

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

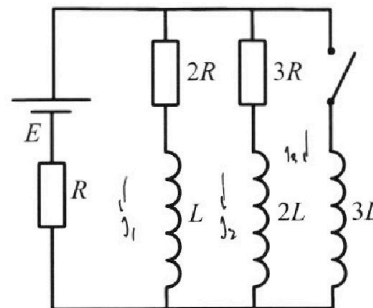
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



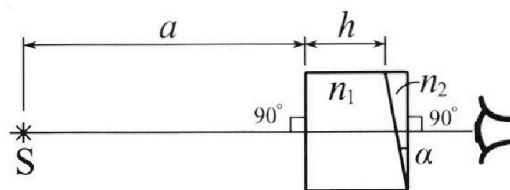
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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:

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

$\varphi = \frac{\Delta y}{y}$
 $5E_0d = -4\eta$
 $n = \frac{d}{\Delta y}$

$25.72 - 2.5 = 23.22$
 $23.22 / 4.2 = 5.53$



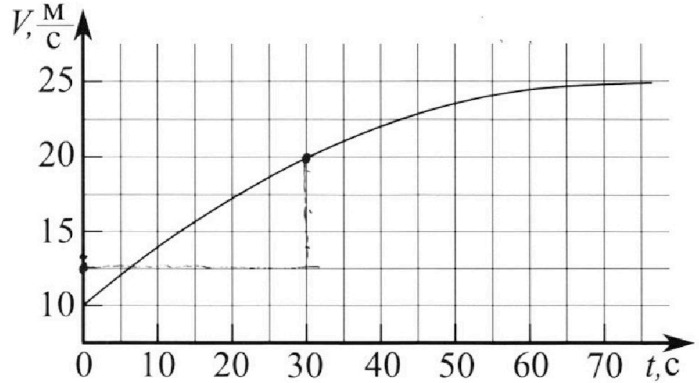
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%.

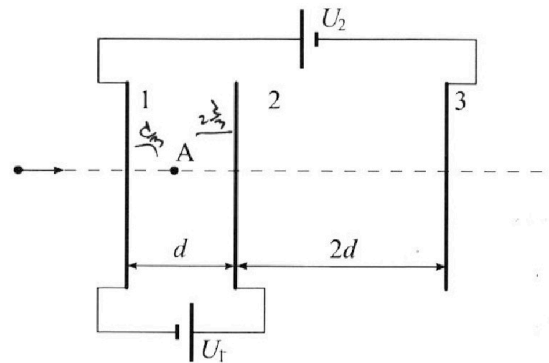
3. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный 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 Δv 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/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.

2) Определите начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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:

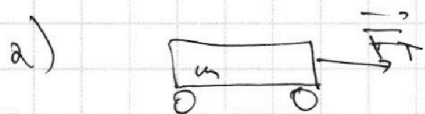


1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

1) $a_x = \frac{dv_x}{dt}$ — касательная к графику в точке $(20, 30)$ (её тангенс) она пересекает ось v в точке $\sim 12,5 \frac{m}{c}$ 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 Н , 9 кВт .

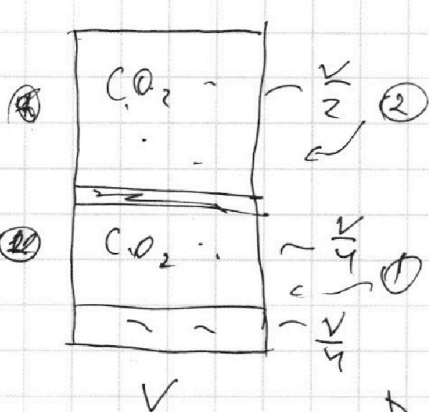
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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:
 $PV = \nu R T$

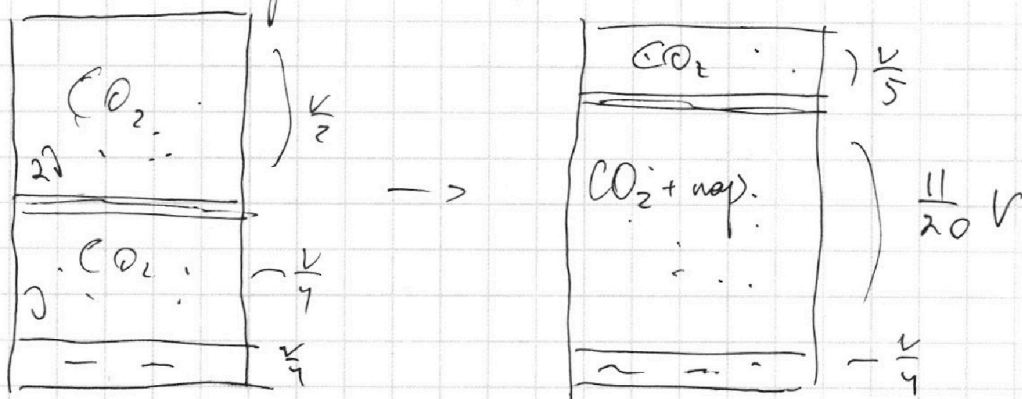
$\sum F_i$ на нел. жидк. = 0 \rightarrow

$P_1 = P_2 = P_0$

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

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

б) М-Клапейр для 2 отсека:



T_0

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

поскольку CO_2 в 1 отсеке уменьшилось

$\Delta \nu = \nu - \nu' = \nu - \frac{\nu}{2} = \frac{\nu}{2}$

$P_{н.ж.}(T) = P_{н.ж.}$

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

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 $\Delta\Delta$ CO_2 , P_1 - давление
воздуха 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.

