



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01



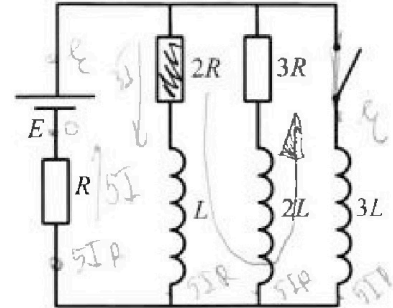
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = -\frac{\Delta(LI)}{\Delta t} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow U = L \cdot I'$$

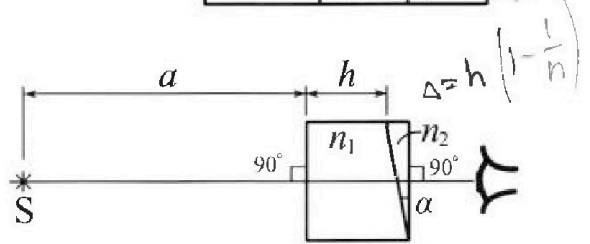
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 calculations and diagrams for problem 5:

1)  $\Delta = h \left(1 - \frac{1}{n}\right)$

2)  $\Delta = h \left(1 - \frac{1}{n}\right) = 9 \cdot \left(1 - \frac{1}{1,7}\right) = 9 \cdot \frac{0,7}{1,7} = \frac{63}{17}$

3)  $\Delta = h \left(1 - \frac{1}{n}\right) = 9 \cdot \left(1 - \frac{1}{1,5}\right) = 9 \cdot \frac{0,5}{1,5} = 3$

Other calculations:  $7+4=11$ ,  $7 \cdot 9 = 63$ ,  $4 \cdot 7 = 28$ ,  $7 \cdot 7 = 49$ ,  $8 \cdot 5 = 40$ ,  $8 \cdot 6 = 48$ ,  $180 - 2 \cdot 90 = 0$ ,  $194 - 203 = -9$ ,  $194 - 203 = -9$ ,  $194 - 203 = -9$ .



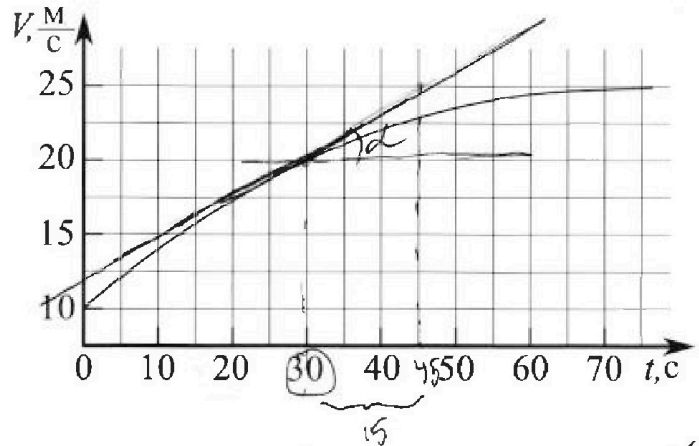
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

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  $v_1$ ?
- Треб уемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

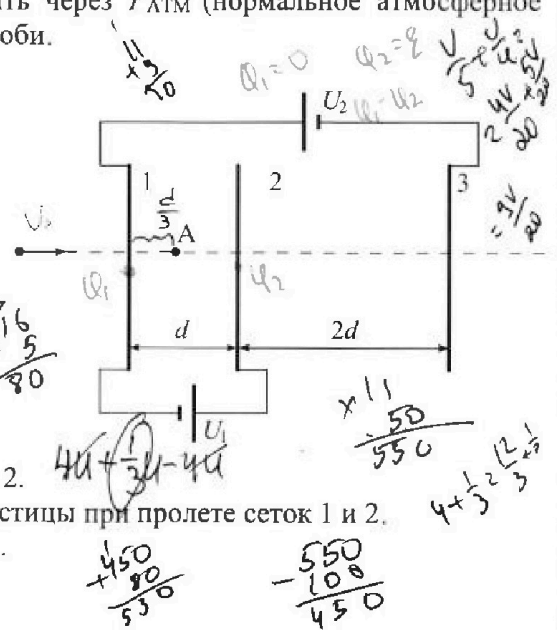
$$T = \frac{5}{4} T_0 \Rightarrow T_0 = \frac{4}{5} T$$

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

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите начальное давление в сосуде  $P_0$ . Ответ выразить через  $P_{\text{атм}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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 А на расстоянии  $d/3$  от сетки 1.

