

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-01

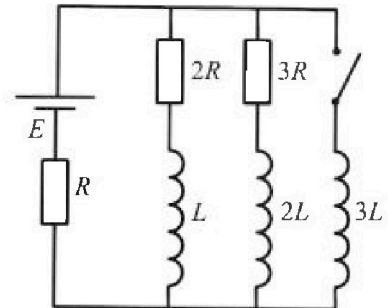
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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  $n_v = 1,0$ . 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.

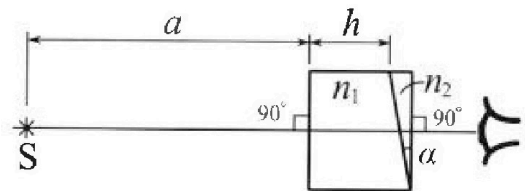


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

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



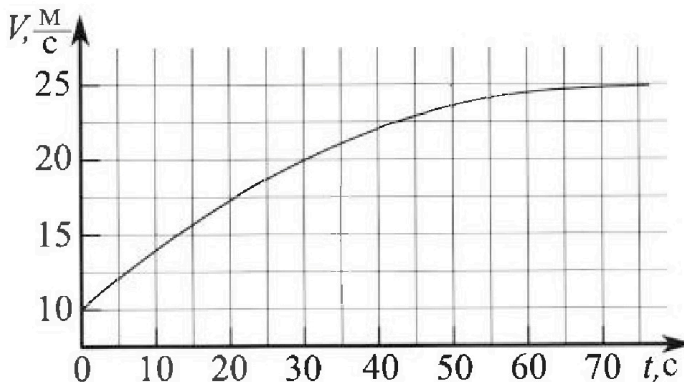
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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  $V_1$ ?

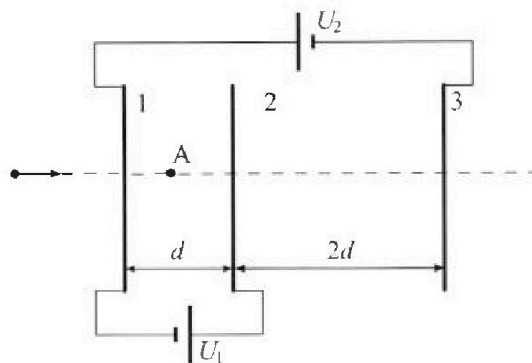
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $\Delta v$  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.

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.

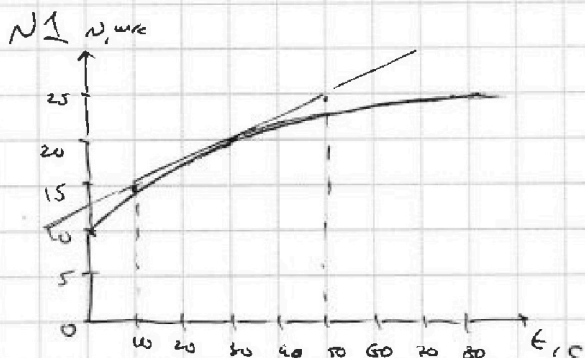
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

МФТИ



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)  $a = \frac{dv}{dt}$ , тогда проведем касательную к т-ке  $v_f = 20$  м/с. угол наклона равен:  
 $k = \frac{25-15}{50-0} = \frac{1}{5}$  м/с<sup>2</sup> и  
 $\Rightarrow a_f = \frac{1}{5}$  м/с<sup>2</sup>.

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

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

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

$ma_1 = F_1 - F_{c1}$ , где  $F_1$  - сила газа 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/с<sup>2</sup>  
 2)  $F_1 = 950$  Н  
 3)  $P_1 = 19000$  Вт.



