

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

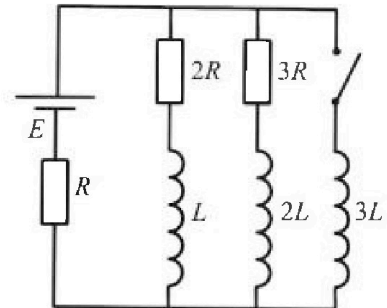
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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 про течет 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 $n_{\text{в}} = 1,0$. 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.

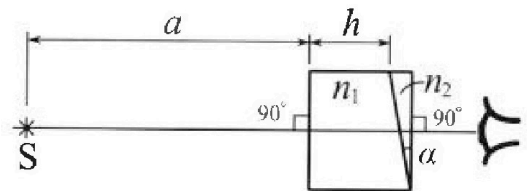


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



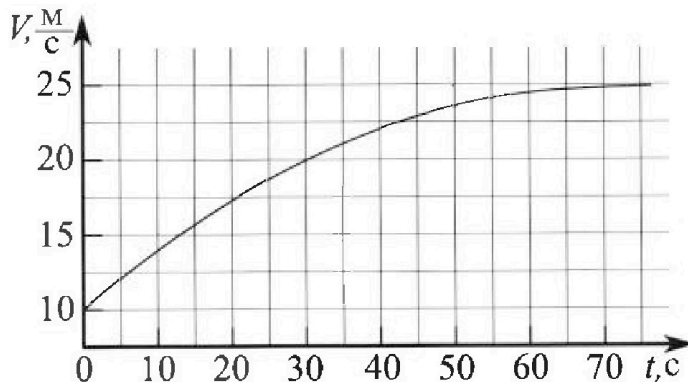
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

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



1. 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 ?

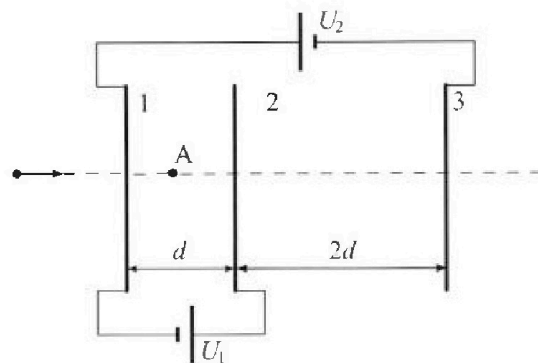
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. 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.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. 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.

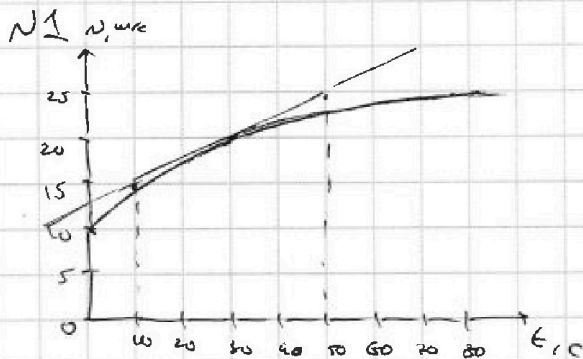
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ



1) $a = \frac{dv}{dt}$, тогда
проведем касательную
к кривой $v = 20$ м/с.
Угол наклона равен:
 $k = \frac{25-10}{50-0} = \frac{1}{2}$ м/с² и
 $\Rightarrow a_1 = \frac{1}{2}$ м/с².

2) В конце сила тяги равна $F_k = 500$ Н, так же
в конце скорость не меняется, а значит
сила тяги равна силе сопротивления $F_{ck} = kV_k$,
где k - коэффициент пропорциональности,
 V_k - конечная скорость, $V_k = 25$ м/с

$\Rightarrow F_k = F_{ck} \Rightarrow F_k = kV_k \Rightarrow k = \frac{F_k}{V_k} = \frac{500 \text{ Н}}{25 \text{ м/с}} = 20 \frac{\text{Н}}{\text{м/с}}$.

2 закон Ньютона для автомобиля и когда скорость
равна $V_1 = 20$ м/с:

$ma_1 = F_1 - F_{c1}$, где F_1 - сила тяги в этот момент
 F_{c1} - сила сопротивления в этот момент

$\Rightarrow m a_1 = F_1 - kV_1 \Rightarrow F_1 = ma_1 + kV_1 \Rightarrow F_1 = 950 \text{ Н}$.

3) $P_1 = F_1 \cdot V_1 \Rightarrow P_1 = 950 \text{ Н} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow P_1 = 19000 \text{ Вт}$.

Ответ: 1) $a_1 = 0,25$ м/с²
2) $F_1 = 950$ Н
3) $P_1 = 19000$ Вт.

