

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01

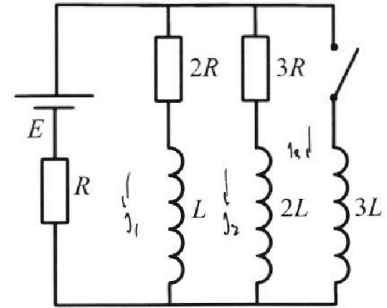
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



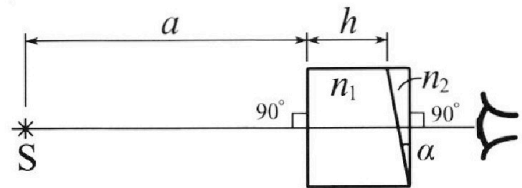
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 student solution for problem 5:*

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

$\varphi = \frac{\Delta y}{y}$   
 $\Delta y = \frac{h}{2} \tan \alpha$   
 $y = a$   
 $\varphi = \frac{h \tan \alpha}{2a}$

$n = \frac{c}{v} = \frac{c}{\frac{c}{n}} = n$   
 $n = \frac{d}{\Delta y}$



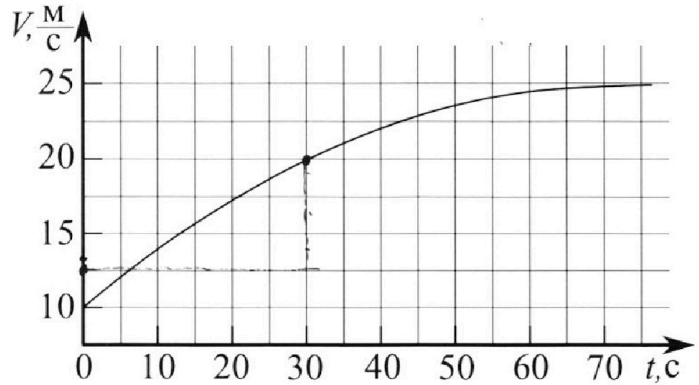
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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%.

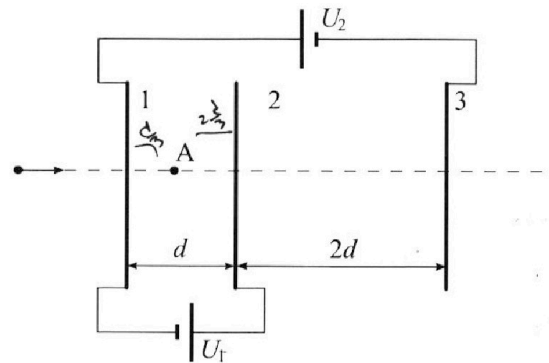
3. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный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

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  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:

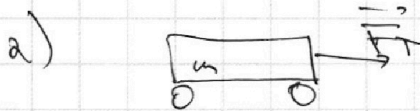


1  2  3  4  5  6  7

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

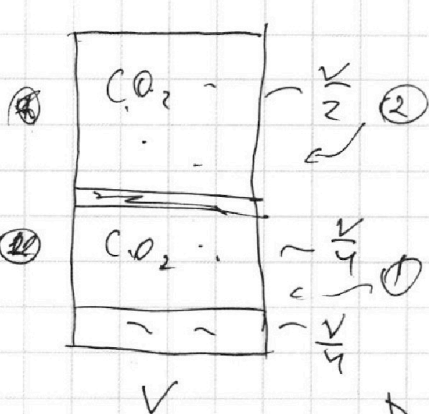
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



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

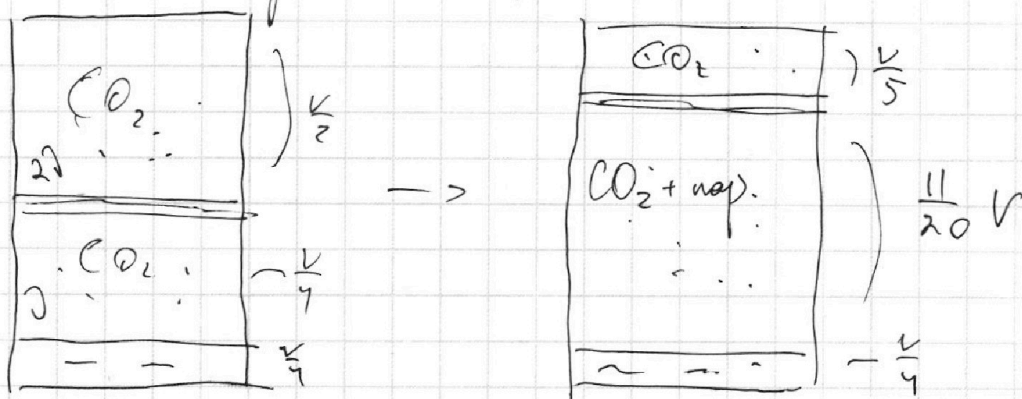
т.к. поршень невесомый,  $\sum F_i$  на него равен 0  $\rightarrow$

$P_1 = P_2 = P_0$

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

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

б) М-Клапейр для 2 отсека:



$T_0$

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

поскольку  $CO_2$  в 1 отсеке уменьшилось

$\Delta \nu = \nu_0 \frac{k}{4} ; \nu' = \nu - \nu_0 \frac{k}{4}$

$P_{н.п.}(T) = P_{атм}$

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

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  $\Delta\Delta$   $\text{CO}_2$ ,  $P_1$  - давление  
воздуха  $\text{CO}_2$  ~~из 1 до 2~~ ~~кислорода~~.