1  2  3  4  5  6  7

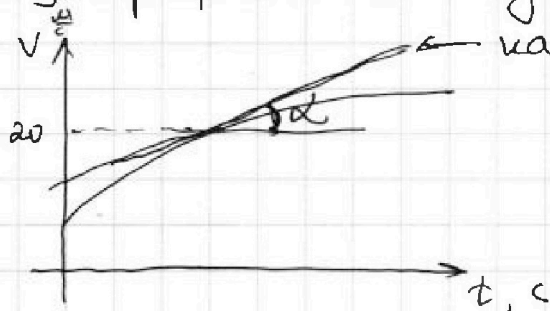
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 1

1)  $a = \frac{dV}{dt} = \dot{V} \Rightarrow a$  - тангенс угла наклона касательной

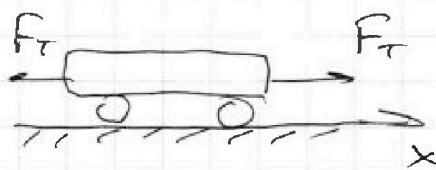
в точке, где  $V = V_1 = 20 \frac{m}{c}$

Из графика ~~tg~~  $tg \alpha = \frac{5}{15} = \frac{1}{3} \Rightarrow a_1 = \frac{1}{3} \frac{m}{c^2}$



II 3. Ньютона на  $Ox$ :

2)  $ma_1 = F_T - F_c$  - при  $V = V_1$



~~ma\_k~~  $a_k = 0$  (в конце скорость

установилась)  $\Rightarrow F_T = F_c = F_k \Rightarrow k \cdot V_k = F_k$

По графику  $V_k = 25 \frac{m}{c} \Rightarrow k = \frac{F_k}{V_k}$

$ma_1 = F_T - kV_1 \Rightarrow F_T = ma_1 + kV_1 = ma_1 + F_k \cdot \frac{V_1}{V_k}$

$\Rightarrow F_T = 1800 \cdot \frac{1}{3} + 500 \cdot \frac{20}{25} = 1000 \text{ H}$

3)  $N_1 = F_T \cdot V_1 = 1000 \cdot 20 = 20000 \text{ Вт} = P_1$

Ответ: 1)  $a_1 = \frac{1}{3} \frac{m}{c^2}$

2)  $F_1 = ma_1 + F_k \cdot \frac{V_1}{V_k} = 1000 \text{ H}$

3) ~~P\_1~~  $P_1 = F_1 \cdot V_1 = 20000 \text{ Вт}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

№2 (продолжение):

$$\frac{V}{2} = \frac{5p_0 V}{16 RT}$$

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

$$\text{Умова: } \frac{25}{8} p_0 = \frac{20 RT}{11 V} \cdot \left( \frac{p_{\text{атм}} \cdot 11 V}{20 RT} + \frac{5 p_0 V}{16 RT} - \frac{k p_0 V}{4} \right)$$

$$\frac{25}{8} p_0 = p_{\text{атм}} + \frac{20 RT}{11 V} \cdot \frac{5 p_0 V}{16} - \frac{20 RT}{11 V} \cdot \frac{k p_0 V}{4}$$

$$\frac{25}{8} p_0 = p_{\text{атм}} + \frac{100}{16 \cdot 11} p_0 - \frac{5 RT \cdot k}{11} p_0$$

$$\left( \frac{25}{8} - \frac{100}{16 \cdot 11} + \frac{5 \cdot RT \cdot k}{11} \right) p_0 = p_{\text{атм}} \quad \checkmark$$

$$\left( \frac{25 \cdot 2 \cdot 11 - 100 + 5 \cdot 16 \cdot RT \cdot k}{16 \cdot 11} \right) p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$\frac{550 - 100 + 80 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{8} \cdot 10^{-3}}{16 \cdot 11} p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$\frac{530}{16 \cdot 11} p_0 = p_{\text{атм}} \Rightarrow p_0 = \frac{16 \cdot 11}{530} p_{\text{атм}} =$$

$$= \frac{8 \cdot 11}{265} = \frac{88}{265} p_{\text{атм}}$$

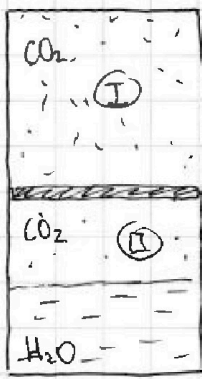
Ответ: 1)  $\frac{V}{V_2} = 2$

2)  $p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{\left( \frac{25}{8} - \frac{100}{16 \cdot 11} + \frac{5 \cdot RT \cdot k}{11} \right)} = \frac{88}{265} p_{\text{атм}}$