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

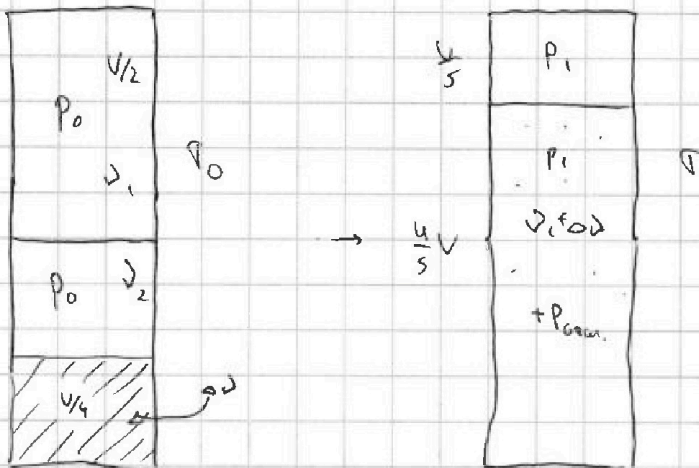
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

№2



$$1) P_0 \frac{h}{2} = \nu_1 R T_0 \quad \left| \Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2, \quad \nu_1 \rightarrow \text{кол-во вещества сверху} \right.$$

$$P_0 \cdot \frac{h}{4} = \nu_2 R T_0 \quad \left| \Rightarrow \nu_2 \rightarrow \text{кол-во вещества снизу, не растворившееся в воде} \right.$$

$$\nu_2 = \frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{h}{4} = k \nu_2 R T_0$$

2) После изравнения по 373 К вода в сосуде испарится и останется исп. пар с давлением $P_{\text{исп}}$.

$$P_1 = \frac{h}{5} = \nu_1 R T$$

$$P_1 \frac{h}{4} = (\nu_2 + \nu_0) R T \quad \left| \Rightarrow \frac{5 \nu_1 R T}{4} = P_{\text{исп}} + \frac{5(\nu_2 + \nu_0) R T}{4} \right. \Rightarrow$$

$$P_1 = P_1' + P_{\text{исп}}$$

$$\nu_1 = 2 \nu_2$$

$$\nu_2 = \frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{h}{4} = k \nu_2 R T_0$$

$$\frac{\nu_2 R T}{4} \left(10 - \frac{5}{4} (1 + k R T_0) \right) = P_{\text{исп}} \quad \left| \Rightarrow \frac{\nu_2 R T}{4} \left(10 - \frac{5}{4} + 1 \right) = P_{\text{исп}} \right.$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_2 R T}{4} = \frac{4}{31} P_{\text{исп}} \quad \left| \Rightarrow P_0 = 4 \cdot \frac{\nu_2 R T_0}{4} = 4 \cdot \frac{4}{31} P_{\text{исп}} \frac{T_0}{T} \Rightarrow \frac{4 \cdot 4 \cdot 4}{31 \cdot 5} P_{\text{исп}} \right.$$

$$\Rightarrow P_0 = \frac{64}{155} P_{\text{исп}}$$

Ответ: 1) $\frac{\nu_1}{\nu_2} = 2$
2) $P_0 = \frac{64}{155} P_{\text{исп}}$

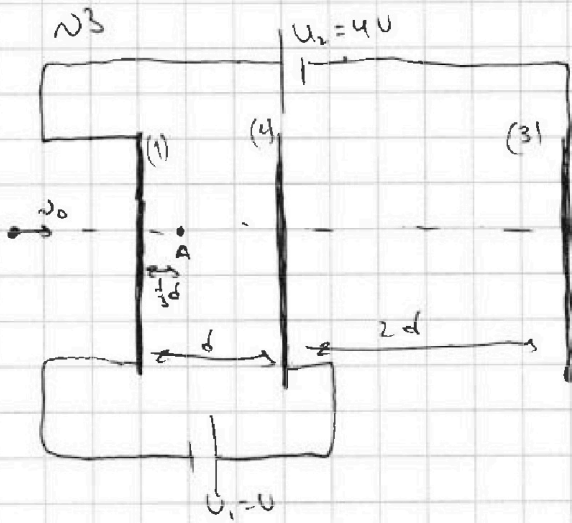
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

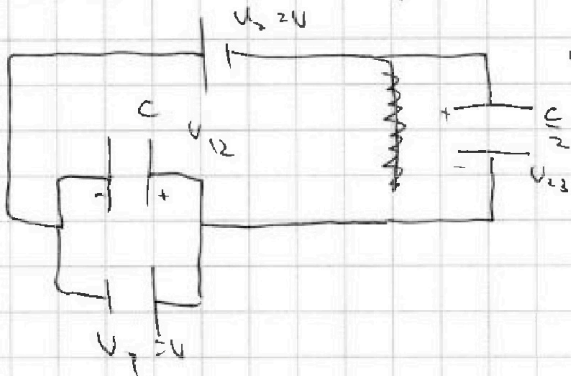
1 2 3 4 5 6 7



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



Данную схему с секциями можно представить в упрощенном виде, используя что размеры секций много больше расстояния между ними:



~~из плоскости (1) и плоскости (2) между~~

Представим плоскости (1) и (2) в виде конденсатора с емкостью C , тогда конденсатор образованный (2) и (3) имеет емкость $\frac{2}{3} C$ т.к. расстояние

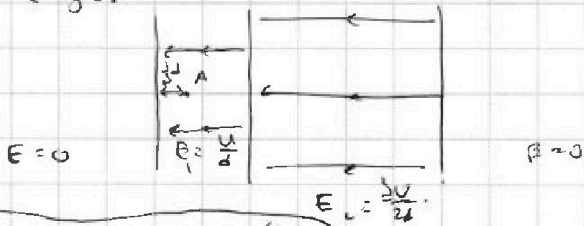
U_{12} - напряжение на конту (1) и (2).

$U_{12} = U$

U_{23} - напряжение на конту (2) и (3).