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

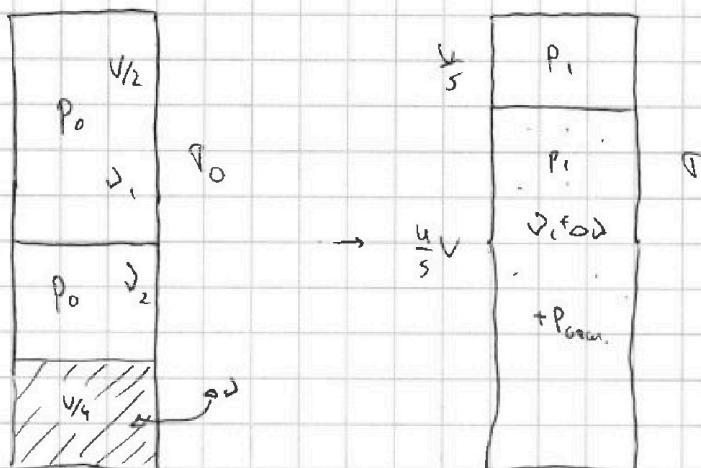
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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

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

$$\nu_2 = \frac{1}{2} P_0 \cdot \frac{h}{4} = \frac{1}{8} P_0 R T_0$$

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

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

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

$$P_1 = P_1' + P_{\text{исп}}$$

$$\nu_1 = 2 \nu_2$$

$$\nu_2 = \frac{1}{8} P_0 R T_0 \quad \left( 10 - \frac{5}{4} (1 + k R T_0) \right) = P_{\text{исп}} \quad \left| \Rightarrow \frac{\nu_2 R T_0}{h} \left( 10 - \frac{5}{4} + 1 \right) = P_{\text{исп}} \right.$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_2 R T_0}{h} = \frac{4}{31} P_{\text{исп}} \quad \left| \Rightarrow P_0 = 4 \cdot \frac{\nu_2 R T_0}{h} = 4 \cdot \frac{4}{31} P_{\text{исп}} \frac{10}{5} \Rightarrow \frac{4 \cdot 4 \cdot 4}{31 \cdot 5} P_{\text{исп}} \right.$$

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

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



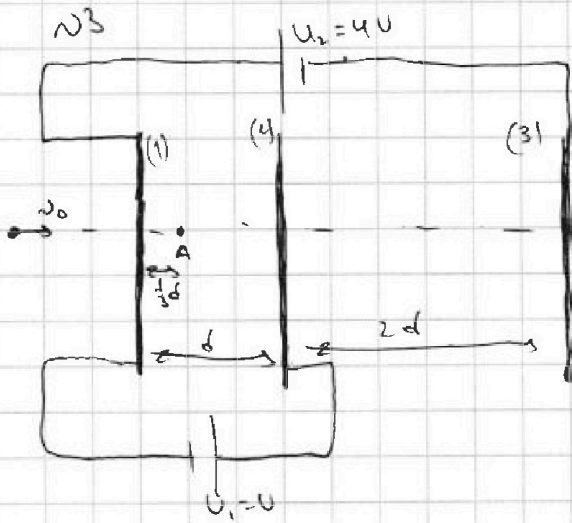
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

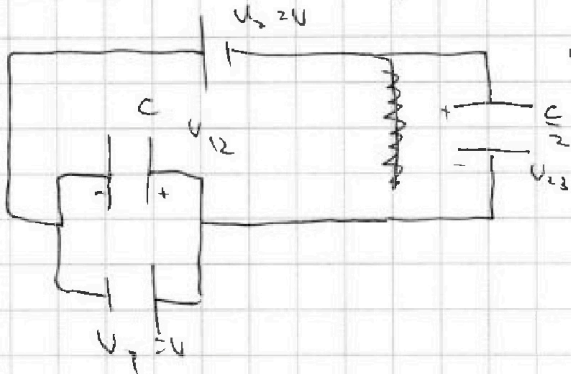
1  2  3  4  5  6  7



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:

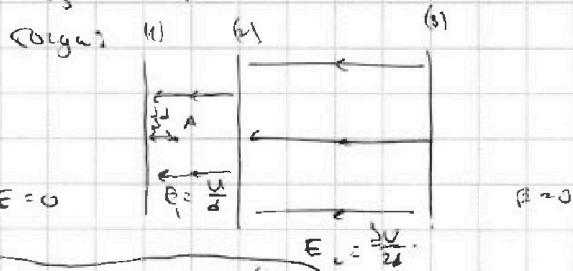


~~из плоскости (1) и плоскости (2) между~~

Представим плоскости (1) и (2) в виде конденсатора с радиусом  $R$ , тогда конденсатор образованный (2) и (3) будет с радиусом  $\frac{R}{2}$  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  $R \ll r$  тогда допустимо.