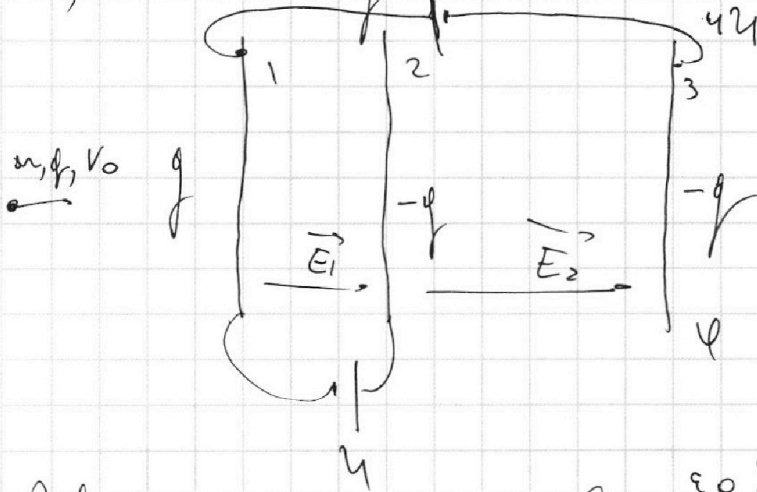
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

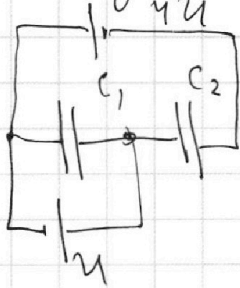
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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



Пусть $\phi_1 = \phi$, тогда
 $\phi_3 = -\phi$, $\phi_2 = -\phi$
т.к. у нас не было зарядов.

Эквивалентная цепь



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

Пусть $\phi_3 = \phi$, тогда

$\phi_1 = \phi_3 + U$

$\phi_2 = \phi_1 + U = \phi_3 + 5U$

$E_1 d = \phi_1 - \phi_2 = -U \Rightarrow E_1$ направлено влево

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

$2E_2 d = \phi_2 - \phi_3 = 5U \rightarrow E_2 = \frac{5}{2} \frac{U}{d}$

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

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

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

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

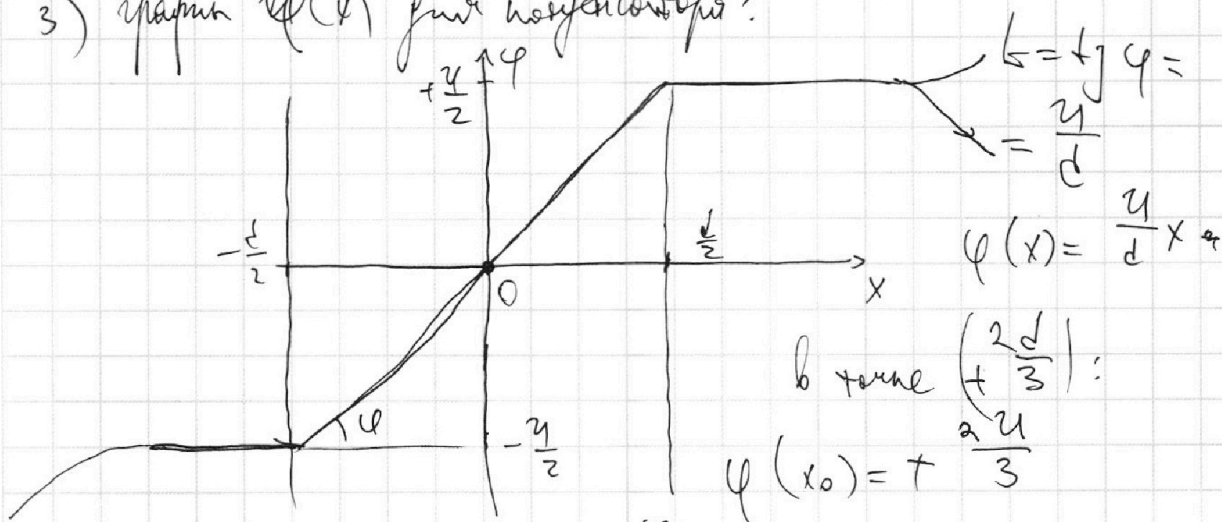
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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:



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

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

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

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

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

$$3mv_0^2 = 3mv_1^2 + 22qu$$

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

Ответ: $\frac{qu}{md}$, qu , $\sqrt{v_0^2 - \frac{22}{3} \frac{qu}{m}}$

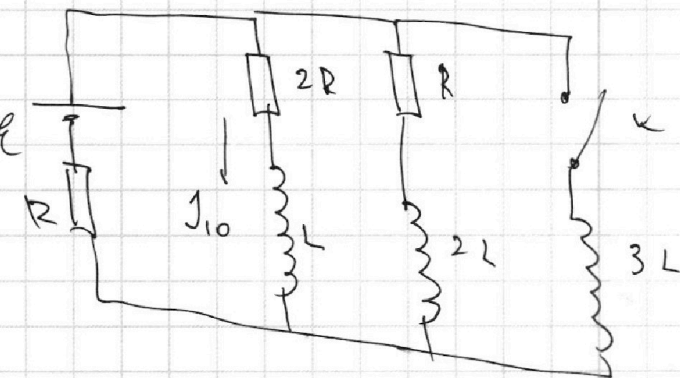
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

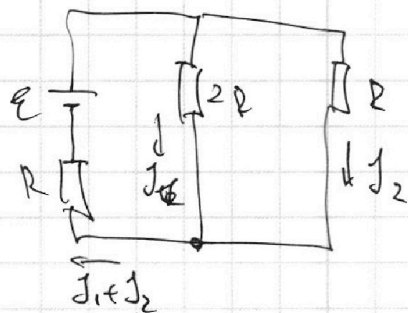
МФТИ

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 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.

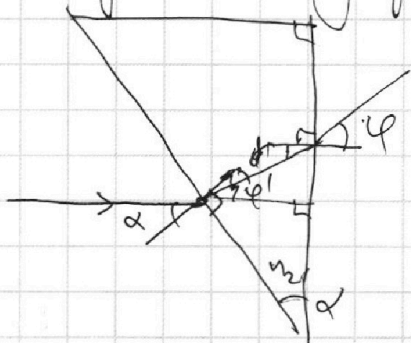
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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 ~~на~~ клине и поворачивается на угол φ . Найдите угол между углами α .

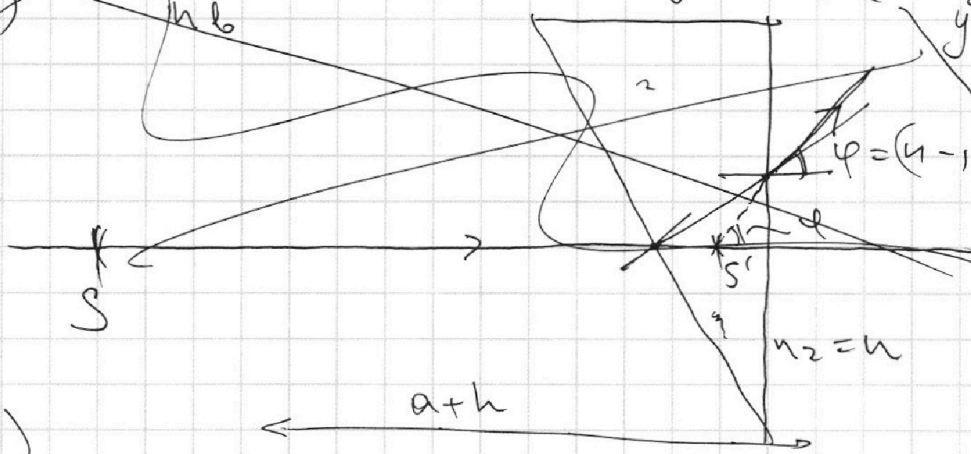


$$\begin{cases} \alpha = \varphi + \varphi' \\ n_1 \varphi = n_2 \varphi' \\ \delta = \varphi - \varphi' = \alpha - \varphi' \\ n_2 \delta = \varphi \\ n_2 \varphi' = \alpha \end{cases}$$

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

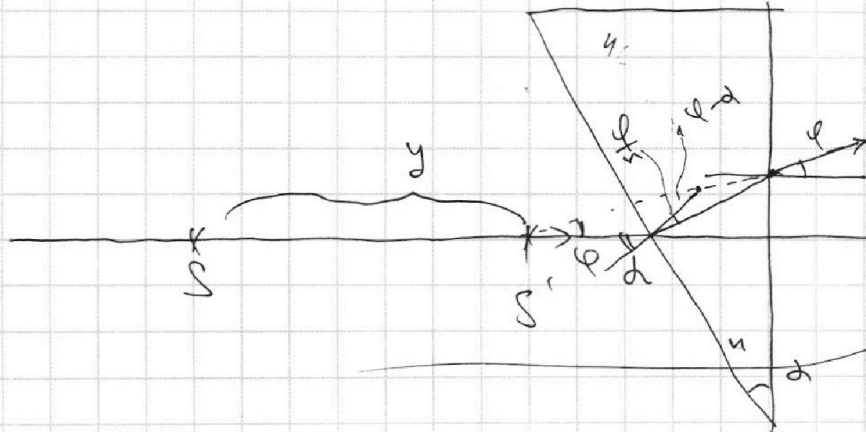
Ответ: $\varphi = 0,07 \text{ рад}$, ~~$y = a + h - \Delta x$~~

a) h, b



$$\begin{aligned} y &= a + h - \Delta x \\ &= (a + h) \frac{1}{n} \\ &= \frac{600 \text{ см}}{1,5} \\ \Delta x &= \frac{h}{n} \\ y &= a + \frac{h}{n} \\ &= 700 \text{ см} \end{aligned}$$

2)



Ответ:
 $0,07 \text{ рад}$,
 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 CO_2 в вакуум камере.

