



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

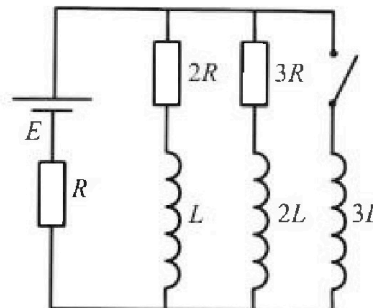


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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.

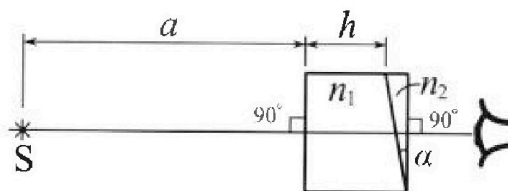


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.



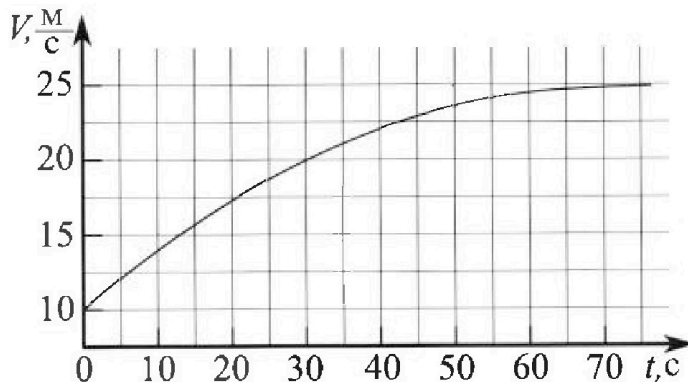
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 ?

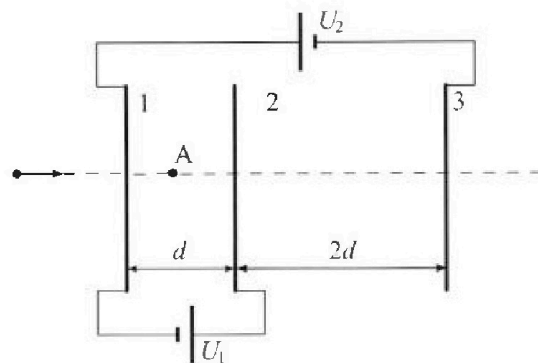
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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.

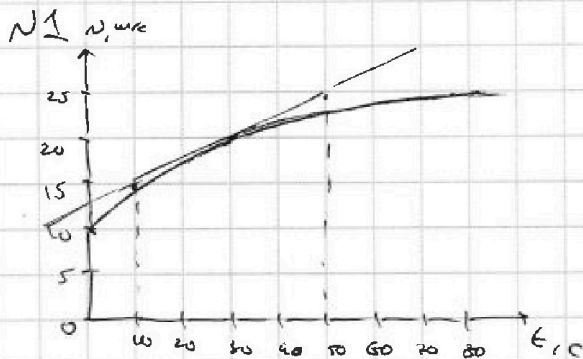
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

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

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.

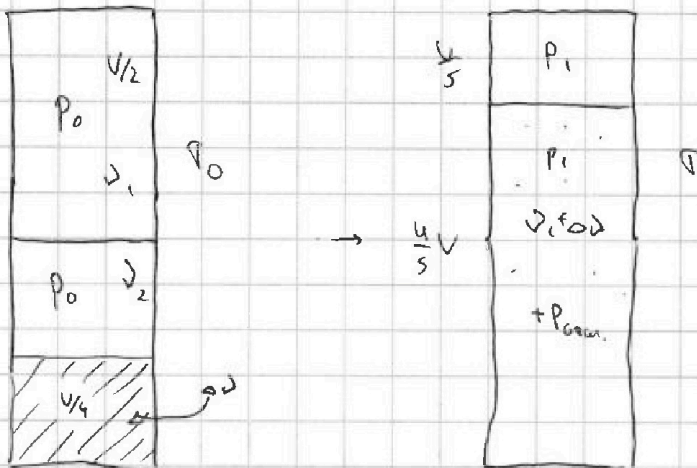
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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