$U_{23} = 3U$

тогда (1) (2) (3)



1) ускорение

в области (1) и (2):

$a = \frac{qE_1}{m} = \frac{qU}{md}$

2) $k_1 - k_2 = W_n$

$\Rightarrow k_1 - k_2 = Ud$

3) $k_3 - k_2 = W_n$ $\Rightarrow k_3 = k_2 - \frac{Ud}{3}$

$\Rightarrow \frac{m v_2^2}{2} = \frac{m v_3^2}{2} = \frac{Ud}{3}$

$\Rightarrow v_2 = \sqrt{v_3^2 - \frac{2Ud}{3m}}$

Ответ: 1) $a = \frac{qU}{md}$
2) $k_1 - k_2 = Ud$
3) $v_2 = \sqrt{v_3^2 - \frac{2Ud}{3m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

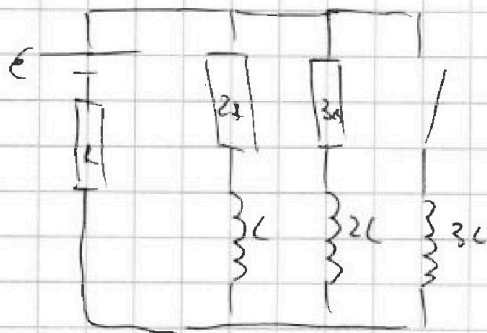
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

24



1) Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Схему можно представить след. образом:



$$3R J_0 = 2R J_0 \Rightarrow Y_{20} = \frac{2}{3} Y_{10}$$

$$Y_{20} + Y_{10} = Y_0$$

$$\Rightarrow E = Y_0 (R + R), \quad R = \frac{3 \cdot 2 + 2}{3 + 2} = \frac{8}{5} R_0$$

2) Ключ замкнут

$$\Rightarrow E = J_0 R + \frac{dQ}{dt} \cdot 3C$$

$$\Rightarrow \frac{dQ}{dt} \cdot 3C = E - J_0 R = E - \frac{5}{11} E R$$

$$\Rightarrow \frac{dQ}{dt} \cdot 3C = \frac{6}{11} E \Rightarrow \frac{dQ}{dt} = \frac{2}{11} \frac{E}{C}$$

$$\Rightarrow E = \frac{11}{5} R J_0 \Rightarrow J_0 = \frac{5}{11} \frac{E}{R}$$

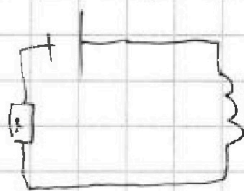
$$\Rightarrow \frac{2}{3} Y_{10} + Y_{10} = \frac{5}{11} \frac{E}{R}$$

$$\Rightarrow Y_{10} \frac{5}{3} = \frac{5}{11} \frac{E}{R} \Rightarrow J_{10} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$$

~~3) Ключ замкнут, режим установился. Схему можно представить след. образом:~~

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{2}{11} \frac{E}{C} \Rightarrow Y = \frac{2}{11} \frac{E}{C} t$$

режим установился:



$$J_0 = \frac{E}{R}$$

$$Y t = \frac{11}{5} \frac{L}{R}$$

Ответ: 1) $\frac{3}{11} \frac{E}{R}$

2) $\frac{2}{11} \frac{E}{C}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

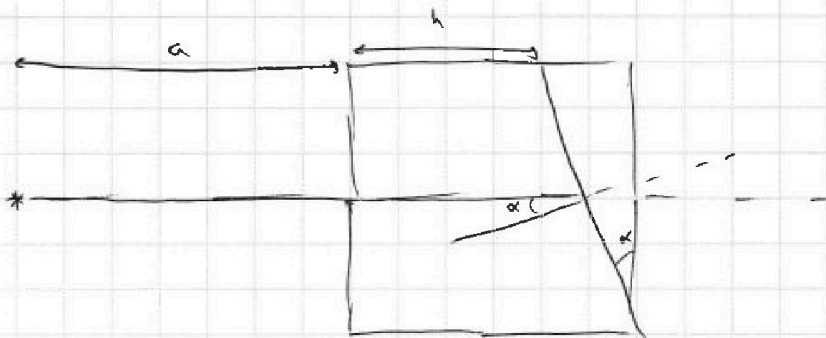
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



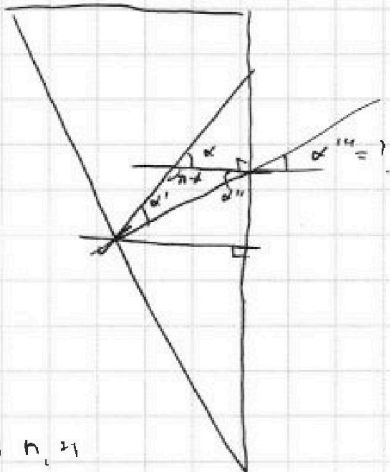
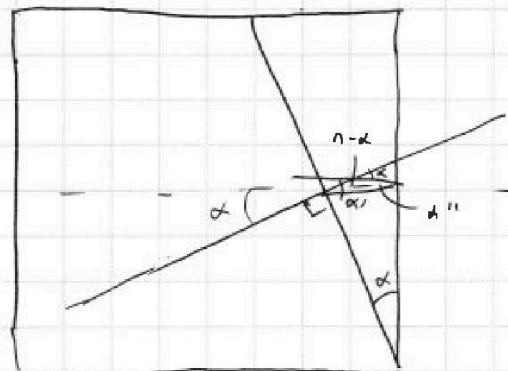
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№5