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

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

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

$$P_{\text{пара}} = P - P_1$$

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

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

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

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

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

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

$$= \frac{25}{44} P_0 \left(\frac{1}{4} + \frac{(\frac{1}{3} \cdot 10^5 \cdot 3 \cdot 10^8)}{5} \right) = \frac{25}{44} P_0 \cdot \frac{9}{20} = \frac{5 \cdot 9}{44 \cdot 4} P_0$$

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

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

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

$$y = a + h - x$$

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

$$y' = a$$

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

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

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

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

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

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

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

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

20.4

25.21-80

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

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

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

$$= P_0 \left(\frac{25 \cdot 22 - 80 - 25}{176} \right) = \frac{91}{176} P_0 = \frac{13}{25} P_0$$

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

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

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

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

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

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

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

550

На одной странице можно оформить только одну задачу.

- 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. Порядк QR-кода неопределен.



МФТИ

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

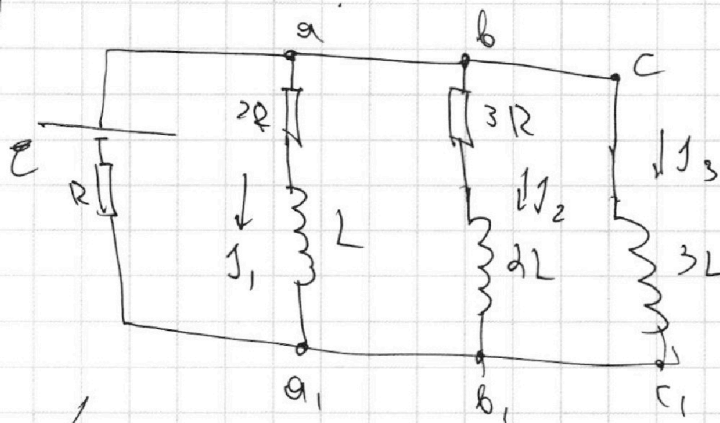
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

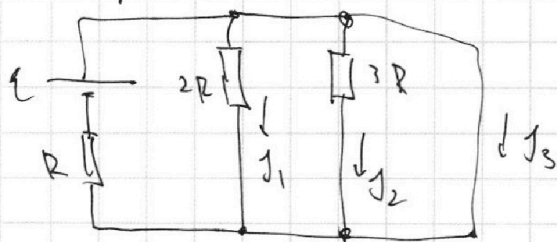


б) Рассмотрим установившийся режим системы после замыкания ключа:



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

Устремим:



$$J_2 = J_3 = 0$$

$$J_1 = J_3 = \frac{U}{R}$$

Кирхгофа:

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

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

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

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

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

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

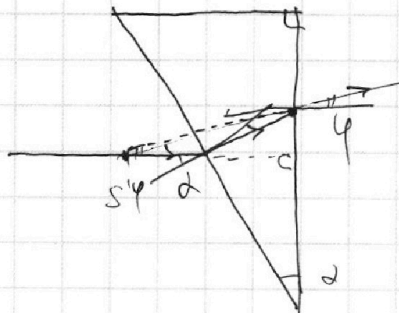
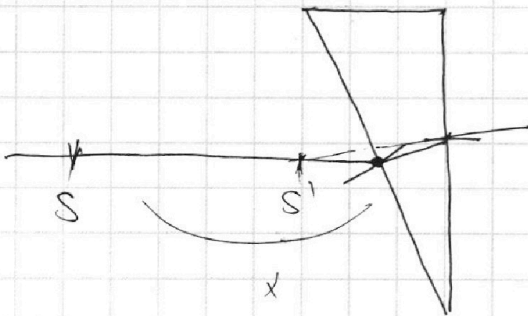
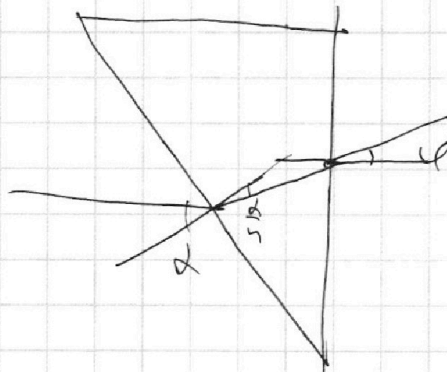
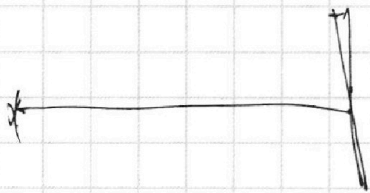
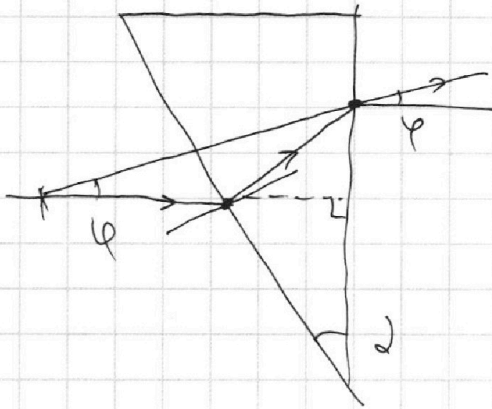
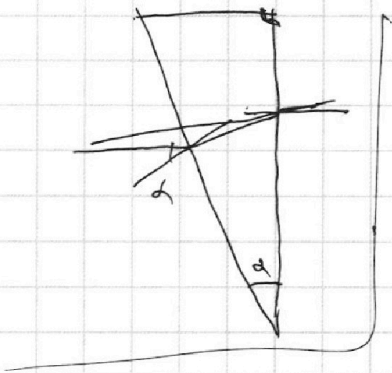
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