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

$$\nu_1 = 2 \nu_2 = 2 P_0 \cdot \frac{h}{4} = k \nu_2 R T_0$$

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

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

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

$$P_1 = P_1' + P_{\text{атм}}$$

$$\nu_1 = 2 \nu_2$$

$$\nu_0 = \nu_2 - k \nu_2$$

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

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

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

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

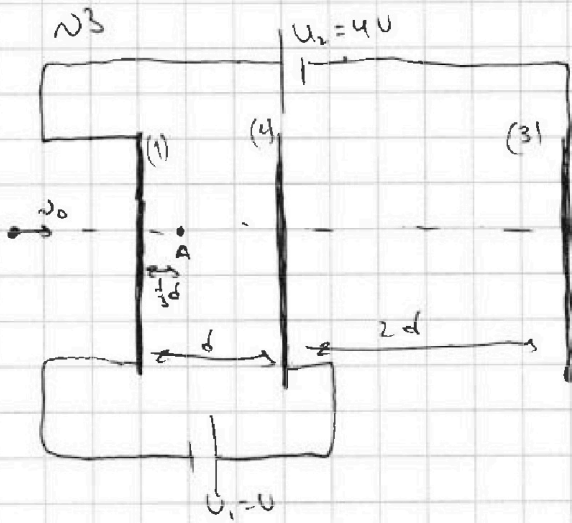
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

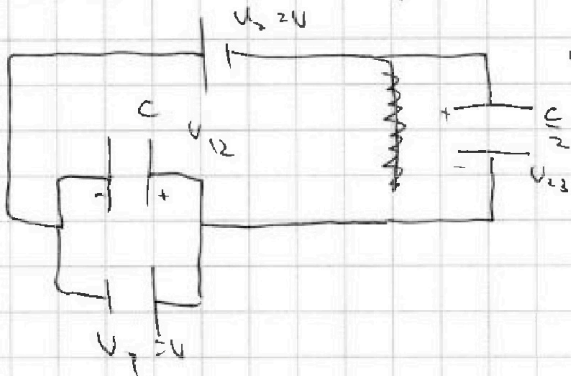
1 2 3 4 5 6 7



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 секции много больше расстояния между ними:

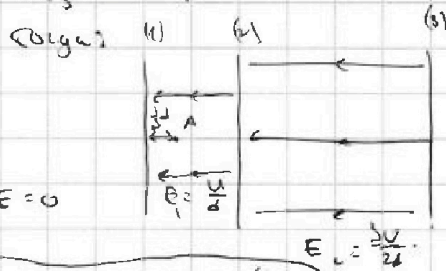


~~из плоскости (1) и плоскости (2)~~
прежде

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

U_{12} - напряжение на конденсаторе (1) и (2).
 $U_{12} = U$
 U_{23} - напряжение на конденсаторе (2) и (3).
 $U_{23} = 3U$.

между обкладками в 3 раза больше.



1) ускорение

в области (1) и (2):

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

$$2) k_1 - k_2 = W_n \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k_1 - k_2 = Ud$$

$$3) k_3 - k_4 = W_n' \Rightarrow k_3 = k_4 - \frac{Ud}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} = \frac{Ud}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{v_1^2 - \frac{2Ud}{3m}}$$

Ответ: 1) $a = \frac{qU}{md}$
2) $k_1 - k_2 = Ud$
3) $v_0 = \sqrt{v_1^2 - \frac{2Ud}{3m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