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

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

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

$$P = P_1 + P_S + P_{\text{атм}}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$P_{\text{атм}} = P_0 \left( \frac{25}{8} - \frac{25}{44} - \frac{5}{11} \right) = P_0 \left( \frac{25}{8} - \frac{25}{44} - \frac{10}{44} \right) = \frac{185}{88} P_0$$

$$P_0 = \frac{88}{185} P_{\text{атм}}$$

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

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

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

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

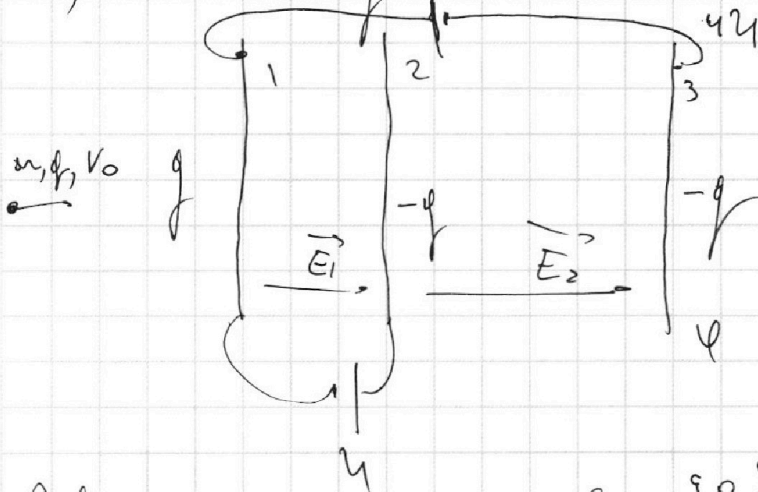
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

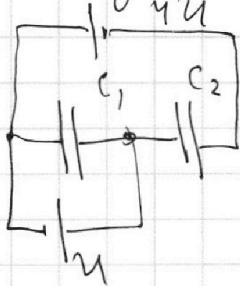
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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



Пусть  $\varphi_1 = q$ , тогда  
 $\varphi_3 = -q$ ,  $\varphi_2 = -q$   
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.

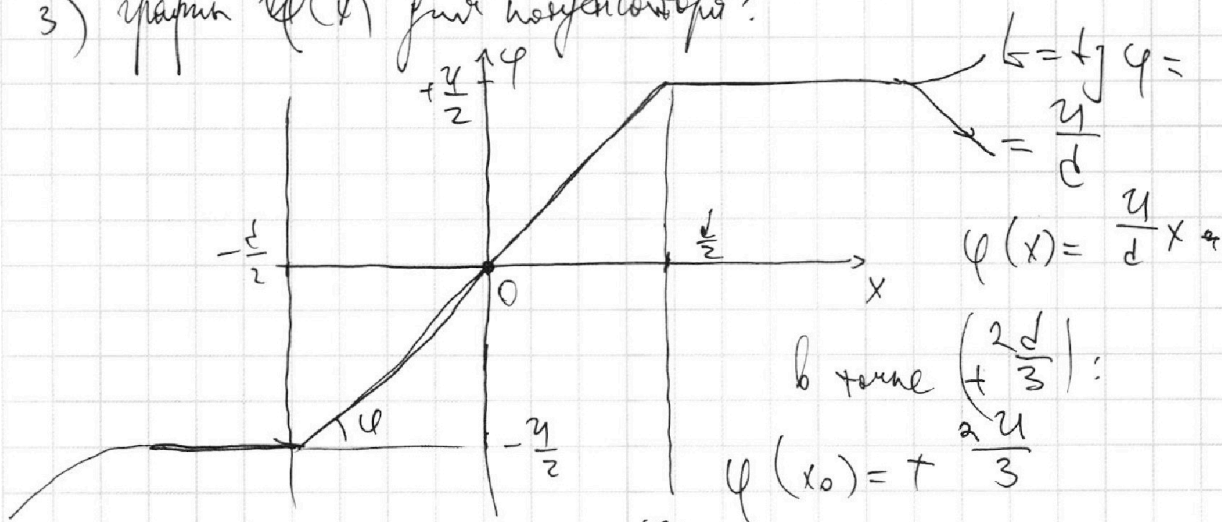
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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:



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

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

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

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

$$\text{ЗСЭ!} \quad \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + q \varphi_A = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{11}{3} q u$$

$$3 m v_0^2 = 3 m v_1^2 + 22 q u$$

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

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

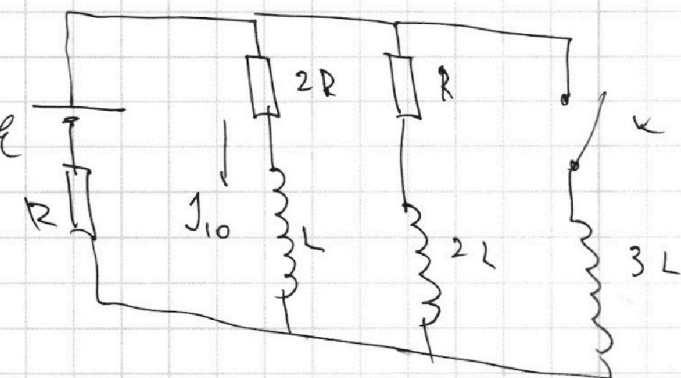
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

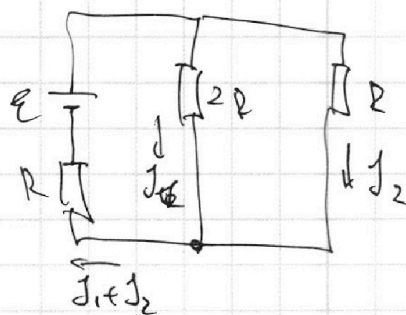
МФТИ

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:

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

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

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

2) Ток в катушке резко не уменьшается  $\Rightarrow$

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

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



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

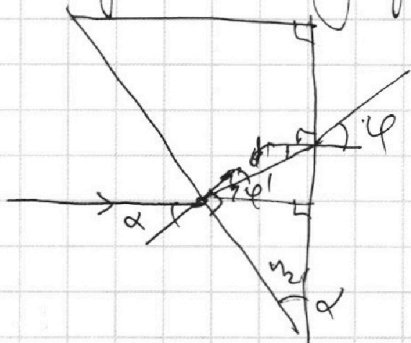
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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 ~~на~~ клине и поворачивается на угол  $\varphi$ . Найдите угол между углами  $\alpha$ .

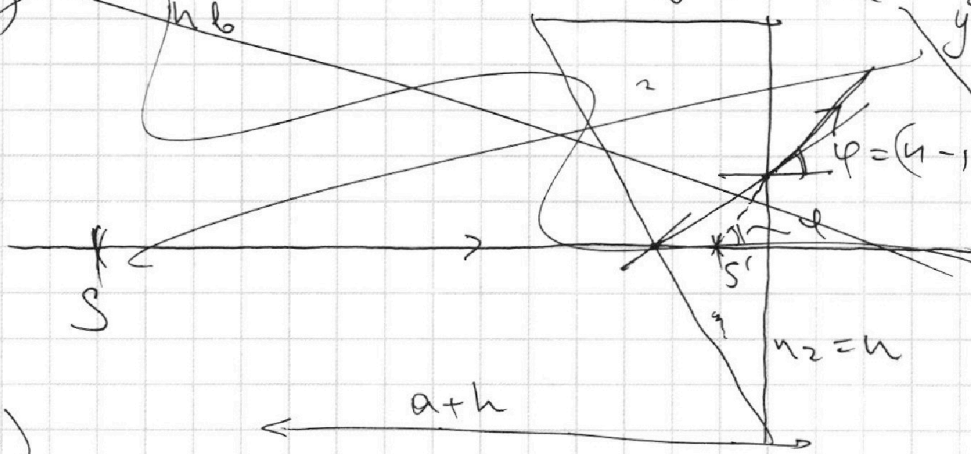


$$\begin{cases} \alpha = \varphi + \varphi' \\ n_2 \varphi = \varphi' \\ \delta = \varphi - \varphi' = \alpha - \varphi' \\ n_2 \delta = \varphi \\ n_2 \varphi' = \alpha \end{cases}$$

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

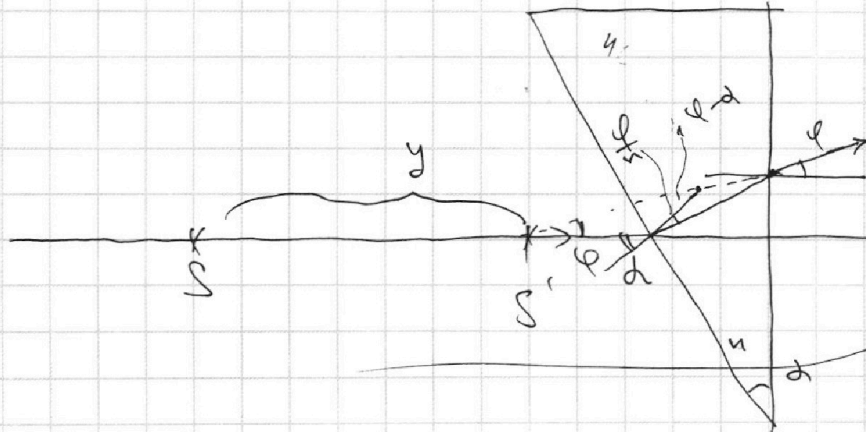
Ответ:  $\varphi = 0,07 \text{ рад}$ ,  ~~$\Delta x = \frac{y}{n} (a+h)$~~

a)  $h, b$



$$\begin{aligned} y &= a+h - \Delta x \\ &= (a+h) \frac{1}{n} = \frac{60,3 \text{ см}}{1,7} \\ \Delta x &= \frac{h}{n} \\ y &= a + \frac{h}{n} = 700 \text{ см} \end{aligned}$$

2)



Ответ:  
 $0,07 \text{ рад}$ ,  
 $200 \text{ см}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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.