1)



$$d = h_2 \cdot \alpha'$$

$$\alpha'' = \pi - (\pi - \alpha) - \alpha' = \alpha - \alpha' \quad \rightarrow \quad d''' = \alpha - \alpha' \quad n_2$$

$$\alpha''' = \alpha'' \cdot n_2$$

$$\rightarrow \alpha''' = \left(\alpha - \frac{\alpha}{n_2}\right) n_2 \quad \text{и} \quad \alpha''' = \alpha (n_2 - 1) = 0,02 \text{ рад.}$$

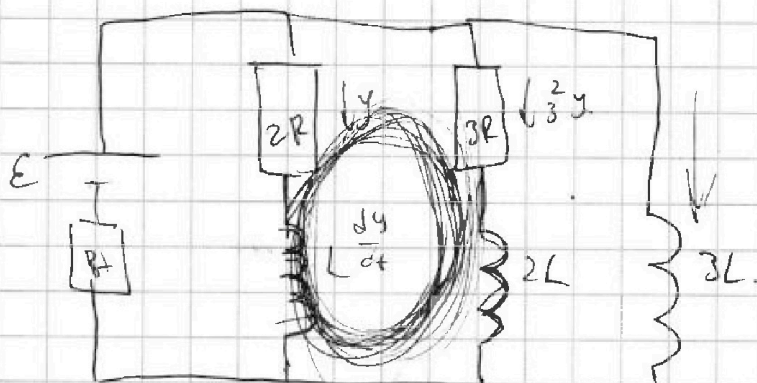
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\frac{dy}{dt} = \frac{2R}{L} \frac{E}{L}$$

$$y = \frac{2}{L} \frac{E}{L} t = \frac{2E}{L^2} t$$

$$\Rightarrow E = \frac{L^2}{2} \frac{L}{R}$$

$$\frac{9}{121} \cdot \frac{1}{2} = \frac{9}{121} \cdot \frac{1}{2}$$

$$8 \cdot \frac{4.5}{121} = \frac{9}{121}$$

$$\frac{3.3}{121}$$

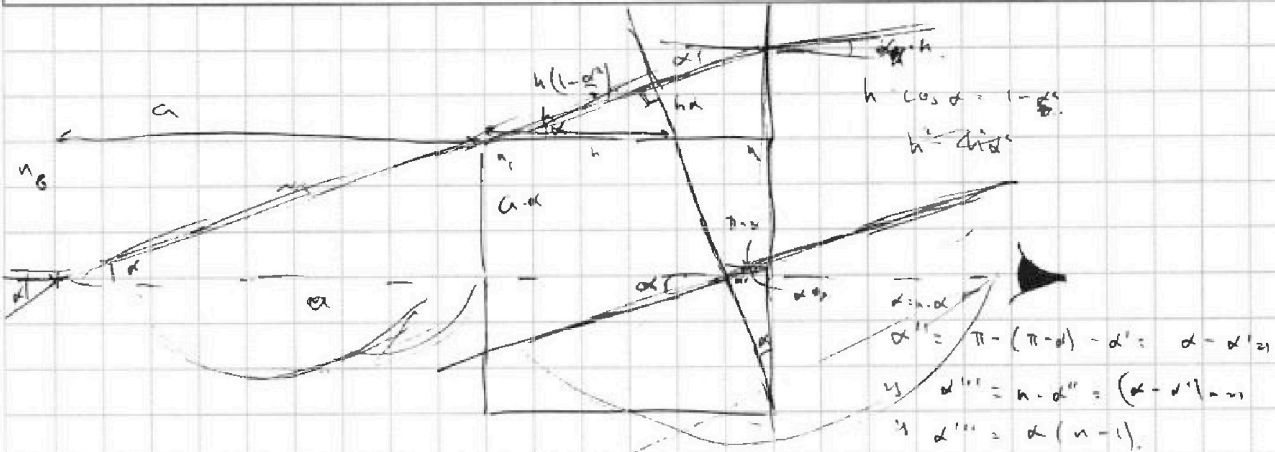
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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"/>



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



$$r = a + \frac{h}{1 - \alpha'}$$

$$r_1 =$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

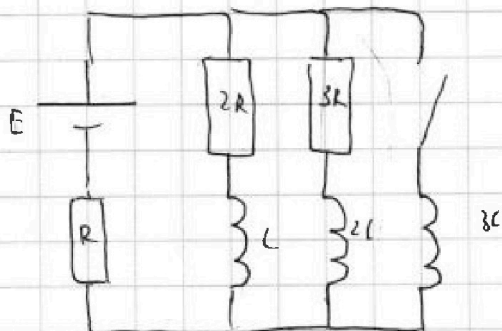
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

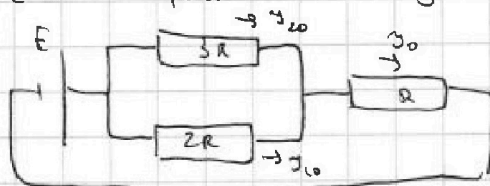
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