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

209

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

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

$$\frac{199}{14} \cdot 3$$

$\frac{4}{3}$

208



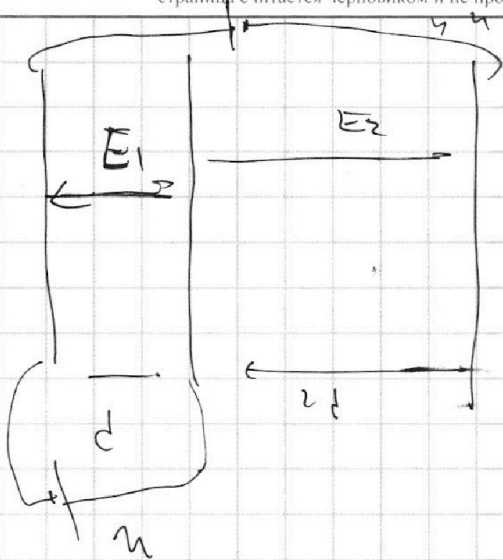
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



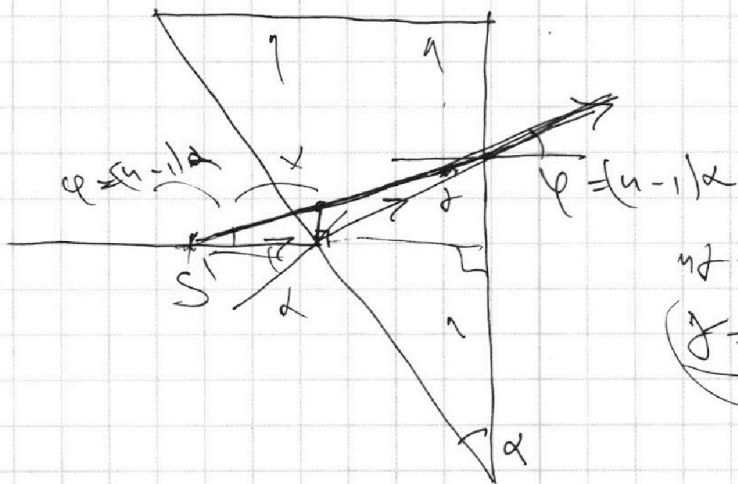
$$2E_2 d - E_1 d = 4\eta$$

$$E_1 d = 4\eta$$

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

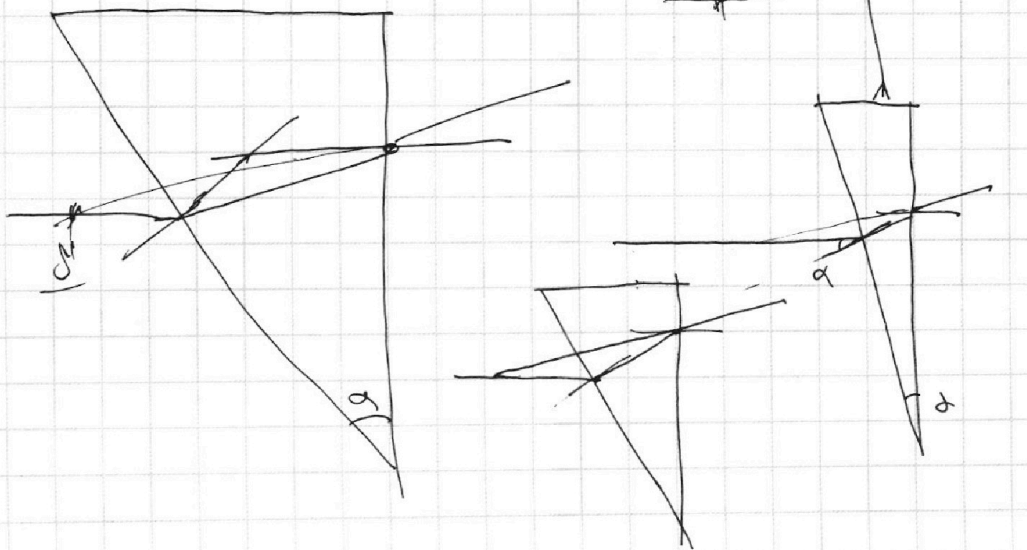
$$2E_2 d = 5\eta$$

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



$$\eta = \varphi$$

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



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 calculations.

Diagram 1 (Top Left): Shows a coordinate system with axes \$x\$ and \$y\$. A point \$S\$ is marked on the \$y\$-axis. A line \$S_1\$ is drawn through \$S\$. A point \$P\$ is marked on the \$x\$-axis. A line \$P_1\$ is drawn through \$P\$. A point \$Q\$ is marked in the first quadrant. A line \$Q_1\$ is drawn through \$Q\$. A line \$S_1 + P_1\$ is also shown.