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

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

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

$$P_{\text{пара}} = P - P_1$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$y = a + h - x$$

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

$$y' = a$$

$$\begin{array}{r} \wedge 25 \\ 21 \\ \hline 50 \\ \hline 525 \end{array}$$

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

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

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

$$P_1 \frac{11}{20} V = 2R \frac{5}{4} T_0$$

$$\frac{P_1}{P_0} = \frac{20}{11} \frac{2R \frac{5}{4} T_0}{2R T_0} = \frac{20}{11} \cdot \frac{5}{4} = \frac{25}{11}$$

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

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

20.4

25.21-80

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

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

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

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

$$\frac{25 \cdot 20 T_0}{11} = \frac{16}{11} T_0$$

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

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

$$a - y' = a \left( 1 - \frac{1}{4} \right)$$

$$a = 4a - a + T$$

$$T = (a - y) a$$

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

550

На одной странице можно оформить только одну задачу.

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,

страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода неопустима!



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

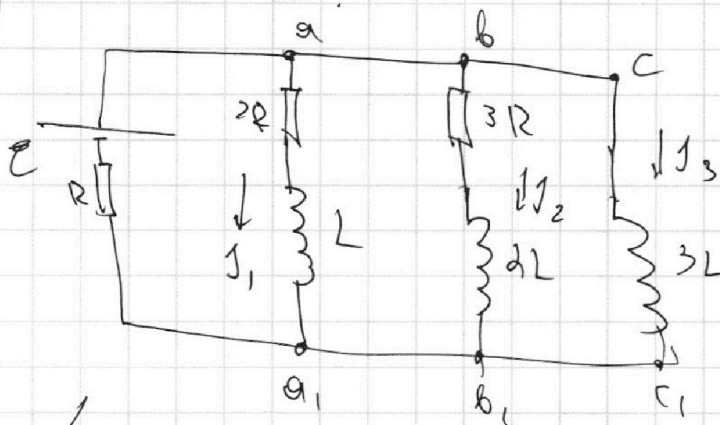
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

МФТИ

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

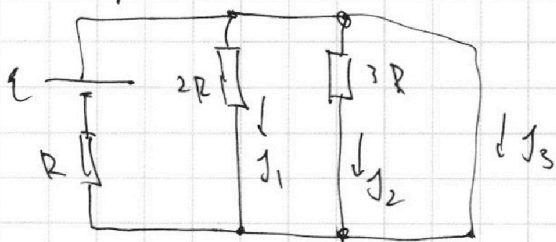


б) Рассмотрим установившийся режим системы после замыкания ключа:



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

Устремим:



$$\begin{aligned}
 J_2 J_1 &= 0 \\
 J_1 J_2 &= 0 \\
 J_3 &= \frac{U}{R}
 \end{aligned}$$

Кирхгофа:

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

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

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

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

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

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

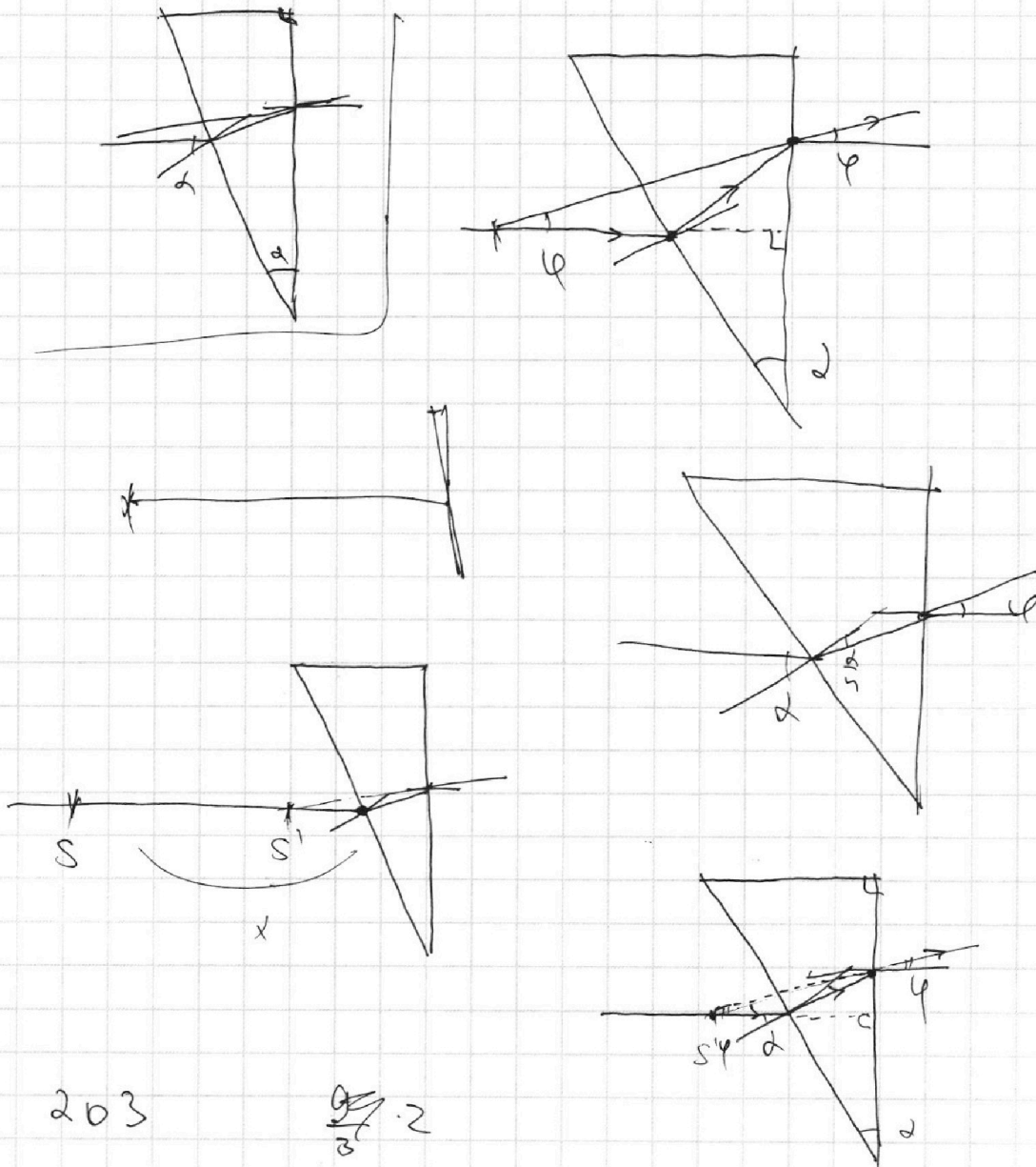
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