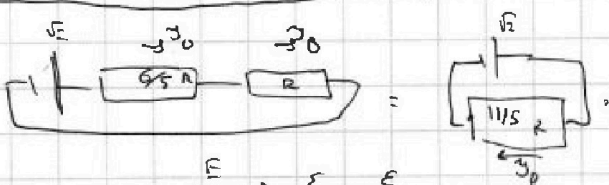
24



1) Ключ разомкнут, режим установився. Значит схема принимает след. вид:



$$\frac{1}{r} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{2R} \Rightarrow \frac{1}{r} = \frac{3R+2R}{6R^2} \Rightarrow r = \frac{6R}{5}$$



$$E = I_0 R + \frac{d\psi}{dt} \cdot 3L$$

$$\Rightarrow E = \frac{5}{11} E + \frac{d\psi}{dt} \cdot 3L$$

$$\Rightarrow \frac{6}{11} E = \frac{d\psi}{dt} \cdot 3L \Rightarrow \frac{d\psi}{dt} = \frac{2}{11} \cdot \frac{E}{L}$$

$$\Rightarrow I_0 = \frac{E}{\frac{6}{5}R} = \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R}$$

$$\Rightarrow I_{20} + I_{30} = \frac{5}{11} \frac{E}{R}$$

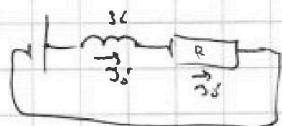
$$3R \cdot I_{20} = 2R \cdot I_{30} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3 I_{20} = 2 I_{30} \Rightarrow I_{20} = \frac{2}{3} I_{30}$$

$$\Rightarrow \frac{2}{3} I_{30} + I_{30} = \frac{5}{11} \frac{E}{R} \Rightarrow \frac{5}{3} I_{30} = \frac{5}{11} \frac{E}{R}$$

$$\Rightarrow I_{30} = \frac{3}{11} \frac{E}{R} \Rightarrow I_{20}$$

2) Значит, схема после замыкания ключа и установившегося режима.



$$I_0 = \frac{E}{R} \text{ Энергия: } W_0 = \frac{L I_0^2}{2} = \frac{L E^2}{2 R^2}$$

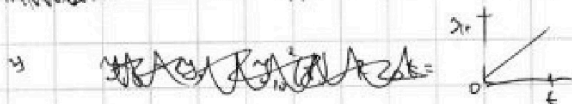
$$I_{10} \cdot 2R + U_L = \frac{2}{11} \frac{E}{R} \Rightarrow \frac{6}{11} \frac{E}{R} - U_L = \frac{2}{11} \frac{E}{R} \Rightarrow U_L = \frac{4}{11} E$$

$$\Rightarrow \frac{dI_{10}}{dt} = \frac{4}{11} \frac{E}{L} \Rightarrow I_{10} = \frac{4}{11} \frac{E}{L} \cdot t \Rightarrow \frac{dI_{20}}{dt} = \frac{4}{11} \frac{E}{L} \Rightarrow I_{20} = \frac{4}{11} \frac{E}{L} \cdot t$$

$$\Rightarrow \dots$$

$$I_{20} \cdot 3R - U_L = \frac{2}{11} \frac{E}{R} \Rightarrow U_{20} = \left(\frac{6}{11} - \frac{2}{11} \right) E \Rightarrow U_{20} = \frac{4}{11} E$$

$$\Delta I_{20} = \frac{4}{11} \frac{E}{L} \cdot \Delta t \Rightarrow \frac{3}{11} \frac{E}{R} = \frac{4}{11} \frac{E \cdot \Delta t}{L} \Rightarrow \frac{3}{4} \frac{L}{R} = \Delta t$$



$$I_{10} = \frac{4}{11} \frac{E}{L} \cdot t \Rightarrow q = \frac{4}{11} \frac{E}{L} \cdot \frac{L}{R} = \frac{4E}{11R}$$

$$\Rightarrow q = \frac{2}{11} \frac{E}{R} \cdot L, \quad E = \frac{L}{R} \cdot \frac{E}{L}$$

$$\Rightarrow q = \left(\frac{2}{11} - \frac{9}{16} \right) \cdot \frac{E}{L} \cdot \frac{L}{R} = \frac{5}{88} \frac{EL}{R^2}$$

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!