1) ускорение

в области (1) и (2):  
 $a = \frac{qE_1}{m} = \frac{qU}{md}$

2)  $k_1 - k_2 = W_1 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow k_1 - k_2 = Ud$

3)  $k_3 - k_2 = W_2 \Rightarrow k_3 = k_2 + \frac{Ud}{2}$   
 $\Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{Ud}{2} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{2Ud}{3m}}$

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

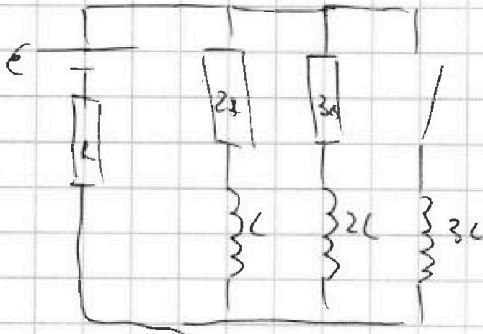
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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:



$$3RY_0 = 2R Y_{10} \quad Y_{20} = \frac{2}{3} Y_{10}$$

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

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

2) Ключ замыкает

$$E = I_0 R + \frac{dI_0}{dt} \cdot 3L$$

$$\frac{dI_0}{dt} \cdot 3L = E - I_0 R = E - \frac{5}{11} E I$$

$$\frac{dI_0}{dt} \cdot 3L = \frac{6}{11} E \Rightarrow \frac{dI_0}{dt} = \frac{2}{11} \frac{E}{L}$$

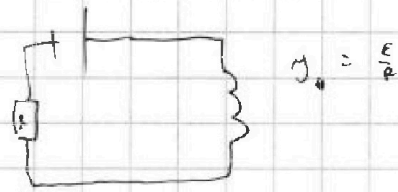
$$E = \frac{11}{5} R I_0 + I_0 L \Rightarrow \frac{2}{5} Y_{10} + Y_{10} = \frac{5}{11} \frac{E}{R}$$

$$\Rightarrow Y_{10} \frac{7}{5} = \frac{5}{11} \frac{E}{R} \Rightarrow I_{10} = \frac{10}{11} \frac{E}{R}$$



$$\frac{dI_0}{dt} = \frac{2}{11} \frac{E}{L} \Rightarrow I_0 = \frac{2}{11} \frac{E}{L} t$$

Режим установился:



$$I_0 = \frac{10}{11} \frac{E}{R}$$

Ответ: 1)  $\frac{3}{11} \frac{E}{R}$   
2)  $\frac{2}{11} \frac{E}{L}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

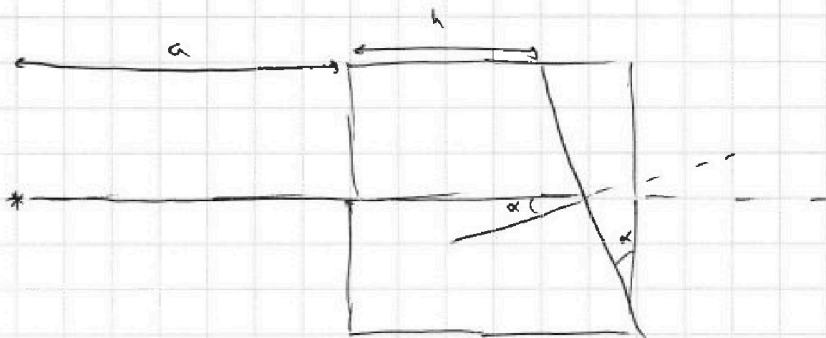
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