$$\frac{99}{3} \cdot 2$$

209

$$\frac{(199 + 9) \cdot 3}{3}$$

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

$$\frac{199}{19} \sqrt{3} \approx 62,3$$

$\frac{4}{3}$

208



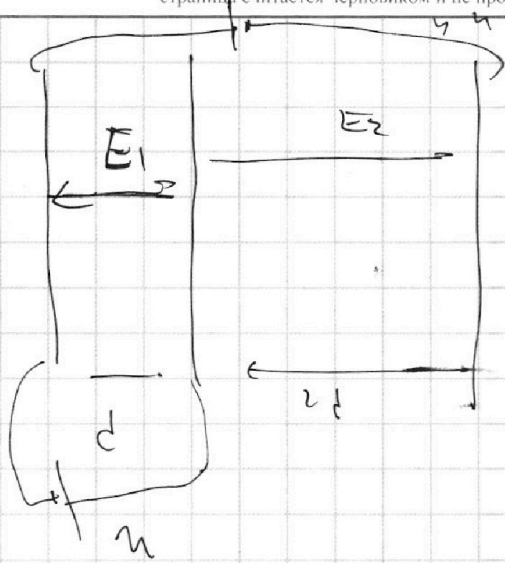
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



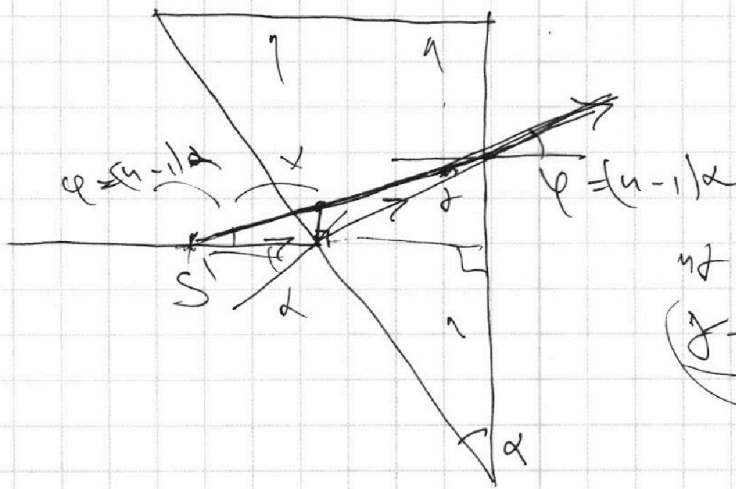
$$2E_2 d - E_1 d = 4\eta$$

$$E_1 d = 4\eta$$

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

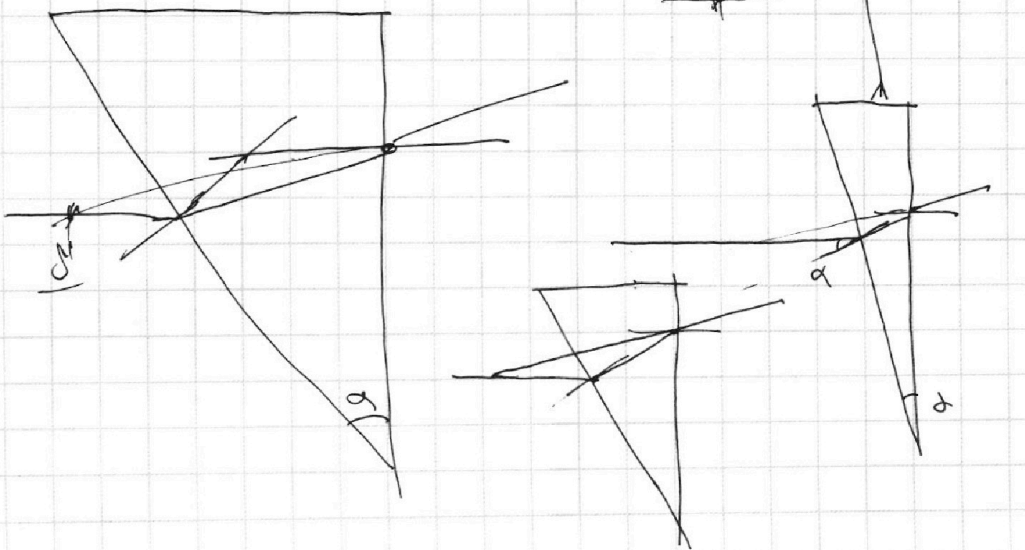
$$2E_2 d = 5\eta$$

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



$$\eta = \varphi$$

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





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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{185}{1110}$$