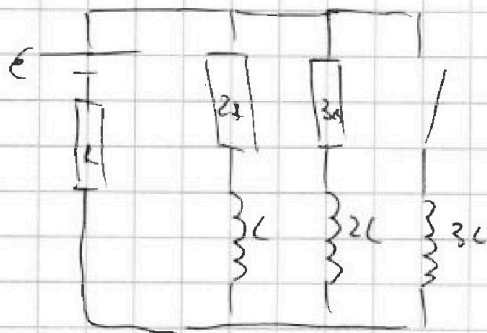
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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:



$$3R I_0 = 2R I_0 \Rightarrow Y_{20} = \frac{2}{3} Y_{10}$$

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

$$E = Y_0 (r + R), \quad r = \frac{3 \cdot 2}{3+2} = \frac{6}{5} R$$

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

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

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

2) Ключ замкнут

$$\Rightarrow E = I_0 R + \frac{dQ}{dt} \cdot 3C$$

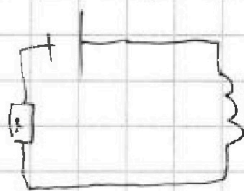
$$\Rightarrow \frac{dQ}{dt} \cdot 3C = E - I_0 R = E - \frac{5}{11} E$$

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

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

~~$$\frac{dQ}{dt} = \frac{2}{11} \frac{E}{C} \Rightarrow I = \frac{2}{11} \frac{E}{R}$$~~

режим установился:



$$I_0 = \frac{E}{R}$$

$$I_0 = \frac{E}{R} \frac{C}{R}$$

Ответ: 1) $\frac{3}{11} \frac{E}{R}$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

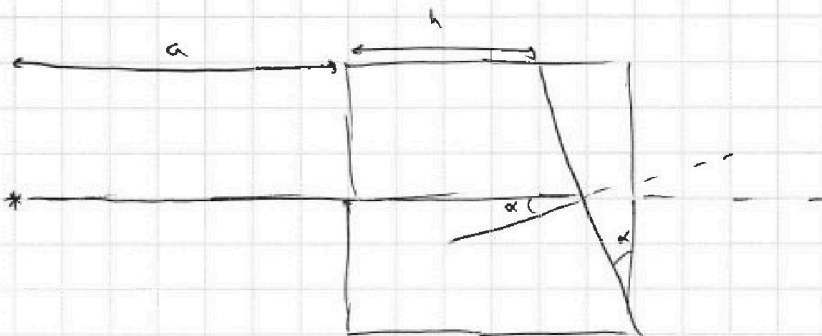
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



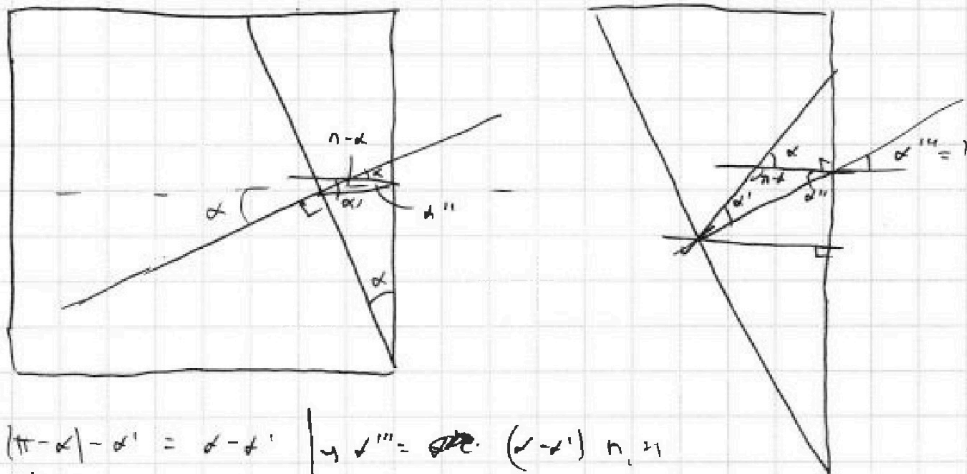
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№5



1)