Diagram 2 (Top Right): Shows a coordinate system with axes \$x\$ and \$y\$. A point \$S\$ is marked on the \$y\$-axis. A line \$S_1\$ is drawn through \$S\$. A point \$P\$ is marked on the \$x\$-axis. A line \$P_1\$ is drawn through \$P\$. A point \$Q\$ is marked in the first quadrant. A line \$Q_1\$ is drawn through \$Q\$. A line \$S_1 + P_1\$ is also shown.

Diagram 3 (Middle Left): Shows a coordinate system with axes \$x\$ and \$y\$. A point \$S\$ is marked on the \$y\$-axis. A line \$S_1\$ is drawn through \$S\$. A point \$P\$ is marked on the \$x\$-axis. A line \$P_1\$ is drawn through \$P\$. A point \$Q\$ is marked in the first quadrant. A line \$Q_1\$ is drawn through \$Q\$. A line \$S_1 + P_1\$ is also shown.

Diagram 4 (Middle Right): Shows a coordinate system with axes \$x\$ and \$y\$. A point \$S\$ is marked on the \$y\$-axis. A line \$S_1\$ is drawn through \$S\$. A point \$P\$ is marked on the \$x\$-axis. A line \$P_1\$ is drawn through \$P\$. A point \$Q\$ is marked in the first quadrant. A line \$Q_1\$ is drawn through \$Q\$. A line \$S_1 + P_1\$ is also shown.

Diagram 5 (Bottom Right): Shows a coordinate system with axes \$x\$ and \$y\$. A point \$S\$ is marked on the \$y\$-axis. A line \$S_1\$ is drawn through \$S\$. A point \$P\$ is marked on the \$x\$-axis. A line \$P_1\$ is drawn through \$P\$. A point \$Q\$ is marked in the first quadrant. A line \$Q_1\$ is drawn through \$Q\$. A line \$S_1 + P_1\$ is also shown.

Equations and Calculations:

$$\frac{P_1 V}{S} = \frac{25}{4} R \frac{5}{4} T_0$$

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

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

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

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

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

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

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

$$P_2 \frac{11}{20} V = R \frac{5}{4} T_0$$

$$\frac{25}{8} P_0 = P_{ATM} + \frac{44}{25} P_0 + P_1$$

$$P_2 = \frac{K P_0 \frac{K}{4} R \frac{5}{4} T_0 \cdot 20}{11 \cdot 4} = \frac{K P_0 R T_0 \cdot 100}{16 \cdot 11}$$

Vertical Calculations (Right Side):

$$\frac{25}{4} \cdot 11 - \frac{44}{25} \cdot 11 = \frac{25 \cdot 11 - 484}{25} = \frac{275 - 484}{25} = \frac{-209}{25}$$

$$\frac{195}{88} = \frac{195}{8 \cdot 11} = 2.75 - 90 = -185$$

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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

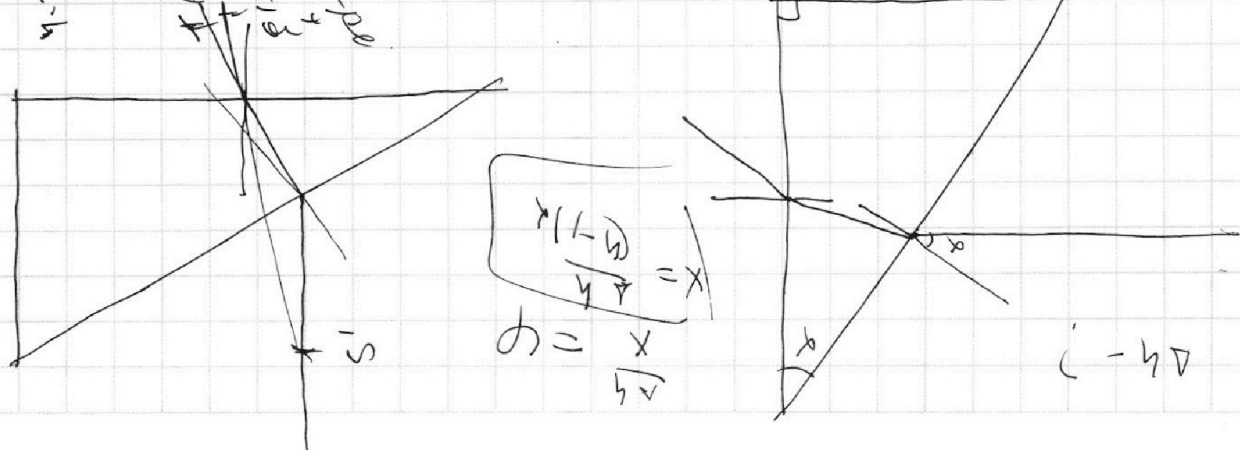
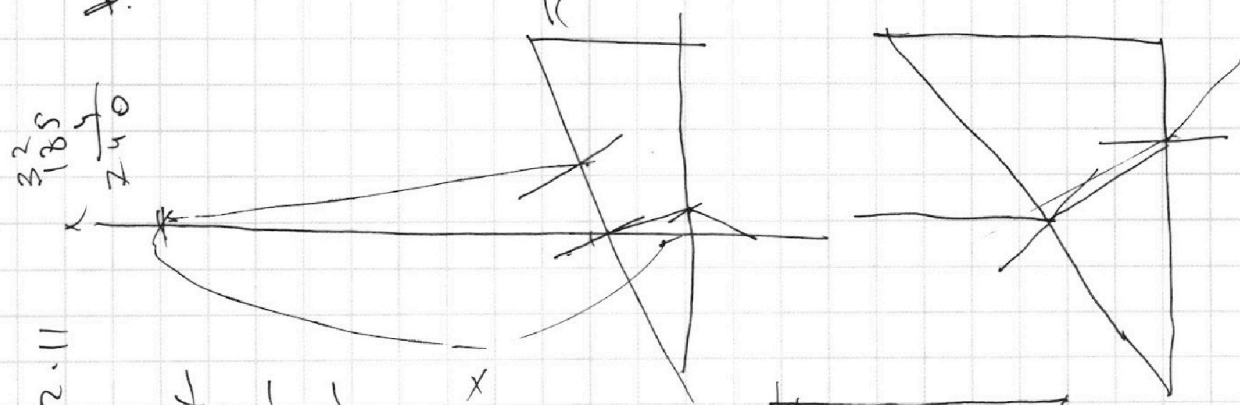
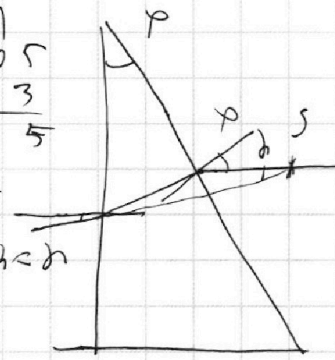
$$\frac{25 \cdot 10 - 510}{4 \cdot 2 \cdot 11} = \frac{250 - 510}{88}$$