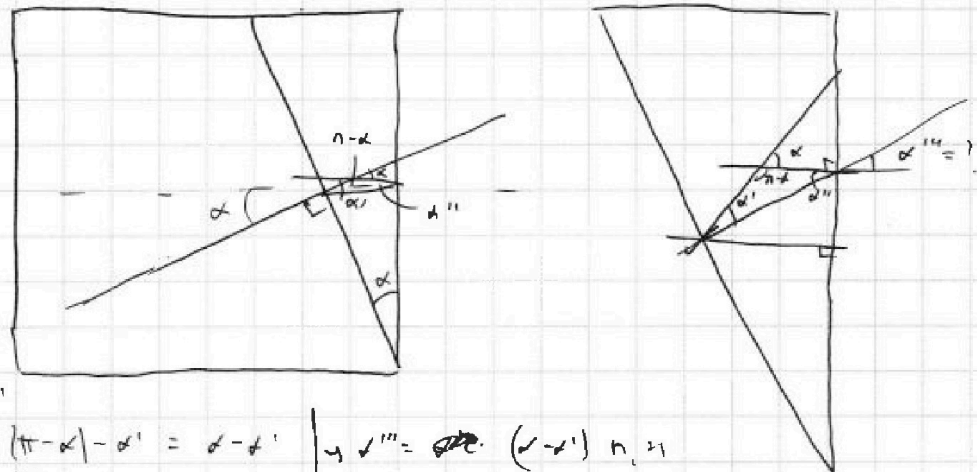
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№5



1)



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

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

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

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



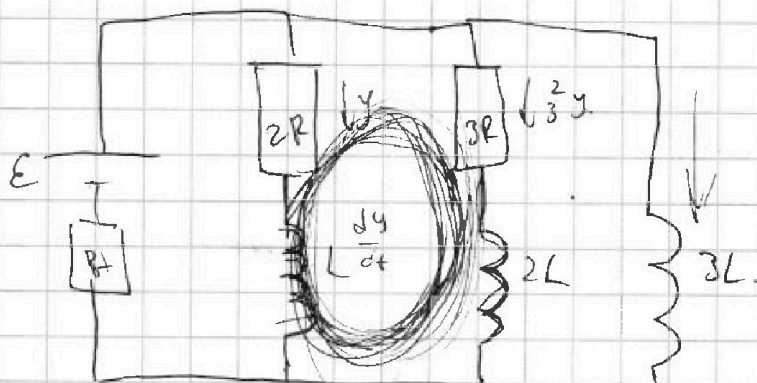
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



$$L \frac{dy}{dt} = \frac{2R}{11} E$$

$$y = \frac{2}{11} \frac{E}{L} t = \frac{E}{R} t$$

$$\Rightarrow E = \frac{11}{2} \frac{L}{R}$$

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

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

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

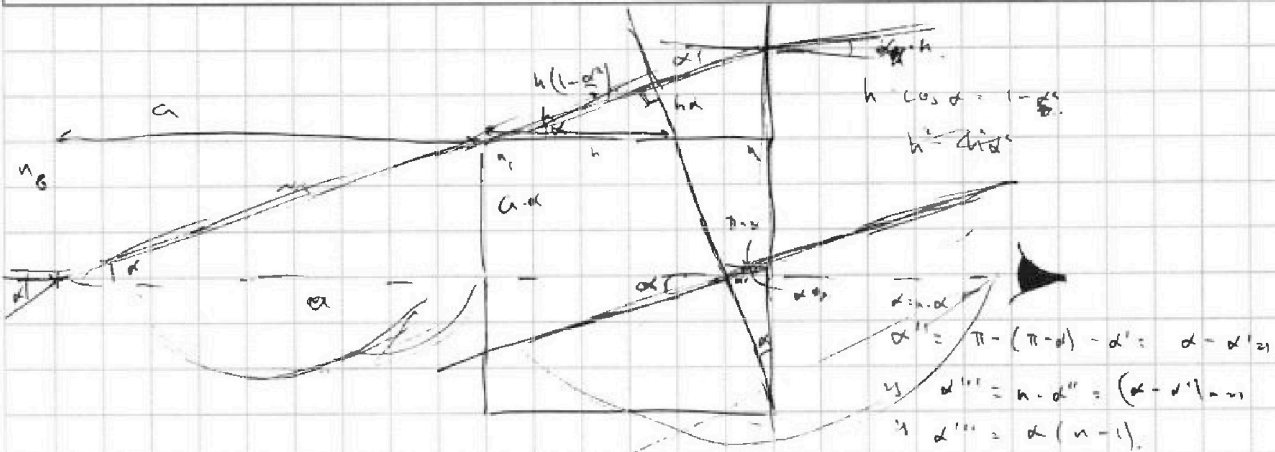
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$r = a + \frac{h}{1 - \alpha^n}$$
$$r_1 =$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