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

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

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

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

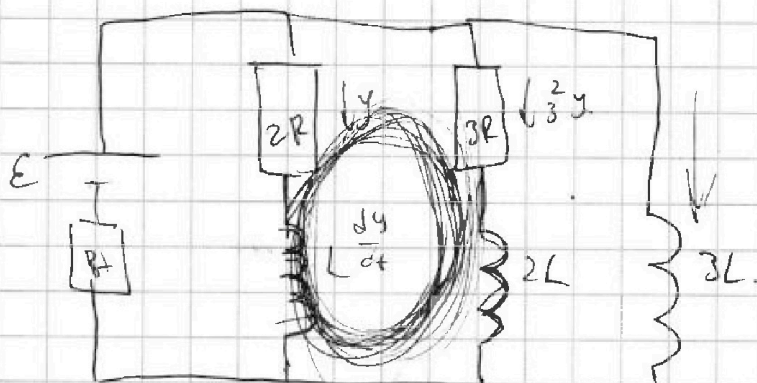
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{2L}{L} \frac{E}{L}$$

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

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

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

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

$$\frac{4.5}{121}$$

$$\frac{4.5}{121}$$

$$\frac{9.3}{121}$$

1.

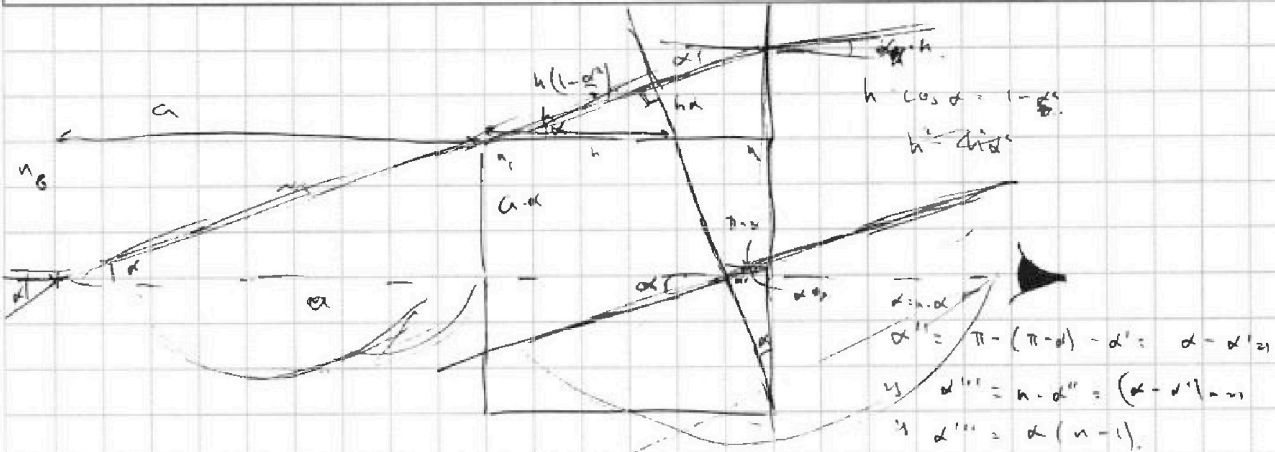
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input 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!



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

$$r_1 =$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

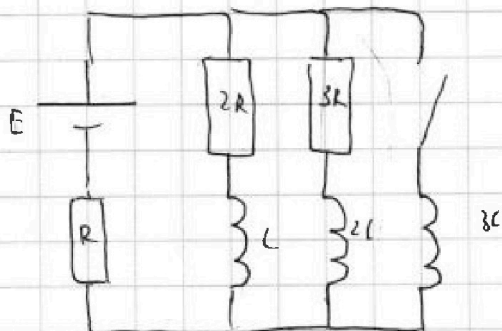
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

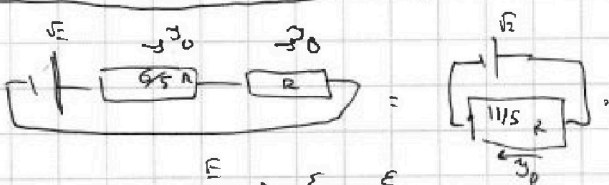
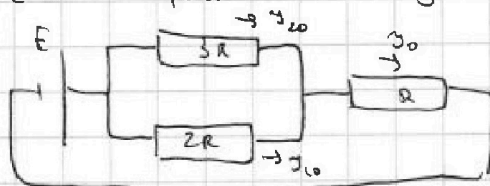
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