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)  Поршень легкий  $\Rightarrow$  давление сверху равно давлению снизу

$\textcircled{I} \quad p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu R T_0 \Rightarrow \frac{4}{2} = \frac{\nu}{\nu_2} = 2 \Rightarrow \nu_2 = \frac{1}{2} \nu$   
 $\textcircled{II} \quad p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0$

$\Rightarrow \nu = \frac{p_0 V}{2 R T_0} = \frac{p_0 V \cdot 5}{2 R \cdot 4 T} = \frac{5 p_0 V}{8 R T}$

2) 

$V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = V - \frac{9V}{20} = \frac{11}{20} V$

$\textcircled{I}: p \cdot \frac{V}{5} = \nu R \cdot T$

Итак:  $p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu R T_0 = \nu R \cdot \frac{4}{5} T$

$\frac{2}{5} \cdot \frac{p}{p_0} = \frac{5}{4} \Rightarrow \frac{p}{p_0} = \frac{25}{8} \Rightarrow p = \frac{25}{8} p_0$

$\textcircled{II}: p = p_{\text{н.п.}} + p_r$

$$\frac{25}{8} p_0 = \frac{\nu_{\text{н.п.}} R T}{\frac{11}{20} V} + \frac{(\frac{V}{2} - \Delta V) R T}{\frac{11}{20} V}$$

$\frac{25}{8} p_0 = \frac{20 \cdot R \cdot T}{11 V} \left( \nu_{\text{н.п.}} + \frac{V}{2} - \Delta V \right)$

$p_{\text{атм}} \cdot \frac{11}{20} V = \nu_{\text{н.п.}} R T \Rightarrow \nu_{\text{н.п.}} = \frac{p_{\text{атм}} \cdot 11 V}{20 R T}$

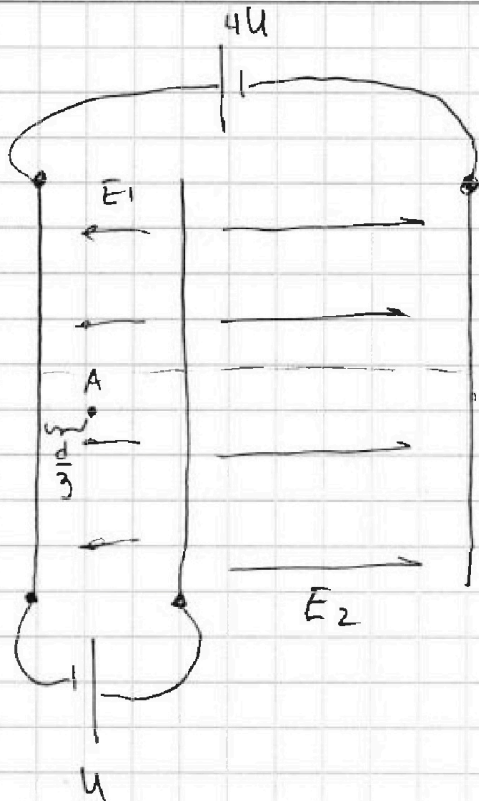
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

1) ~~Рассчитать работу электростатических сил~~  
~~на объекте~~

$$u = E_1 \cdot d \Rightarrow E_1 = \frac{u}{d}$$

$$5u = E_2 \cdot d \Rightarrow E_2 = \frac{5u}{d}$$

$$ma_{12} = F_x \quad (\text{II з. Ньютона})$$

$$ma_{12} = q \cdot E_1 = \frac{qu}{d} \Rightarrow$$

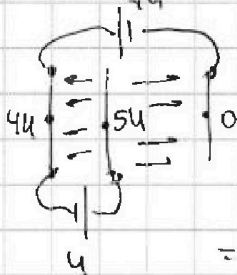
$$\Rightarrow a_{12} = \frac{qu}{dm}$$

2) Th. об изменении кинетической энергии:

$$K_2 - K_1 = \Sigma A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = -qu \Rightarrow K_1 - K_2 = qu$$