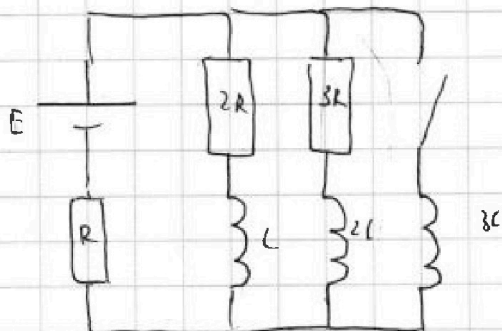
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

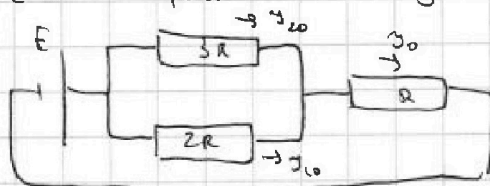
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



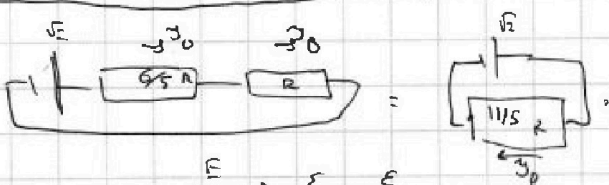
24



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



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



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

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

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

$$\Rightarrow J_0 = \frac{E}{\frac{6}{5}R} = \frac{5}{6} \cdot \frac{E}{R}$$

$$\Rightarrow J_{10} + J_0 = \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R}$$

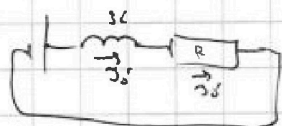
$$3R \cdot J_{10} = 2 \cdot R + J_{10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3J_{10} = 2 + J_{10} \Rightarrow J_{10} = \frac{2}{2} = 1$$

$$\Rightarrow \frac{2}{3} J_{10} + J_0 = \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R} \Rightarrow \frac{2}{3} J_{10} + J_0 = \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R}$$

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

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



$$J_0 = \frac{E}{R} \text{ ЭДС: } W_0 = \frac{L J_0^2}{2} = \frac{L E^2}{2 R^2}$$

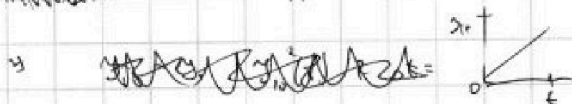
$$J_{10} \cdot 2R + U_L = \frac{2}{11} \frac{E}{R} \Rightarrow \frac{6}{11} \frac{E}{R} - U_L = \frac{2}{11} \frac{E}{R} \Rightarrow U_L = \frac{4}{11} E$$

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

$$\Rightarrow \dots$$

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

$$\Delta J_{10} = \frac{4}{11} \frac{E}{L} \Delta t \Rightarrow \frac{3}{11} \frac{E}{R} = \frac{4}{11} \frac{E \Delta t}{L} \Rightarrow \frac{3}{4} \frac{L}{R} = \Delta t$$



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

$$\Rightarrow q = \frac{2}{11} \frac{E}{R} \cdot t, \quad t = \frac{3}{4} \frac{L}{R}$$

$$\Rightarrow q = \left( \frac{2}{11} \cdot \frac{3}{4} \right) \cdot \frac{E}{L} \cdot \frac{L}{R} = \frac{3}{22} \frac{E}{R}$$



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!