24



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



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

$$E = J_0 R + \frac{d\psi}{dt} \cdot 3C$$

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

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

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

$$\Rightarrow J_{20} + J_{10} = \frac{5}{11} \frac{E}{R}$$

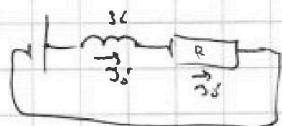
$$3R \cdot J_{20} = 2 \cdot R + J_{10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3 J_{20} = 2 J_{10} \Rightarrow J_{10} = \frac{3}{2} J_{20}$$

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

$$\Rightarrow J_{10} = \frac{3}{11} \frac{E}{R} \Rightarrow J_{20}$$

2) Элеп: Схема после замыкания ключа и установившегося режима.



$$J_0 = \frac{E}{r} \text{ Элеп: } W_0 = \frac{C \psi^2}{2} = \frac{L E^2}{2 r^2}$$

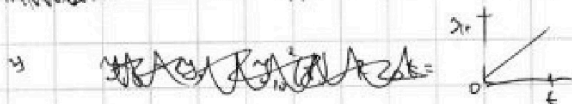
$$J_{10} \cdot 2R + U_L = \frac{2}{11} \frac{E}{R} \Rightarrow \frac{6}{11} \frac{E}{R} - U_L = \frac{2}{11} \frac{E}{R} \Rightarrow U_L = \frac{4}{11} E$$

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

$$\Rightarrow \dots$$

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

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



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

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

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

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!