3) Th. об изменении кинетической энергии:

$$\frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = q(\varphi_A - 4u)$$



$$\varphi_A - 4u = E_1 \cdot \frac{d}{3} = \frac{u}{d} \cdot \frac{d}{3} = \frac{1}{3}u \Rightarrow \varphi_A = \frac{13}{3}u$$

$$mV_A^2 - mV_0^2 = 2q \left( \frac{13}{3}u - 4u \right) = 2q \cdot \frac{1}{3}u =$$

$$\Rightarrow mV_A^2 = mV_0^2 + \frac{2}{3}qu \Rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{2qu}{3m}}$$

Ответ: 1)  $a = \frac{qu}{dm}$ ; 2)  $K_1 - K_2 = qu$ ; 3)  $V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{2qu}{3m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

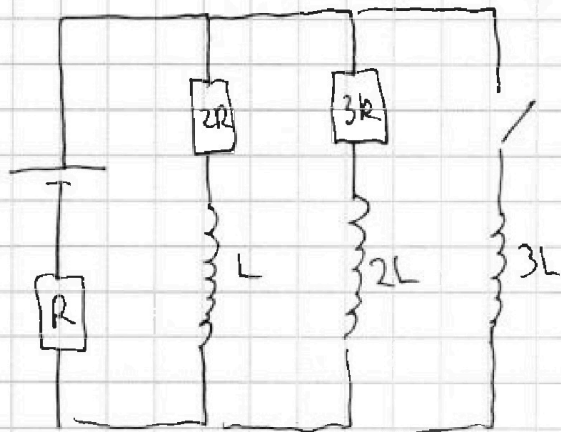
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

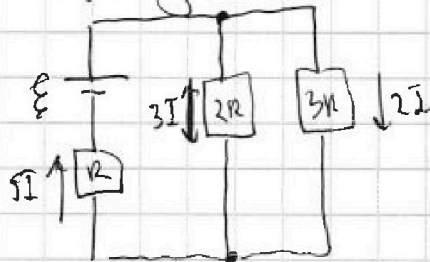
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черникой и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№4



1) В уст. regime катушки ведут себя как идеальные проводники  $\Rightarrow$



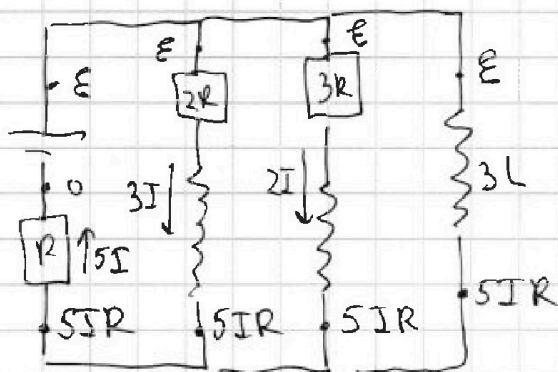
Пусть  $I$  через  $2R$  равен  $3I$ , тогда через  $3R$  равен  $2I$   
(напряжения равны:  $3I \cdot 2R = 3R \cdot I_3 \Rightarrow I_3 = 2I$ )

Общий ток:  $5I$ :  $\varepsilon = 5I \cdot R_{\text{общ}}$

$$R_{\text{общ}} = R + \frac{2R \cdot 3R}{2R + 3R} = R + \frac{6R^2}{5R} = R + \frac{6}{5}R = \frac{11}{5}R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varepsilon = 5I \cdot \frac{11}{5}R \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{11R} \Rightarrow 3I = I_{10} = \boxed{\frac{3\varepsilon}{11R}}$$

2) Сразу после замыкания ключа ток через катушки не изменится:



Расставим потенциалы в цепи пользуясь законом Ома

$$U_{3L} = 3L \cdot I'_{3L} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varepsilon - 5IR = 3L \cdot I'_{3L}$$

1  2  3  4  5  6  7

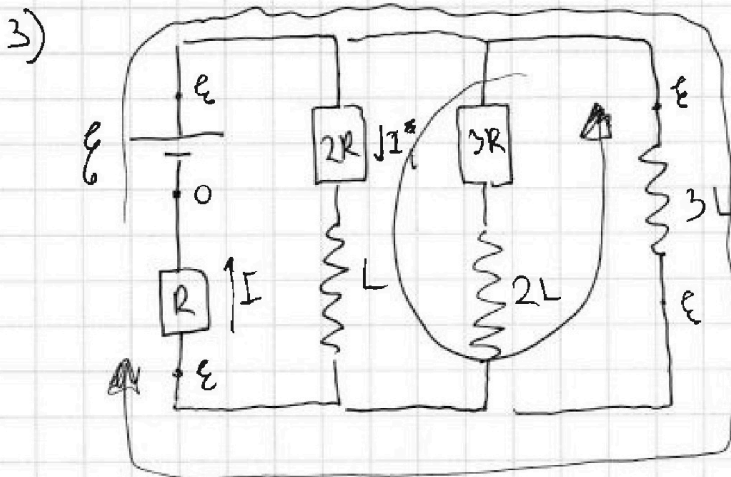
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№4 (продолжение)