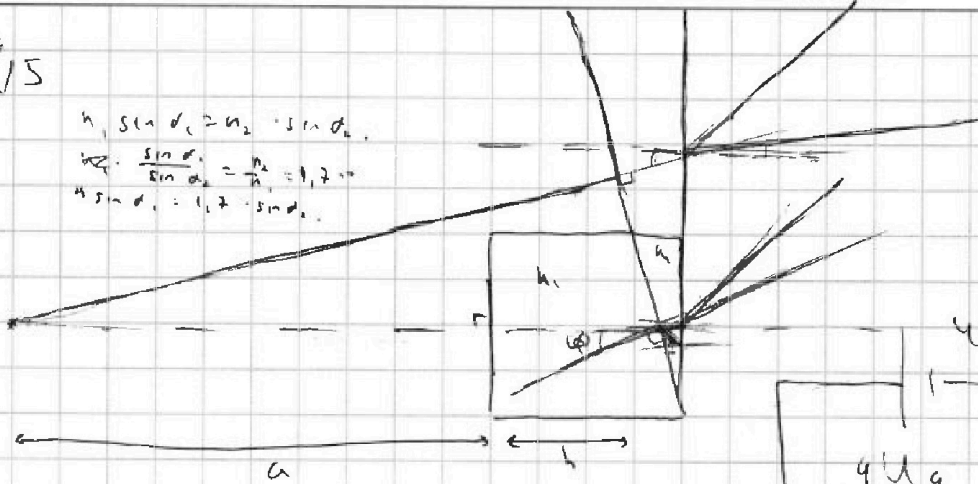


N5

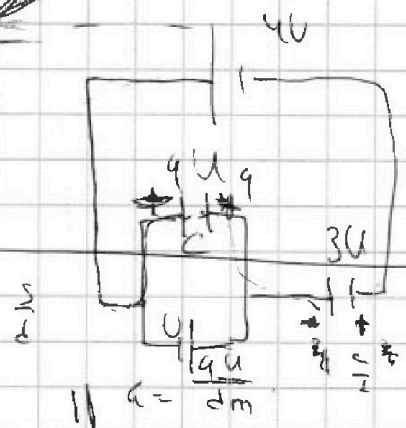
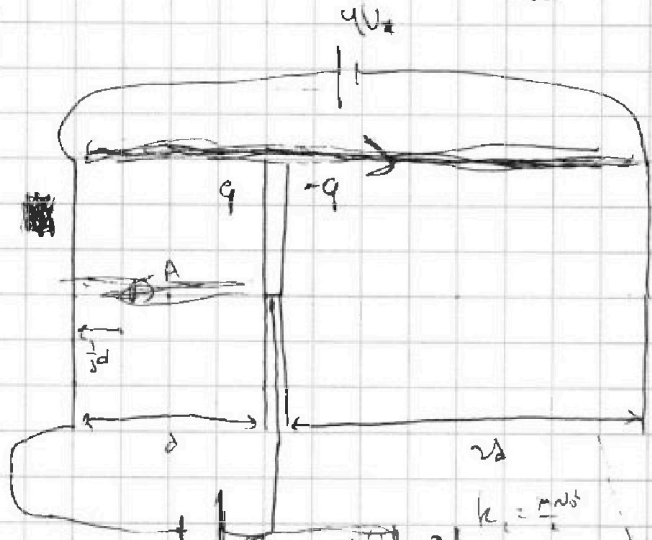
$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

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

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



N3



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

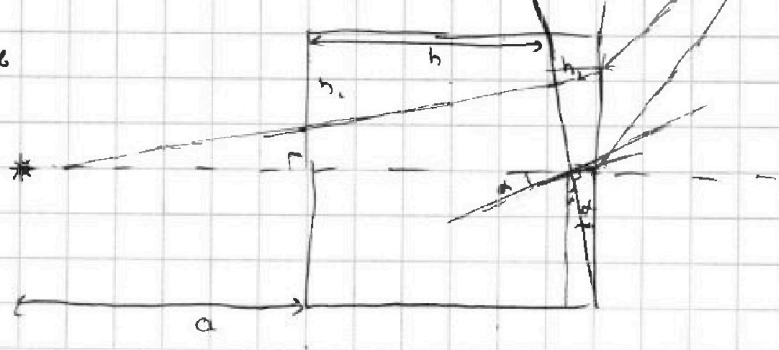
2)  $qU = qU$   $CU = qU$   $CU = qU$   
 $\Rightarrow \frac{3}{2}CU = \frac{3}{2}qU$