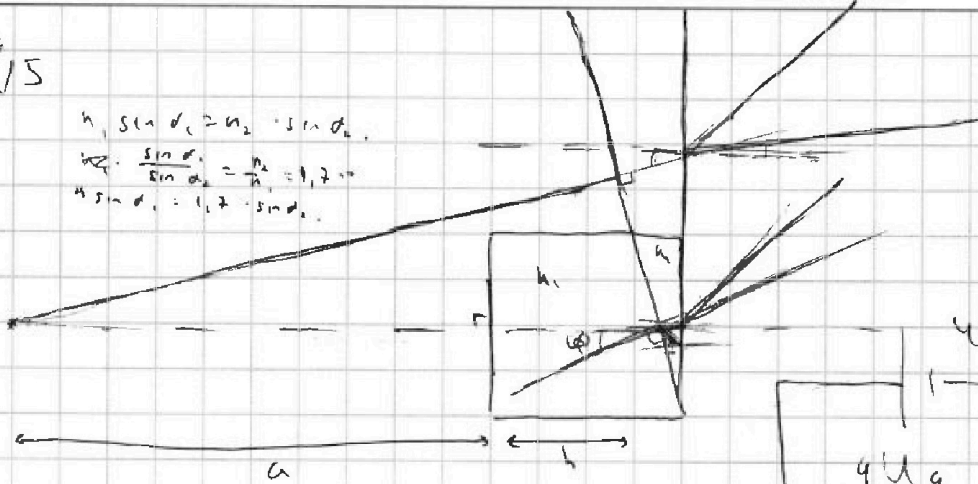


N5

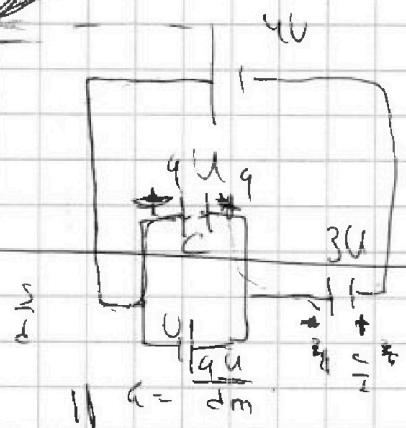
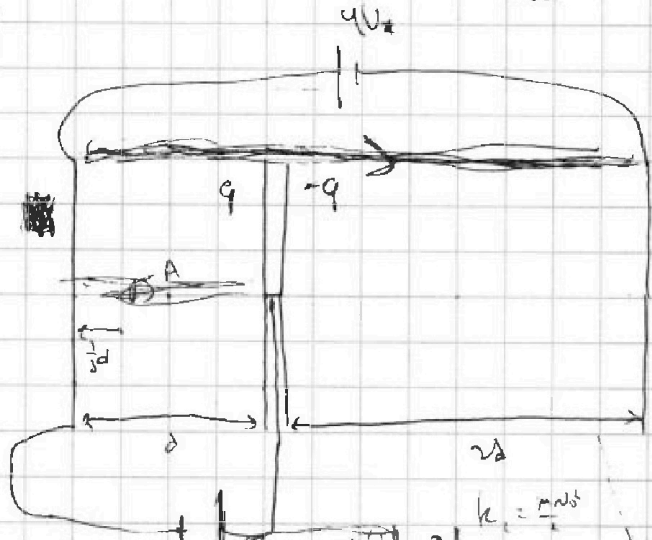
$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

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

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



N3



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

2) $U = \frac{qU}{C} \Rightarrow C = \frac{qU}{U} = \frac{3}{2}C_0 = \frac{3}{2}q$

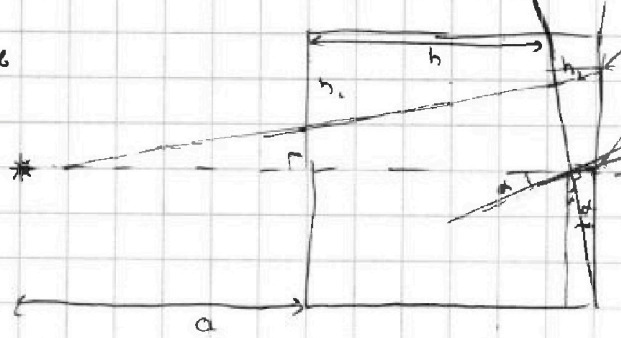
3) $\epsilon d = U$

$C = \frac{qU}{U} = \frac{q}{U}$

$\epsilon = \frac{q}{\epsilon_0 U} = \frac{q}{\epsilon_0 \frac{q}{C}} = \frac{C}{\epsilon_0}$

$\epsilon d = \frac{q}{\epsilon_0 U} \cdot d = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{q d}{U} = U$