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

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

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

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



$$\frac{x(1-w)}{4 \cdot 4} = x$$

$$w = \frac{x}{4}$$

$$i = 40$$

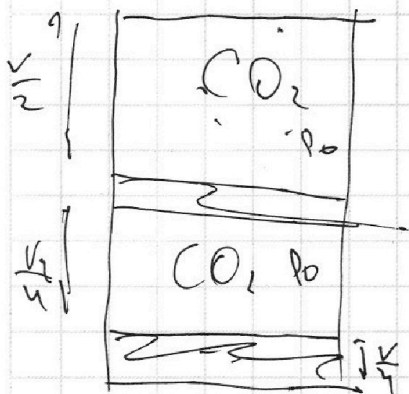
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

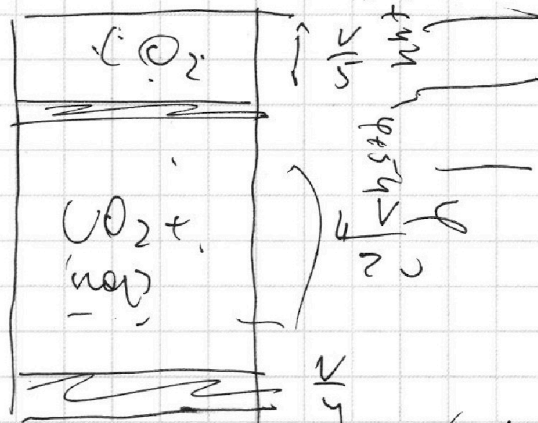
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



→



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

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

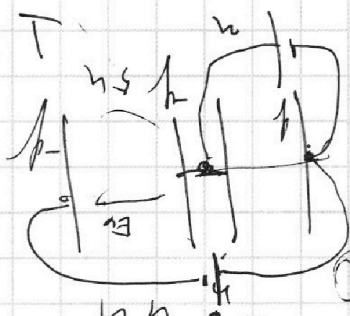
$T = \frac{5T_0}{4}$

$p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$

$p_0 \frac{V}{4} = \nu_2 R T$

$E_{\text{rod}} = \nu_1 - \nu_2$
 $= 50 \cdot 8 + 50 = 400 + 50 = 450$

$p \frac{V}{5} = \nu R T$



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

$p \frac{V}{5} = 2 \nu R T_0 \cdot \frac{5}{4}$
 $p_0 \frac{V}{2} = 2 \nu R T_0$

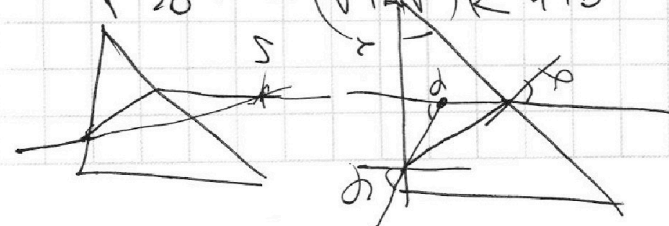
$\frac{5}{4} = \frac{pV}{5} : \frac{p_0 V}{2} =$
 $= \frac{2pV}{5p_0V} = \frac{2}{5} \frac{p}{p_0}$