3)  $E_d = U$   $q = CU$

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

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

N6



$\alpha = n_2 \cdot \alpha'$

$\alpha' = \alpha \cdot n_2$

$\alpha' = \alpha \cdot n_2$



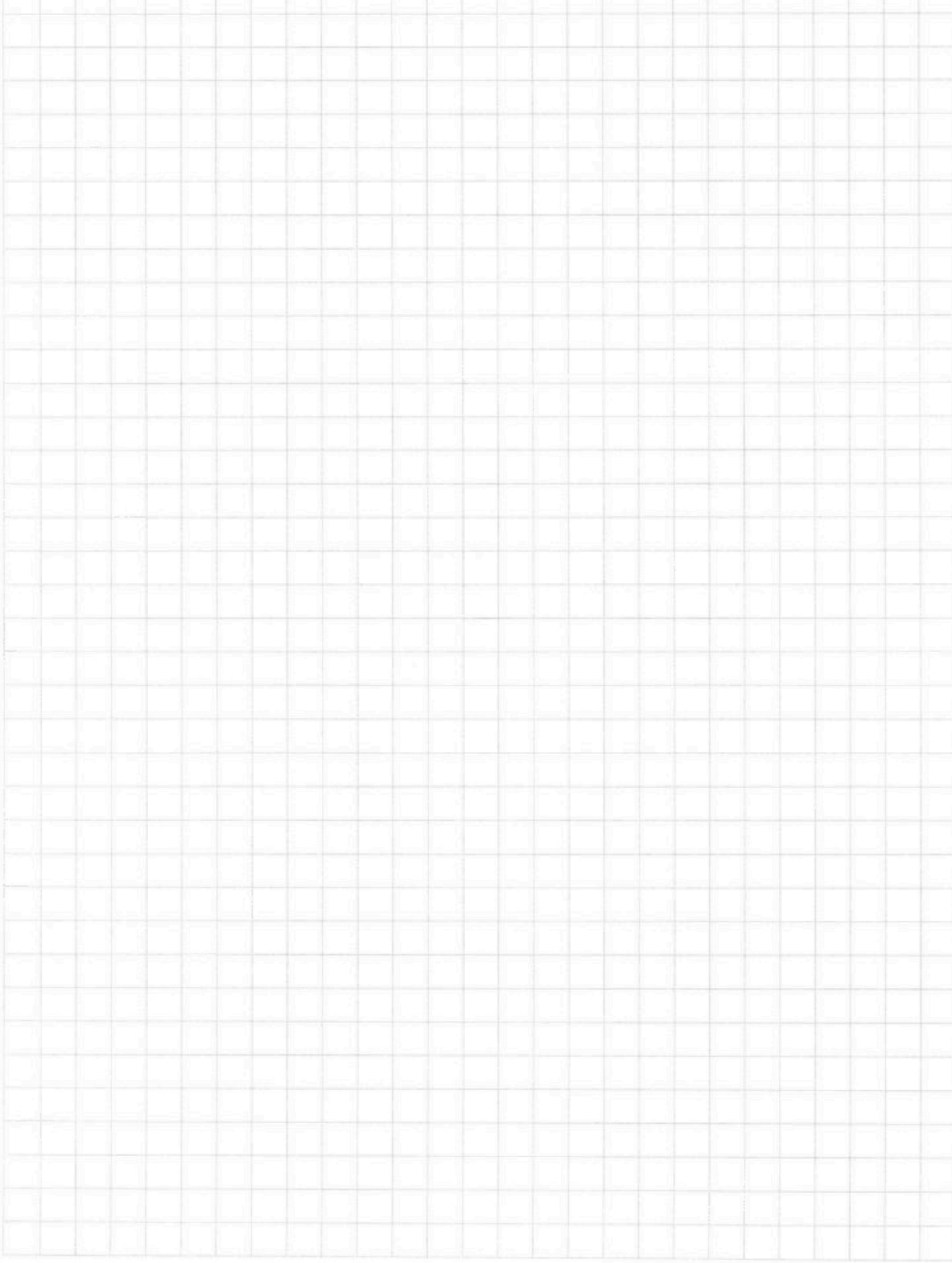
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