N6



$\alpha = n_2 \cdot \alpha'$

$\alpha_2 = \alpha'$

$\alpha_2 = \alpha'$

$\alpha_2 = \alpha'$



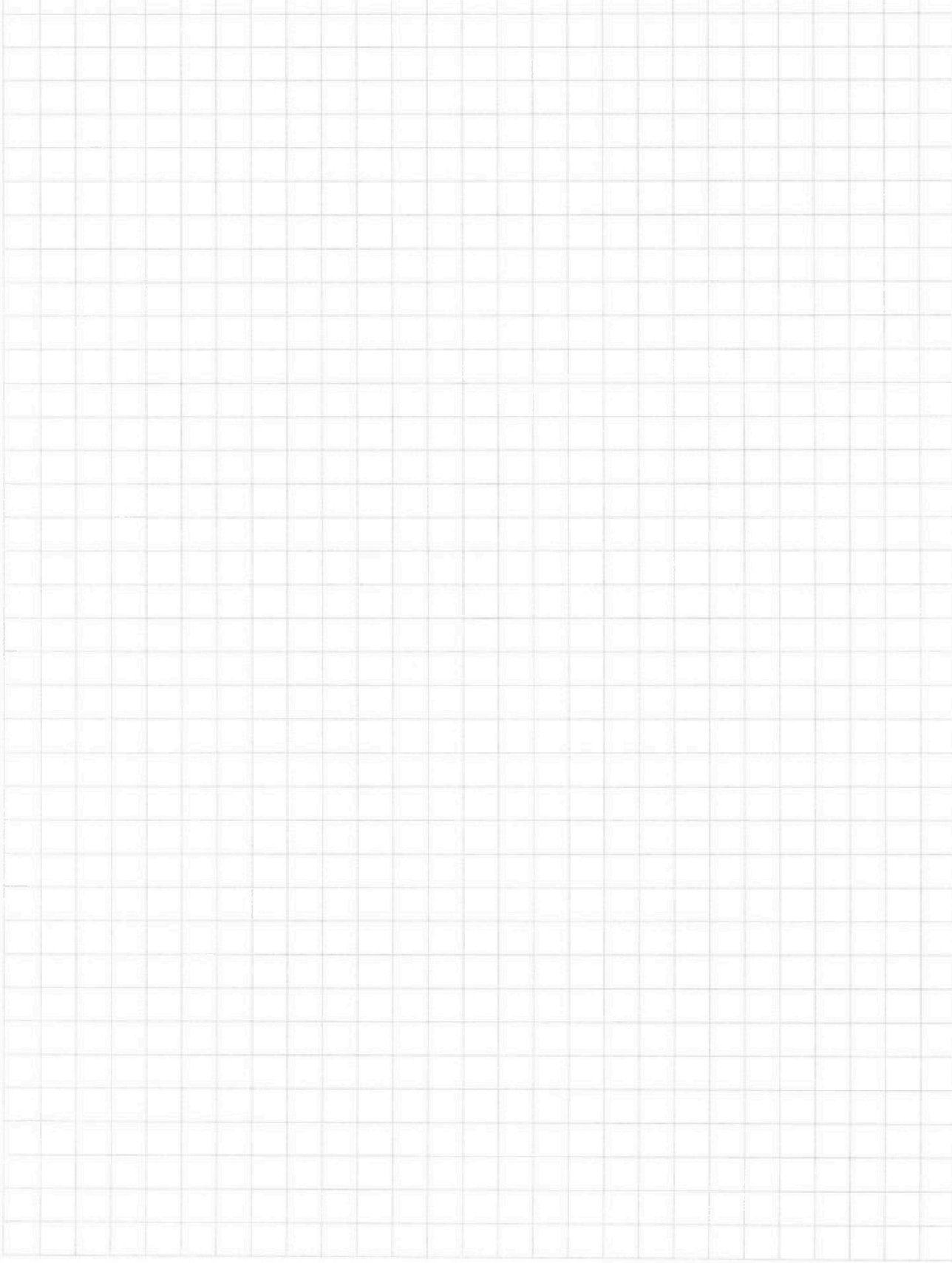
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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.

