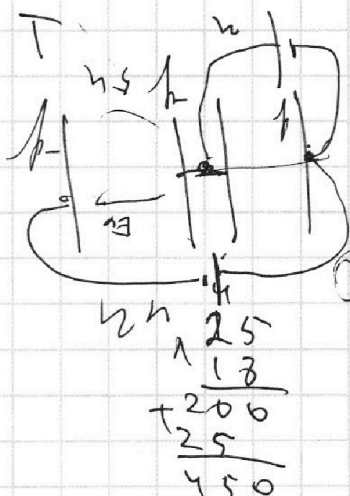
$= \frac{2pV}{5p_0V} = \frac{2}{5} \frac{p}{p_0}$

$\frac{p}{p_0} = \frac{25}{8}$

$p = \frac{25}{8} p_0$

$p_0 \frac{V}{4} = \rho R T_0$

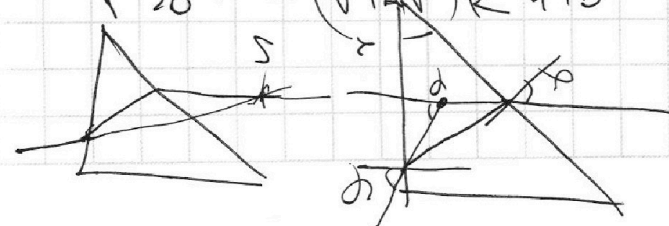
$p \frac{11V}{20} = (\rho + \rho_2) R \frac{5}{4} T_0 = (2\rho + k p_0 \frac{V}{4}) R \frac{5}{4} T_0$



$\frac{15}{30} \frac{6}{2,5}$

$400 + 36 = 436$

$V - \left(\frac{V}{5} + \frac{V}{4}\right) = V - \left(\frac{9V}{20}\right) = V \left(1 - \frac{9}{20}\right) = \frac{11}{20} V$



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!



~~10~~  $m = 1000 \text{ m}$

$V(t) =$

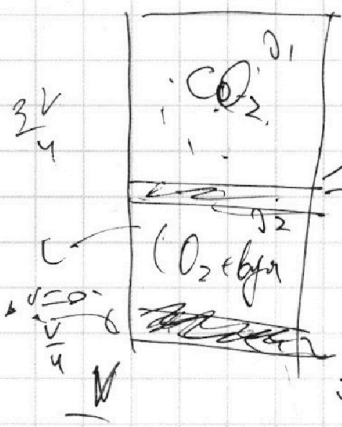
$F_k = 500 \text{ H}$

a)  $\omega \cos \omega t$

b)  $F_1 = ma$

b)  $P_1 = \frac{dW}{dt} = F \cdot v$

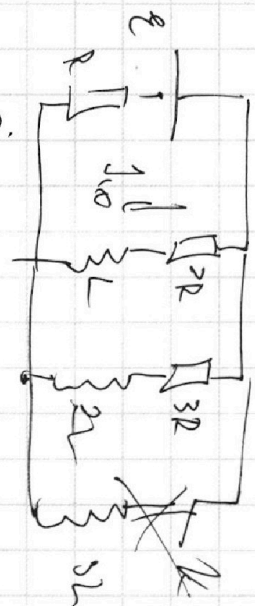
$\frac{dW}{dt} = \int \frac{dW}{dt} dt$   
 $\frac{dW}{dt} = \int \dots$



$T_0 \rightarrow \frac{5}{4} T_0 = T = 100^\circ \text{C}$

$V_{\text{верх}} = \frac{V}{5}$

$\Delta Q = L \Delta V$



$\Phi V_0 = \dots$   
 $P \left( \frac{3V}{4} - V_0 \right) = \dots$

~~$P \cdot \frac{3V}{4} = (I_1 + I_2) R T_0$~~

$P \frac{V}{2} = I_1 R T_0 = 11 \cdot \frac{52 \cdot 4}{25} = 25.22$

a)  $V_0 = \frac{3V}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3V}{8}$

~~$P \frac{3V}{8} = I_1 R T_0$~~

~~$P \frac{3V}{8} = I_2 R T_0$~~

$\Phi_{+} = \dots$

$\frac{I_1}{I_2} = 2$

$\frac{17618}{16122}$

$\frac{25}{45} P_0 - \frac{17618}{45}$

$\frac{9}{176}$

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!



Handwritten solution on grid paper for an optics problem involving a double-slit experiment. The solution includes several geometric diagrams and mathematical derivations.

**Diagram 1 (Top):** Shows a rectangular region of height  $h_1$  with a diagonal line. A point on the diagonal is at a horizontal distance  $s$  from the left edge. A vertical line is drawn at  $s$ , and a horizontal line is drawn from the point on the diagonal to the left edge, labeled  $s + h$ . The angle between the horizontal line and the diagonal is  $\alpha$ . The vertical distance from the horizontal line to the diagonal is  $(n-1)\alpha = \varphi$ . The distance from the vertical line to the diagonal is  $(n-1)\alpha = \varphi$ .

**Diagram 2 (Middle Right):** Shows a vertical stack of three horizontal lines. The top two are separated by distance  $2a$ . A horizontal distance  $3a$  is marked. The top line is at a height  $h_2$ . An angle  $\alpha$  is indicated between a horizontal line and a line connecting the intersection of the top two lines to the intersection of the bottom two lines.

**Diagram 3 (Bottom Left):** Shows a similar geometric setup to Diagram 1, with a vertical line at  $s$  and a horizontal line from the point on the diagonal to the left edge. The angle between the horizontal line and the diagonal is  $\alpha - \varphi'$ .