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

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

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

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

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

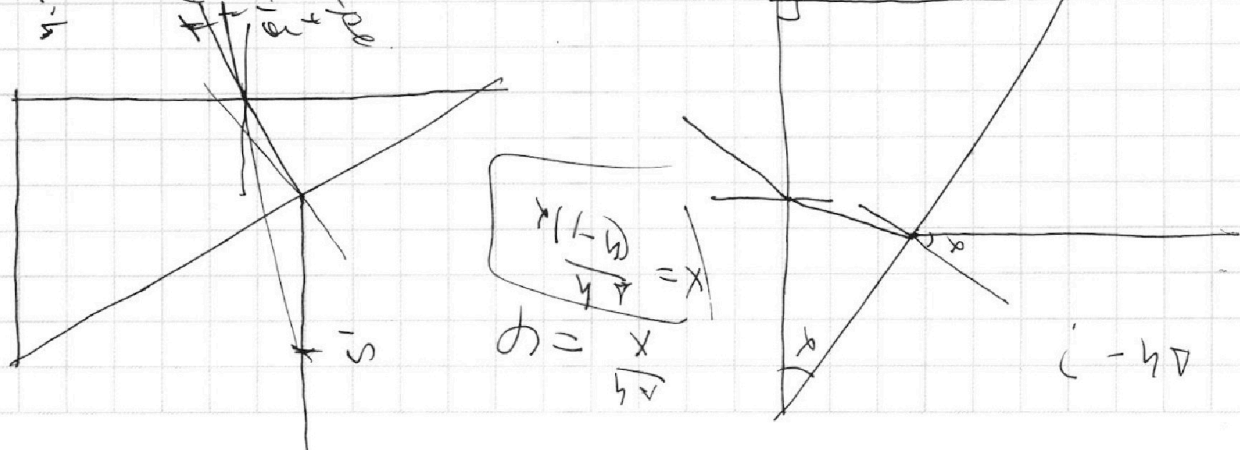
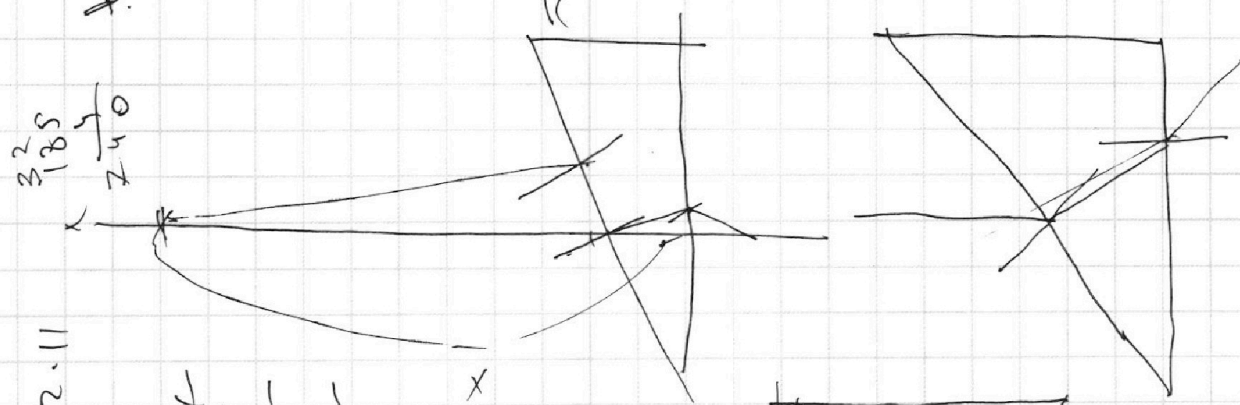
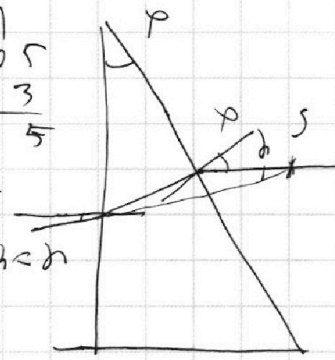
$$\frac{25 \cdot 10 - 510}{4 \cdot 2 \cdot 11} = \frac{250 - 510}{88}$$

$$\begin{array}{r} 1760 \overline{) 505} \\ \underline{2450} \phantom{0} \\ 2600 \phantom{0} \end{array}$$

$$\frac{505}{925} = 0,5459$$

$$\begin{array}{r} 1 \overline{) 305} \\ \underline{151} \phantom{5} \\ 245 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 505} \\ \underline{2020} \phantom{0} \end{array}$$