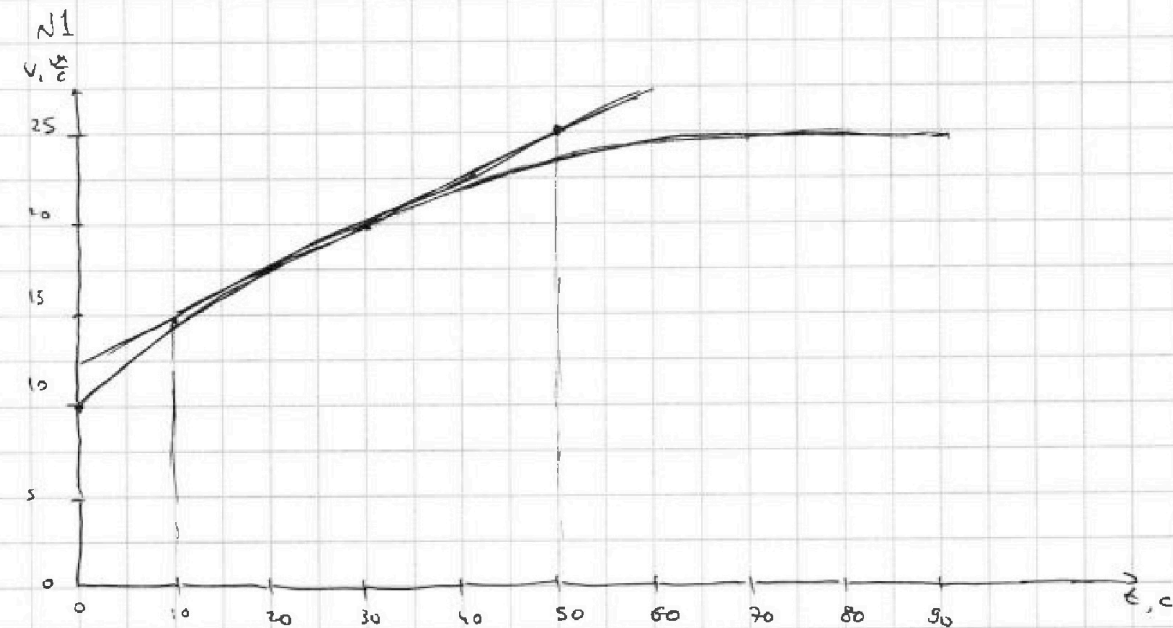
Отметьте крестиком номер задачи,

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 - коэффициент
 инжорцияемости) 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:

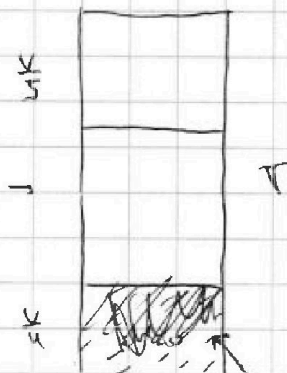
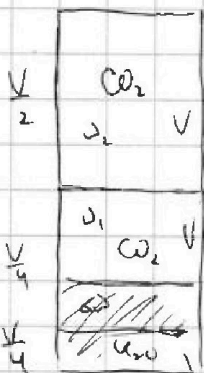
- 1 2 3 4 5 6 7



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



N2



$P = \frac{V_2 R T_0}{V}$

$P_0 = \frac{2V_1 R T_0}{V} = \frac{4V_2 R T_0}{V}$

$V_1 = 2V_2$

$P_1 = \frac{V}{5} = V_1 R T$

$P_1 = \frac{4V_2}{5} = (V_2 + 3V_2) R T$

$P_1 = P_{atm} + P_1'$

$P_1 = P_{atm} + \frac{5 R T}{4V} \cdot V_2 (1 + k R T_0)$

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

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

$\frac{R T V_2}{V} \cdot \frac{31}{4} = P_{atm} \Rightarrow P_0 = 4 \cdot \frac{V_2 R T_0}{V} = 4 \cdot \frac{16}{31} \cdot \frac{P_{atm}}{T} \cdot T_0$

$P_0 = \frac{16}{31} \cdot P_{atm} \cdot \frac{T_0}{T} = 3 P_0 = \frac{64}{155} P_{atm}$

$\frac{1}{5} + \frac{1}{4} = \frac{95}{20} = \frac{3}{20}$

$P_0 = \frac{2V_1 R T_0}{V} = \frac{4V_2 R T_0}{V}$

$V_1 = 2V_2$

$P_0 = \frac{V}{2} = V_1 R T_0$

$P_0 \cdot \frac{V}{4} = V_2 R T_0$

$\Delta V = k P_0 \cdot \frac{V}{4} = k V_2 R T_0$

$V = V_1 + \Delta V = 2V_2 + k V_2 R T_0$

$P_1 = \frac{V}{5} = V_1 R T$

$P_1 = \frac{4V_2}{5} = (V_2 + 3V_2) R T$

$P_1 = P_{atm} + P_1'$

$P_1 = P_{atm} + \frac{5 R T}{4V} \cdot V_2 (1 + k R T_0)$

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

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

$\frac{R T V_2}{V} \cdot \frac{31}{4} = P_{atm} \Rightarrow P_0 = 4 \cdot \frac{V_2 R T_0}{V} = 4 \cdot \frac{16}{31} \cdot \frac{P_{atm}}{T} \cdot T_0$

$P_0 = \frac{16}{31} \cdot P_{atm} \cdot \frac{T_0}{T} = 3 P_0 = \frac{64}{155} P_{atm}$