**Diagram 4 (Bottom Middle):** Shows a rectangular region with height  $h_2$  and a diagonal line. A point on the diagonal is at a horizontal distance  $s$  from the left edge. The angle between the horizontal line and the diagonal is  $\alpha$ . The vertical distance from the horizontal line to the diagonal is  $(n-1)\alpha = \varphi$ . The distance from the vertical line to the diagonal is  $(n-1)\alpha = \varphi$ .

**Diagram 5 (Bottom Right):** Shows a similar geometric setup to Diagram 4, with a vertical line at  $s$  and a horizontal line from the point on the diagonal to the left edge. The angle between the horizontal line and the diagonal is  $\alpha$ . The vertical distance from the horizontal line to the diagonal is  $(n-1)\alpha = \varphi$ . The distance from the vertical line to the diagonal is  $(n-1)\alpha = \varphi$ .

**Mathematical Derivations:**

- $(n-1)\alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x}$
- $3E_0d + 2E_0d = 7h_1$
- $3E_0d = -h_1$
- $3E_0d = 3h_1$
- $E_0 = 0$
- $h_1 = 0$
- $\Delta h = \frac{1}{5} \Delta x$
- $h_1 = \frac{1}{5} \Delta x$
- $h_1 = \frac{1}{5} \Delta x$
- $h_1 = \frac{1}{5} \Delta x$
- $h_1 = \frac{1}{5} \Delta x$
- $h_1 = \frac{1}{5} \Delta x$

**Final Equations:**

- $h_1 = \frac{1}{5} \Delta x$
- $h_1 = \frac{1}{5} \Delta x$
- $h_1 = \frac{1}{5} \Delta x$
- $h_1 = \frac{1}{5} \Delta x$



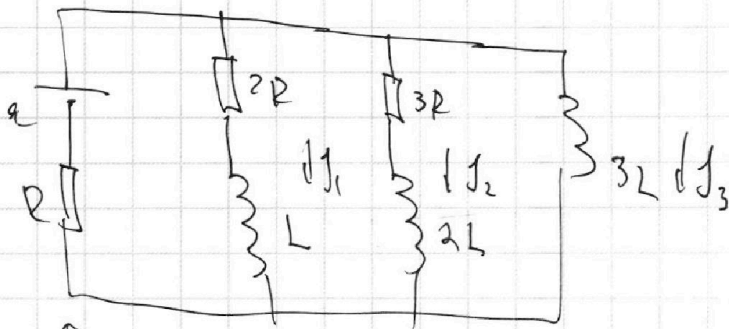
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

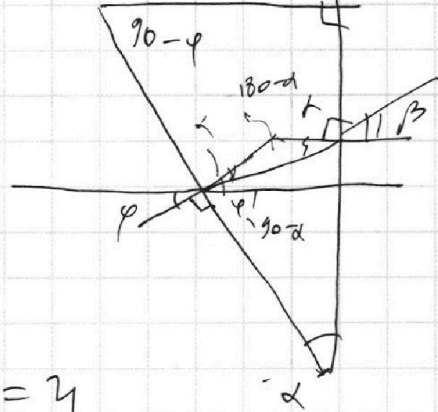
**МФТИ**

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



$I_1 + I_2 + I_3$

$U_L = U_{2L} = U_{3L}$



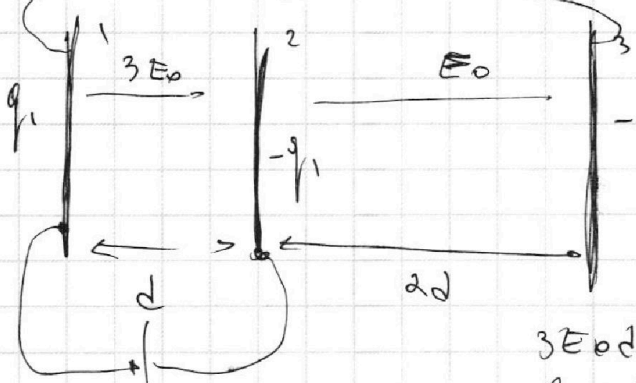
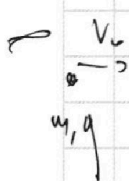
$2I_1 R + L \frac{dI_1}{dt} = U$

$3I_2 R + \frac{2L dI_2}{dt} = U$

$\frac{3L dI_3}{dt} = U$

$\varphi = n\varphi'$   $\varphi' < \varphi$

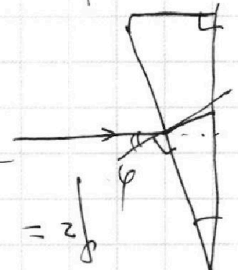
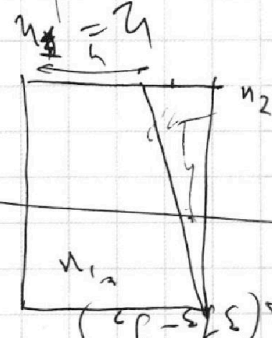
$(2I_1^2 R + 3I_2^2 R) dt + \dots$   $\varphi = n\varphi'$   $180(180 - \alpha + \varphi') = \alpha$



$r = \alpha - \varphi' = (n-1)\alpha$

$3E_0 d + E_0 2d = U$   
 $5E_0 d = U$   
 $3E_0 d = U$

$a) (n-1)\alpha$



$\varphi = n\varphi'$   $\varphi' < \varphi$

$2R I_2 = L \frac{dI_2}{dt}$   
 $2R I_2 = L \frac{d(3I_3 - I_2)}{dt}$   
 $2R I_2 = L \frac{d(3I_3 - I_2)}{dt}$

$3L \frac{dI_3}{dt} = U$   
 $2R I_2 + L \frac{dI_2}{dt} = U$   
 $3L \frac{dI_3}{dt} = U$

$\frac{2R}{16R} \left( \frac{2R}{2R} \right)$