$$\mathcal{E} - 5 \cdot \frac{\mathcal{E}}{11R} \cdot R = 3L \cdot I'_{3L}$$

$$\frac{6}{11} \mathcal{E} = 3L \cdot I'_{3L} \Rightarrow I'_{3L} = \frac{6\mathcal{E}}{11 \cdot 3L} = \boxed{\frac{2\mathcal{E}}{11 \cdot L}}$$



Ток в уст. режиме  
будет течь только  
через \$3L\$ (т.к.  
капучина в уст. реж.  
= уг. проводимости)

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

~~Итого:~~

~~3. Купюра:~~ 3. Купюра:  $-L \cdot \frac{dI_L}{dt} + 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} = 2R I_i$

$$+3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} = 2R I_i + L \cdot \frac{dI_L}{dt} \quad | dt$$

$$+3L \cdot dI_{3L} = 2R I_i dt + L \cdot dI_L$$

$$+3L \cdot dI_{3L} = 2R q_{2R} + L dI_L$$

Просуммируем:

$$+3L \left( \frac{\mathcal{E}}{R} - 0 \right) = 2R \cdot q_{2R} + L \left( 0 - \frac{3\mathcal{E}}{11R} \right)$$

$$+ \frac{3\mathcal{E}L}{R} = 2R \cdot q_{2R} - \frac{3\mathcal{E}L}{11R}$$

$$2R \cdot q = \frac{3\mathcal{E}L}{R} + \frac{3\mathcal{E}L}{11R} = \frac{33\mathcal{E}L}{11R} + \frac{3\mathcal{E}L}{11R} = \frac{36\mathcal{E}L}{11R}$$

$$q = \frac{18\mathcal{E}L}{11R^2}$$

Ответ: 1)  $I_0 = \frac{3\mathcal{E}}{11R}$ ; 2)  $I'_{2L} = \frac{2\mathcal{E}}{11L}$ ; 3)  $q = \frac{18\mathcal{E}L}{11R^2}$



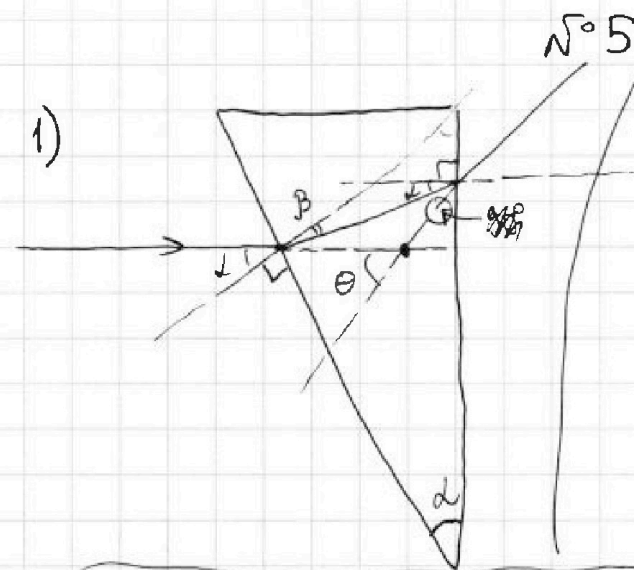
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