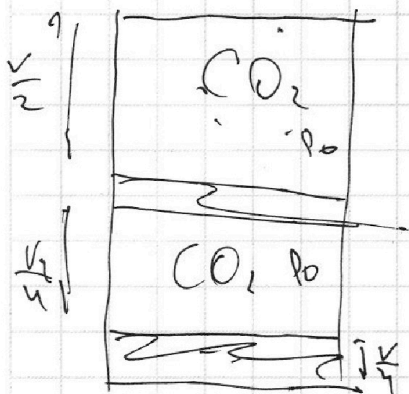
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

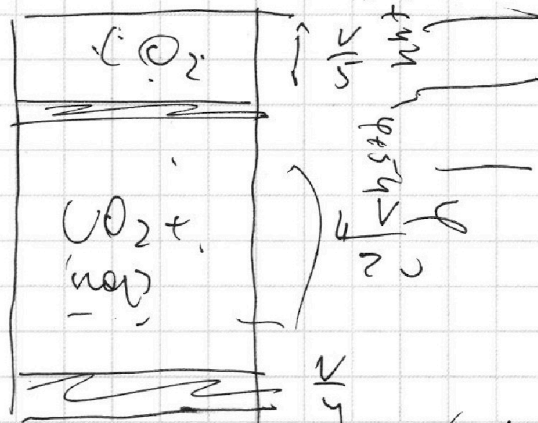
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



→

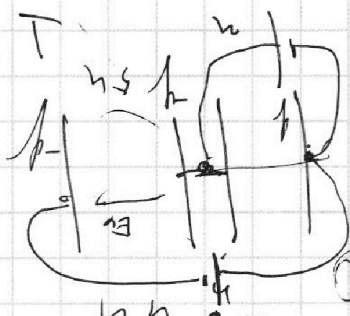


$3E_{\text{rod}} = -29$   
 $E_{\text{rod}} = -29$

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

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

$p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$      $p_0 \frac{V}{4} = \nu_2 R T$   
 $p \frac{V}{5} = \nu R T$



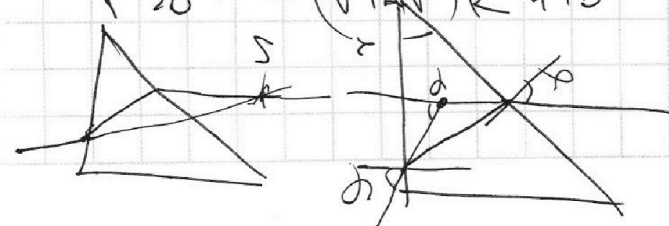
$\frac{15}{30} \bigg| \frac{6}{2,5}$

$p \frac{V}{5} = 2p R T_0 \cdot \frac{5}{4}$   
 $p_0 \frac{V}{2} = 2p R T_0$   
 $\frac{5}{4} = \frac{pV}{5} : \frac{p_0 V}{2} =$   
 $= \frac{2pV}{5p_0 V} = \frac{2}{5} \frac{p}{p_0}$   
 $\frac{p}{p_0} = \frac{25}{8}$

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

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

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



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

$50 \cdot 9 \cdot 20 = 50 \cdot 8 + 50 = 400 + 50 = 450$   
 $400 + 36 = 436$

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

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

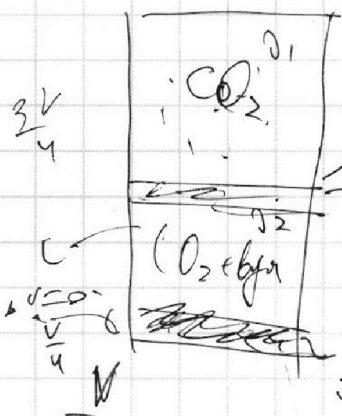
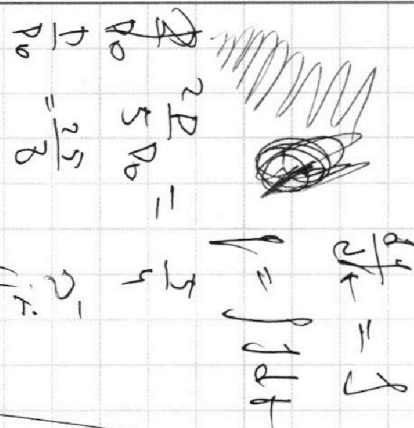
$V(t) =$