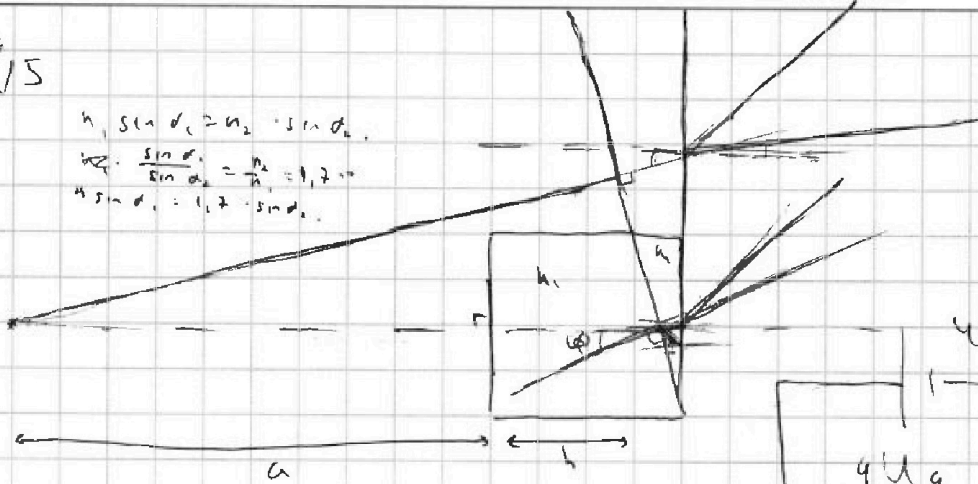


N5

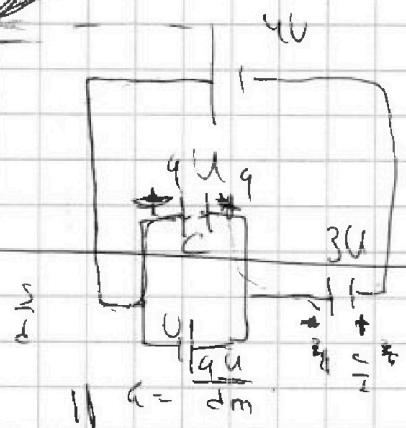
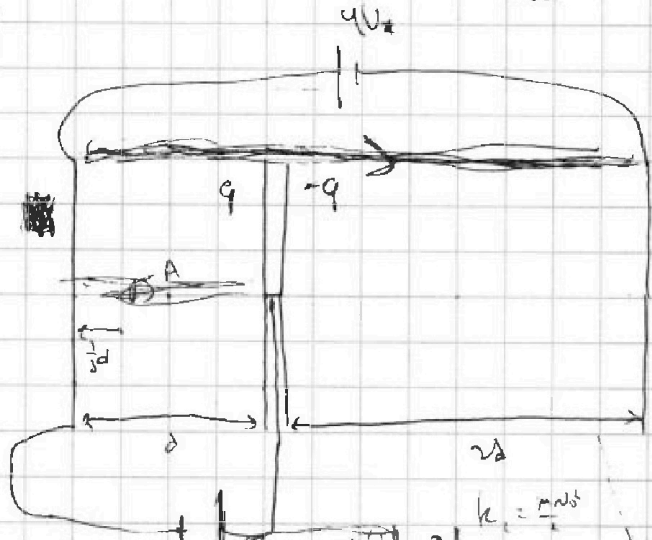
$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

$$A: \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1} = 1,2$$

$$\sin \alpha_1 = 1,2 \sin \alpha_2$$



N3



1) $C = \frac{qU}{U}$

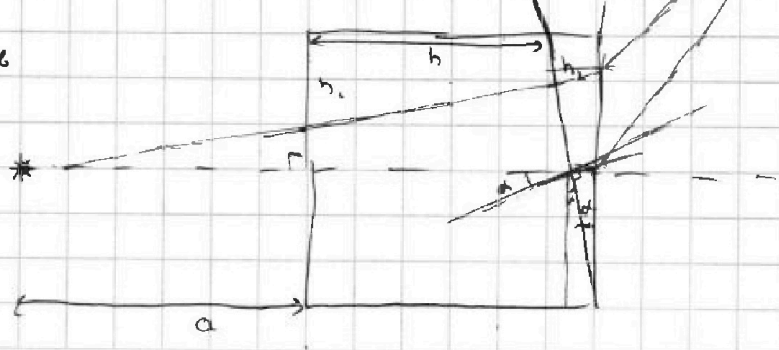
2) $qU = qU$ $CU = qU$
 $\Rightarrow \frac{3}{2}CU = \frac{3}{2}q$