№ 5

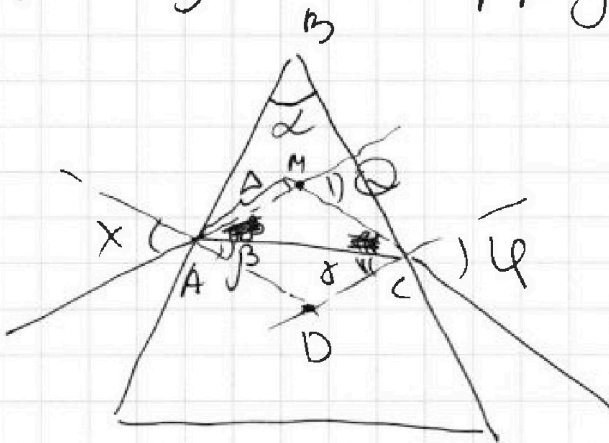
$\theta$  - угол отклонения

$$\theta = \alpha \cdot (n - 1)$$

(Т.к. у плоскопараллельной пластинки  $n = 1$  она никак не влияет на  $\theta$ )

$$\theta = 0,1 \cdot (1,7 - 1) = 0,07 \text{ рад}$$

Доказательство формулы:  $\theta = \alpha \cdot (n - 1)$



При малых углах закон Снеллиуса:

$$x = n \cdot \beta$$

$$\varphi = n \cdot \delta$$

$$\Rightarrow x + \varphi = n(\beta + \delta)$$

$$\text{Из } ABCD: \alpha + \angle D = 180^\circ$$

$$\Rightarrow \alpha + (180^\circ - (\beta + \delta)) = 180^\circ \Rightarrow \beta + \delta = \alpha$$

$$\theta \text{ (как внешний угол } \triangle ACM: \theta = \angle MAC + \angle MCA =$$

$$= x - \beta + \varphi - \delta = x + \varphi - (\beta + \delta) = n \cdot \alpha - \alpha = \alpha(n - 1)$$

~~Найти?~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

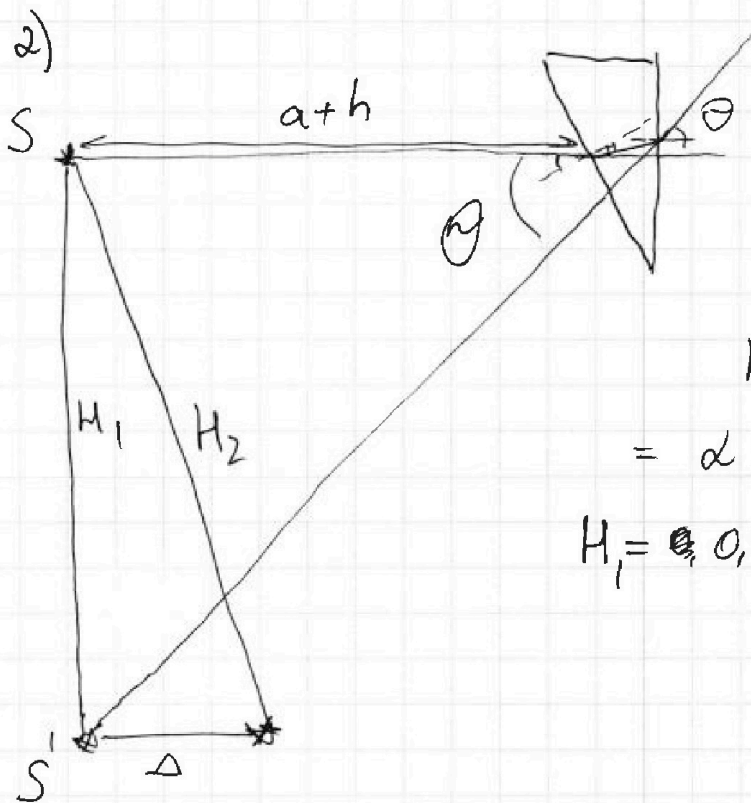
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

№5 (продолжение)



$H_1$  — расстояние  
между  $S$  и  $S'$

$$\operatorname{tg} \theta = \theta = \frac{H}{a+h}$$

$$H_1 = \theta \cdot (a+h) = \\ = d(n_2 - 1) \cdot (a+h)$$

$$H_1 = 0,07 \cdot 203 \text{ см} = 17,21 \text{ см}$$

3) Система: плоскопараллельная пластинка + призма:

Плоскопараллельная пластинка имеет на

$$\Delta = h \cdot \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) = \approx 3 \text{ см}$$

Призма имеет на  $H = d(n_2 - 1) \cdot (a+h)$

$$H_2 = \sqrt{\Delta^2 + H_1^2} = \sqrt{3^2 + 17,21^2} \approx \sqrt{298} \text{ см}$$

Ответ: 1)  $\theta = d(n_2 - 1) \approx 0,07 \text{ рад}$

2)  $H = d(n_2 - 1) \cdot (a+h) \approx 17,21 \text{ см}$

3)  $\sqrt{h^2 \left(1 - \frac{1}{n_1}\right)^2 + d^2 (n_2 - 1)^2 (a+h)^2} \approx \sqrt{298} \text{ см}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