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

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

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

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



$E_{\text{rod}} = -290$

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

$400 + 36 = 436$

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

$V(t) =$

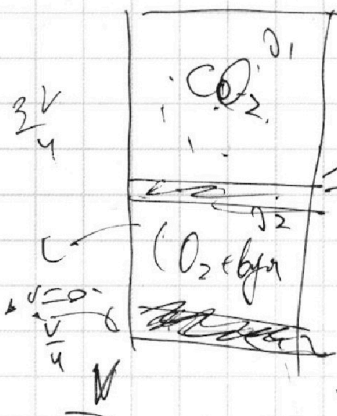
$F_k = 500 \text{ H}$

a) $\omega \cos \omega t$

b) $F_1 = ma$

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

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

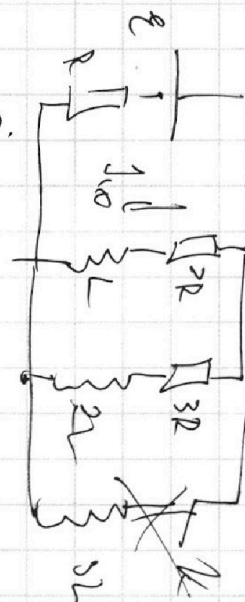


$m = 0$
температурой

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

$V_{\text{верх}} = \frac{V}{5}$

$\Delta Q = L p V$



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

$Q_{V_0} = \dots$

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

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

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

$P \frac{V}{2} = Q_1 P T_0 = 11 \cdot \frac{5}{25} \cdot 4 = 25.22$

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

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

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

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

$Q_+ = Q_2$

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

$\frac{17618}{16122}$

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

$\frac{9}{176}$

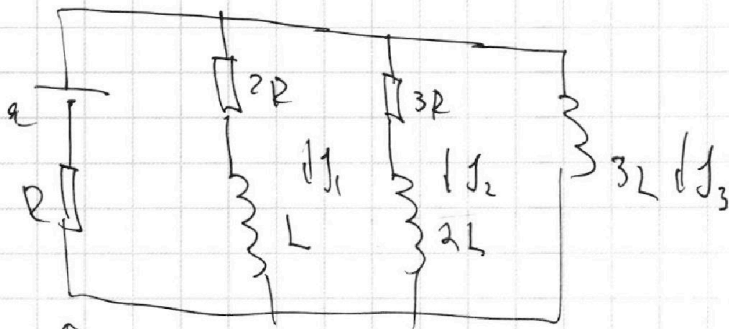
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

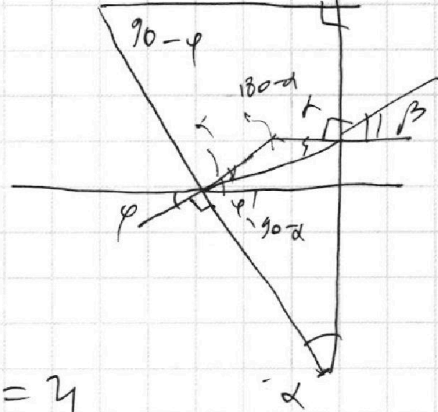
МФТИ

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



$I_1 + I_2 + I_3$

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



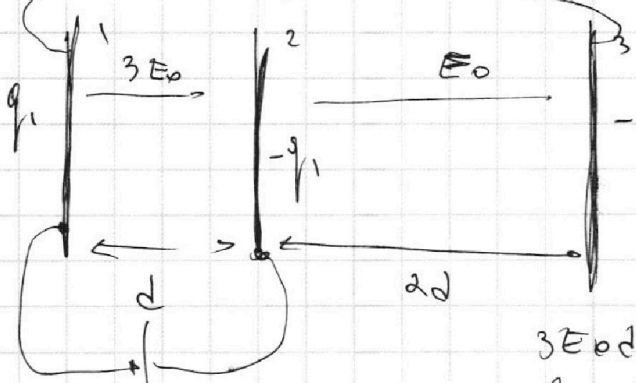
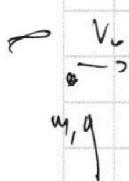
$2I_1R + L \frac{dI_1}{dt} = U$

$3I_2R + 2L \frac{dI_2}{dt} = U$

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

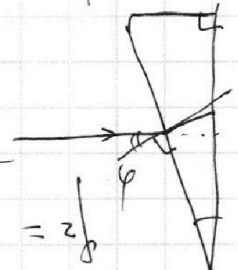
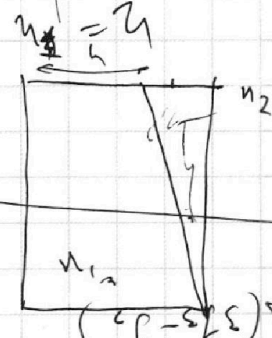
$\varphi = \alpha \varphi' \quad \varphi' < \varphi$

$(2I_1^2R + 3I_2^2R) dt + \dots \quad \varphi = \alpha \varphi' \quad \varphi' < \varphi$



$3E_0d + E_02d = U$
 $5E_0d = U$
 $3E_0d = U$

$U(1 - \varphi)2$



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

$2R dI_2 = L d(3I_2 - I_2)$
 $2R dI_2 = L d(2I_2)$
 $2R dI_2 = 2L dI_2$

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

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