3) $\epsilon d = U$ $q = CU$

$\epsilon = \frac{q}{SE_0}$

$\epsilon d = \frac{q d}{SE_0} = \frac{1}{\epsilon} U$

N6



$\alpha = n_2 \cdot \alpha'$

$\alpha' = \alpha \cdot n_2$

$\alpha' = \alpha \cdot n_2$



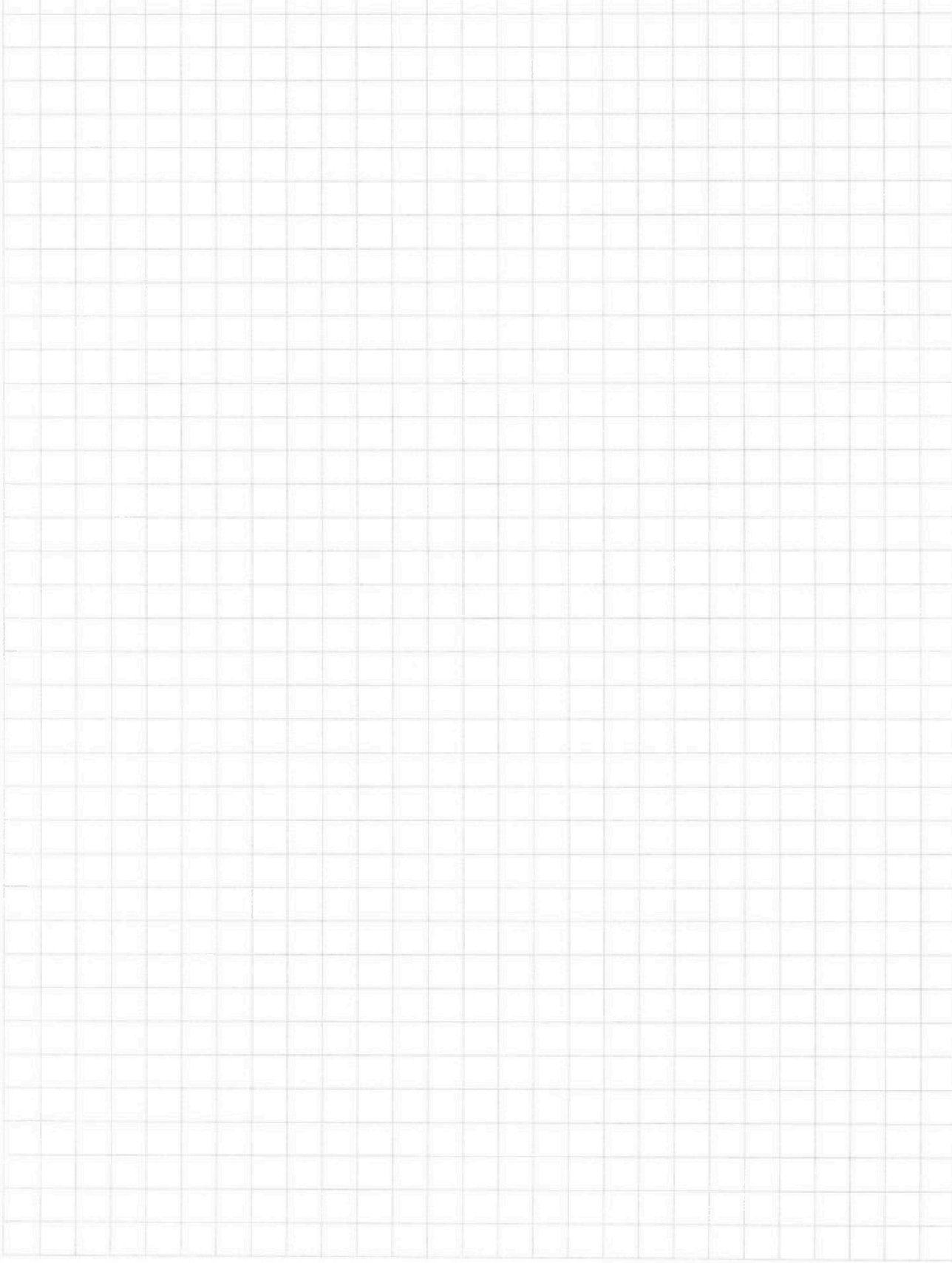
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

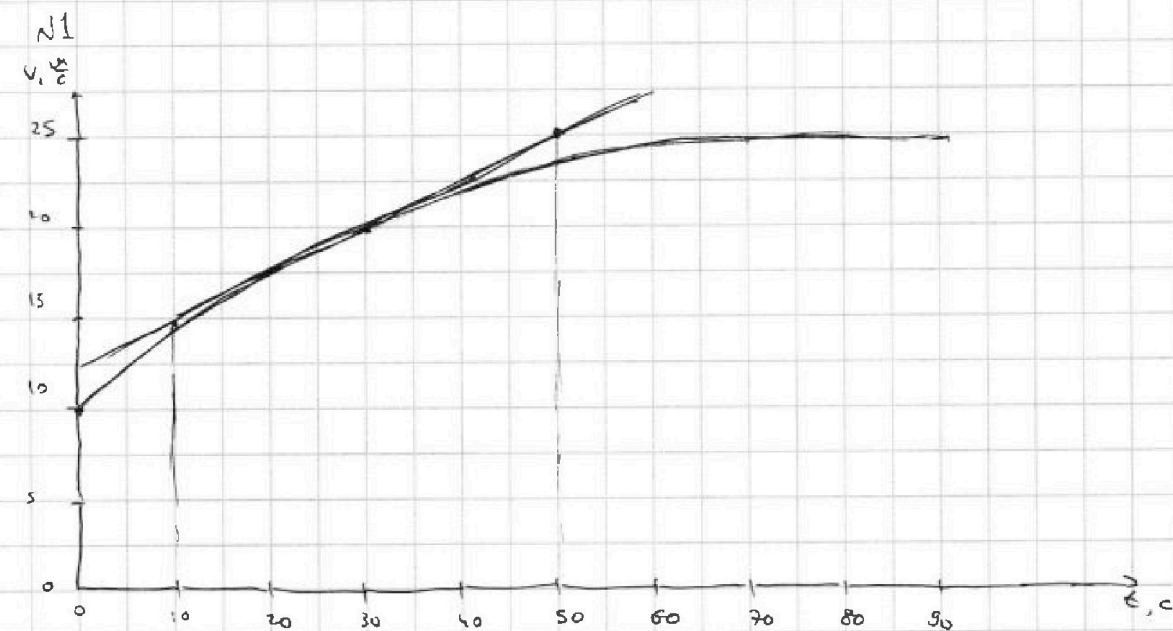
Отметьте крестиком номер задачи,

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) $a_1 = ?$
 $v_1 = 20 \text{ м/с}$

угол наклона касательной ко точке v_1 :
 $tg = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{25 - 15}{50 - 10} = \frac{10}{40} = \frac{1}{4} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$\rightarrow a_1 = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) в конце F_k сила газа равна 500 Н ($F_k = 500 \text{ Н}$).
 так же в конце скорость практически не
 меняется остается равной $v_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

\rightarrow ускорение автомобиля равно углу α
 сила сопротивления ($F_c = k v$, k - коэфф.