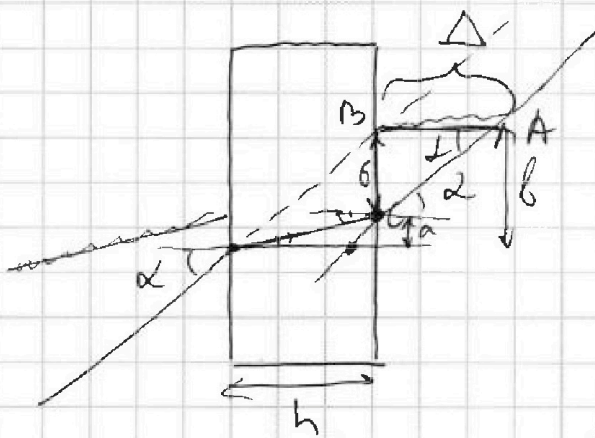
1  2  3  4  5  6  7

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

МФТИ



№5 (продолжение)



Доказательство

формулы  $\Delta = h \left(1 - \frac{1}{n_1}\right)$

$$\operatorname{tg} \alpha = \alpha = \frac{b}{h}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \beta = \frac{a}{h}$$

$$\sin \alpha = \sin \beta \cdot n \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = \beta \cdot n \Rightarrow \beta = \frac{1}{n} \alpha$$

$$b = h - a = \alpha h - \beta h = \alpha h - \frac{1}{n} \alpha h =$$

$$= \alpha h - \frac{1}{n} \alpha h = \alpha h \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

$$\text{В } \triangle ABC: \operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{\Delta} = \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{\alpha \cdot h \left(1 - \frac{1}{n}\right)}{\Delta} \Rightarrow \Delta = h \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

ч.т.д.

доказательство формулы, использованное  
в решении задачи №5



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!

ЧЕРНОВИК

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

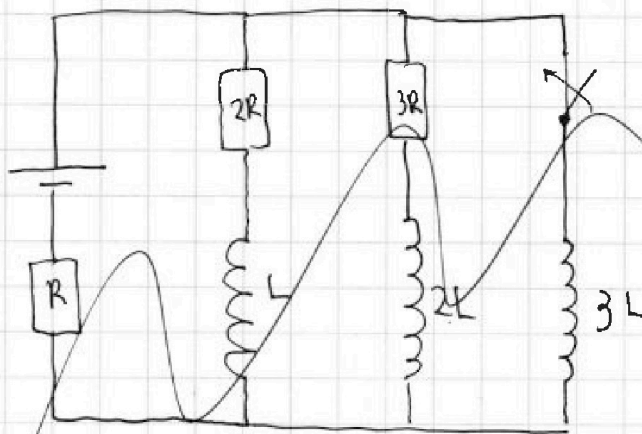
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



№ 4



1) В уст. режиме при размыкании ключа катушка ведет себя как идеальной проводки  $\Rightarrow$  в уст. режиме весь ток потечет через резистор  $R$  и катушку  $3L$   
 $\Rightarrow I_{2R} = 0 = I_{10}$

2)

$$-LI_1' + 3L \cdot I_3' = I_1 \cdot 2R$$

$$\begin{array}{r} \sqrt{36} \sqrt{2} \\ - \frac{2}{16} \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