$F_k = 500 \text{ H}$

a)  $\omega \cos \omega t$

b)  $P_1 = \frac{dW}{dt} = F_k \cdot v_1$

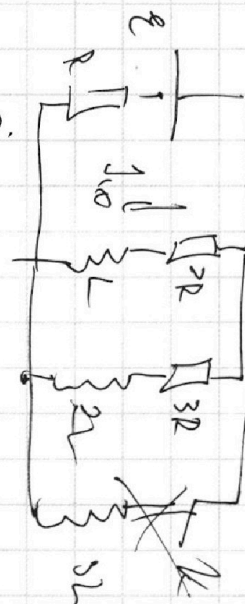
3)  $F_1 = ma$



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

$V_{\text{верх}} = \frac{V}{5}$

$\Delta Q = L p V$



a)  $\frac{Q_1}{Q_2} = \dots$

$Q_{V_0} = J_1 R T_0$

$P \left( \frac{3V}{4} - V_0 \right) = Q_2 R T_0$

$P_2 = \frac{4V_0}{3V - 4V_0}$

~~$P \cdot \frac{3V}{4} = (Q_1 + Q_2) R T_0$~~

$P \frac{V}{2} = Q_1 R T_0 = 11 \cdot \frac{52 \cdot 4}{25} = 25.22$

$P \frac{V}{4} = Q_2 R T_0$

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

~~$P \frac{3V}{8} = Q_1 R T_0$~~

~~$P \frac{3V}{8} = Q_2 R T_0$~~

$Q_+ = Q_2$

$\frac{Q_1}{Q_2} = 2$

$\frac{17618}{16122}$

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

$\frac{9 \pm 17618}{45}$



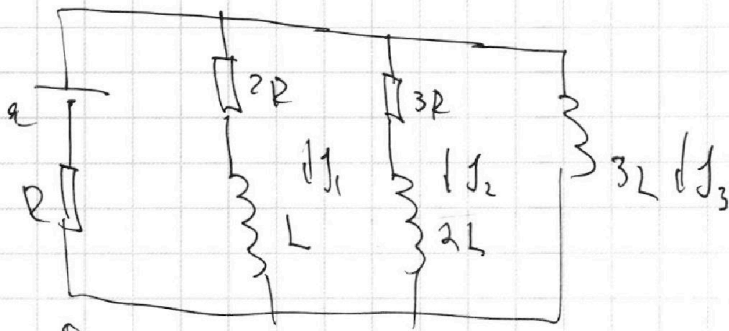
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

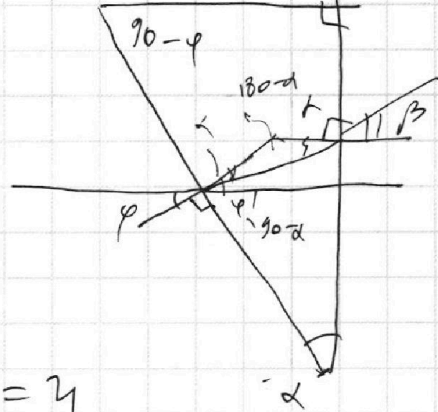
**МФТИ**

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



$I_1 + I_2 + I_3$

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



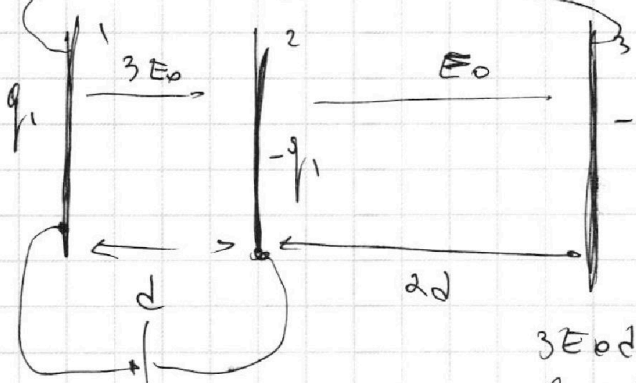
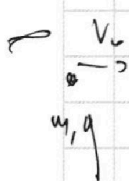
$2I_1 R + L \frac{dI_1}{dt} = U$

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

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

$\varphi = \alpha \varphi' \quad \varphi' < \varphi$

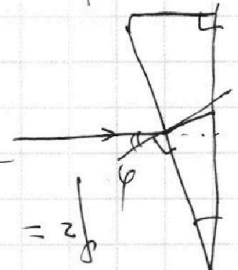
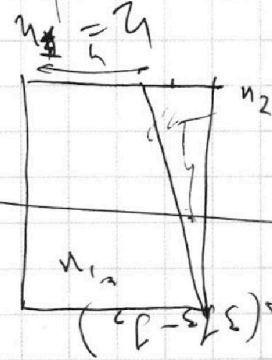
$(2I_1^2 R + 3I_2^2 R) dt + I_1 + I_1' \quad \varphi = \alpha \varphi' \quad \varphi' < \varphi$   
 $U_2 = U \quad 180(180 - \alpha + \varphi') = \alpha$



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

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

$\alpha(\alpha - \varphi) \alpha$



$\varphi = \alpha \varphi'$   
 $\varphi' < \varphi$

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

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

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