интенсивности) равна F_k
 $\rightarrow k \cdot v_k = F_k$ и $k = \frac{F_k}{v_k}$ и $k = \frac{500}{25} = 20 \frac{\text{Н}}{\text{м/с}}$

\rightarrow в момент когда скорость равна $v_1 = 20 \text{ м/с}$:

$m a_1 = F_1 - F_c \Rightarrow m a_1 = F_1 - k v_1$ и $F_1 = m a_1 + k v_1$
 $= (1800 \cdot \frac{1}{4} + 20 \cdot 20) \text{ Н} = (450 + 400) \text{ Н} = 850 \text{ Н}$

3) $P = \frac{dA}{dt} = F \cdot \frac{dv}{dt} = F \cdot v \Rightarrow P_1 = F_1 \cdot v_1 = 850 \cdot 20 = 17000 = 19 \text{ кВт}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

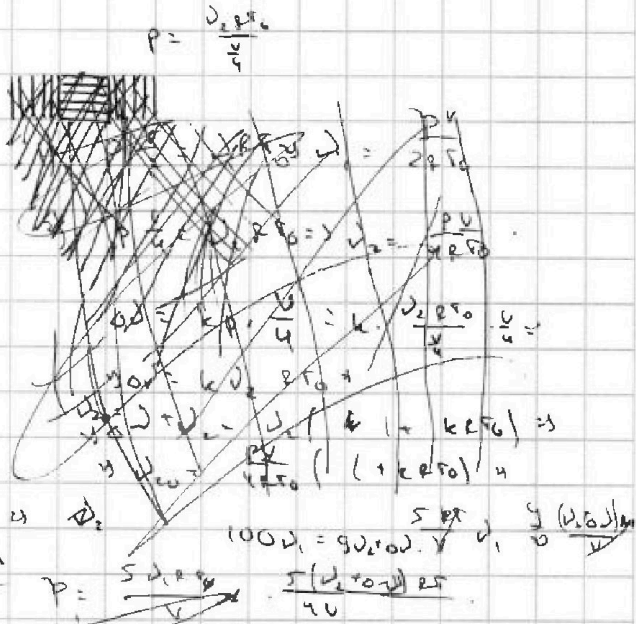
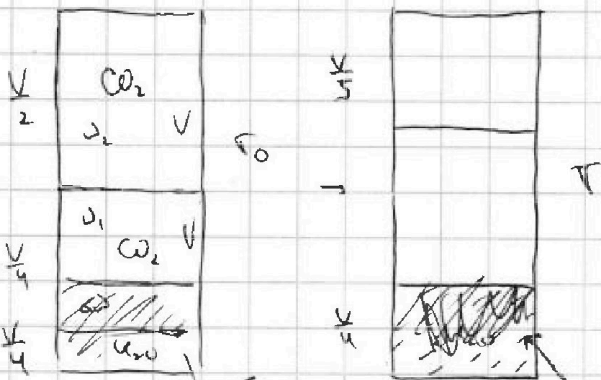
- 1 2 3 4 5 6 7



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



N2



$$p = \frac{p_2 R T_0}{T}$$

$$\frac{1}{5} + \frac{1}{4} = \frac{45}{20} = \frac{9}{4}$$

$$p_0 = \frac{2 p_1 R T_0}{V} = \frac{4 p_2 R T_0}{V}$$

$$V_1 = 2 V_2$$

$$p_0 = \frac{p_1 V}{2} = p_1 R T_0$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{4} = p_2 R T_0$$

$$\Delta V = k p_0 \cdot \frac{V}{4} = k p_2 R T_0$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{M}{\rho}$$

$$p_1 = \frac{p_1 V}{5} = p_1 R T$$

$$p_1' = \frac{p_1 V}{5} = (V_2 + \Delta V) R T$$

$$p_1 = p_{atm} + p_1'$$

$$\Rightarrow V_1 = 2 V_2$$

$$\Delta V = 2 k p_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$\Rightarrow p_1 = \frac{5 R T}{V} \cdot 2 V_2$$

$$p_1 = p_{atm} + \frac{5 R T}{4 V} \cdot V_2 (1 + k R T_0)$$

$$\Rightarrow \frac{5 R T}{V} \cdot 2 V_2 = p_{atm} + \frac{5 R T}{4 V} \cdot V_2 (1 + k R T_0)$$

$$\Rightarrow \frac{2 T V_2}{V} \left(10 - \frac{5}{4} (1 + k R T_0) \right) = p_{atm} \Rightarrow \frac{R T V_2}{V} \left(\frac{35}{4} - 1 \right) = p_{atm} \Rightarrow \frac{R T V_2}{V} \left(\frac{31}{4} \right) = p_{atm}$$

$$\Rightarrow \frac{R T V_2}{V} \cdot \frac{V_2 R T_0}{V} = \frac{31}{4} p_{atm} \Rightarrow p_0 = 4 \cdot \frac{V_2 R T_0}{V} \Rightarrow p_0 = 4 \cdot \frac{16}{31} \cdot \frac{p_{atm}}{T} \cdot T_0$$

$$\Rightarrow p_0 = \frac{16}{31} \cdot p_{atm} \cdot \frac{T_0}{T} = \frac{16}{155} p_{atm}$$