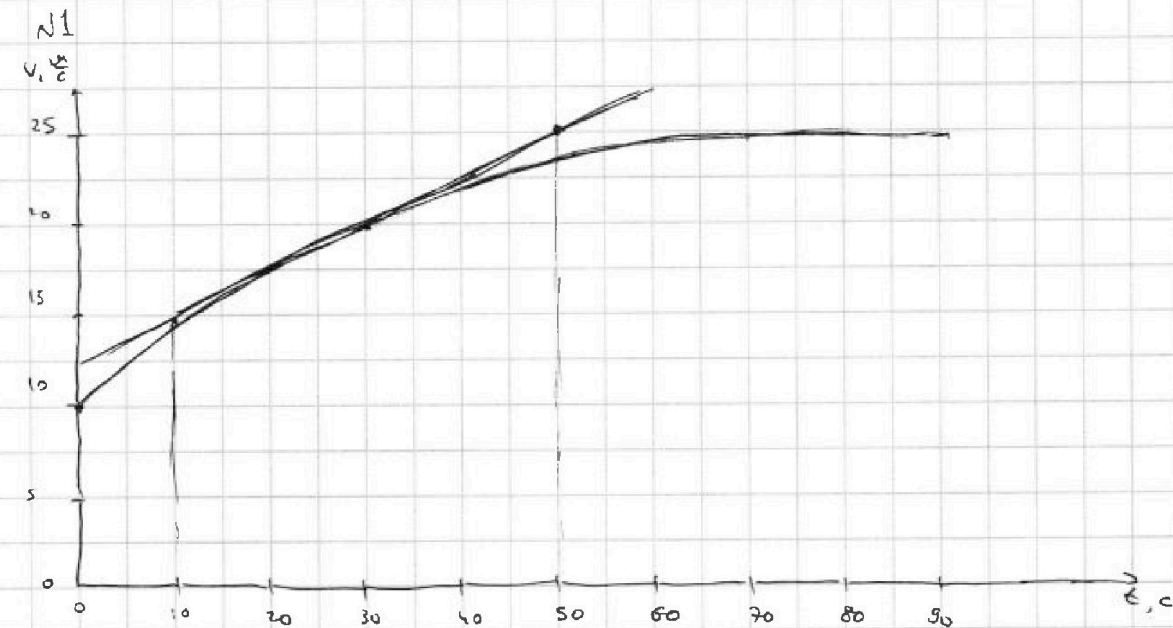
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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  $\alpha$   
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:

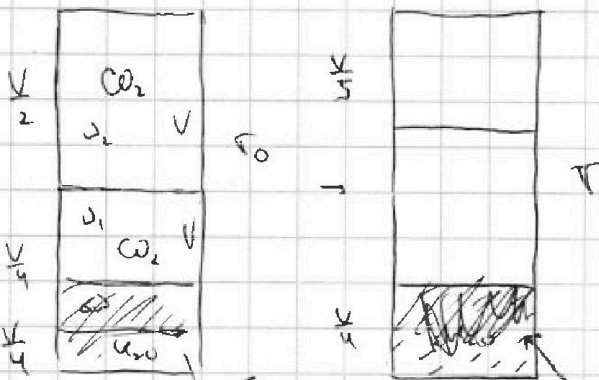
- 1  2  3  4  5  6  7



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



N2



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

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

$$V_1 = 2V_2$$

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

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

$$V_1 = 2V_2$$

$$\Delta V = 2V_2 R T_0$$

$$P_1 = P_{atm} + \frac{5 R T_0}{4V} \cdot 2V_2 (1+k R T_0)$$

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

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

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

$$\Rightarrow P_0 = \frac{16}{31} P_{atm} = \frac{64}{155} P_{atm}$$

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

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

$$V_1 = 2V_2$$

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

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

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

$$P_1 = P_{atm} + P_1'$$

$$k = \frac{1}{R T_0}$$

$$\Rightarrow k R T_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{31}$$

$$P_1 = P_{atm} + \frac{5 R T_0}{4V} \cdot 2V_2 (1+k R T_0)$$

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

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

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

$$\Rightarrow P_0 = \frac{16}{31} P_{atm} = \frac{64}{155} P_{atm}$$