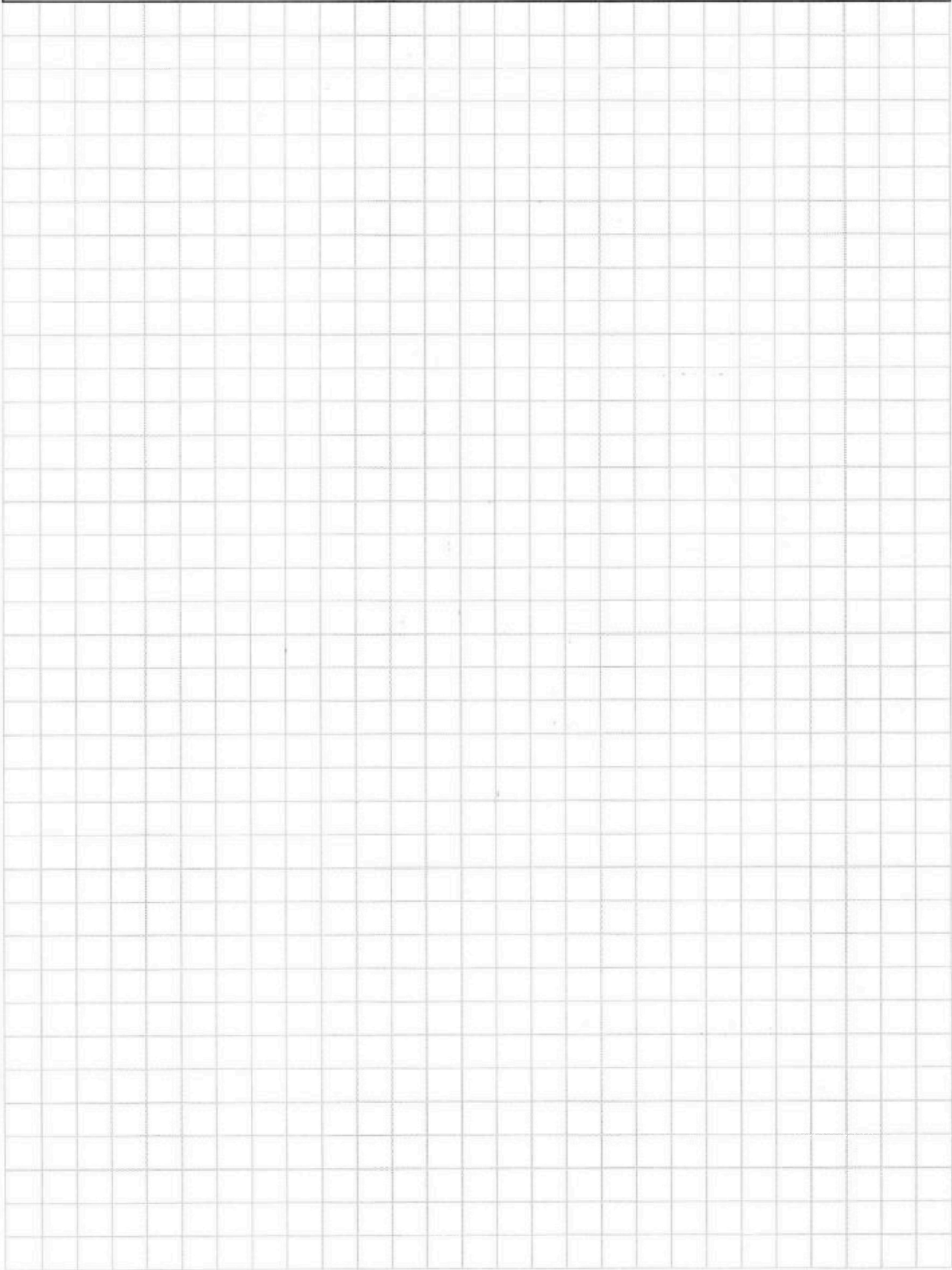
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- 1      2      3      4      5      6      7



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:

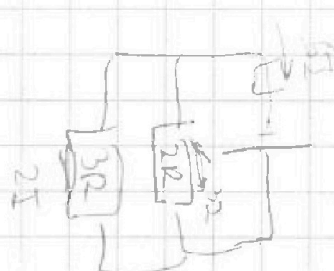
- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

МФТИ

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



$$V - \frac{V}{15} - \frac{V}{2} = V - \left( \frac{V}{15} + \frac{V}{2} \right) = V - \frac{4V+5V}{20} = V - \frac{9V}{20} = \frac{11}{20}V$$



$$-L \cdot I_1' + 3L \cdot I_2' = 2R \cdot I_1'$$

$$-L \cdot I_1 + 3L \cdot I_2 = 2R \cdot q_1$$

$$-L(0 - 3I) + 3L\left(\frac{q}{R} - 0\right) = 2Rq_1$$

$$3IL + 3L \frac{q}{R} = 2Rq_1$$

$$2Rq_1 = 3 \cdot \frac{q}{11R}L + 3L \cdot \frac{q}{R}$$

$$= \frac{3qL}{11R} + \frac{3Lq}{R}$$

$$= \frac{3qL + 33qL}{11R} = \frac{36qL}{11R}$$

$$q = \frac{36qL}{11R \cdot 2}$$

$$I_2 = 5I \cdot R_{\text{отн}}$$

$$R + \frac{2R \cdot 3R}{2R + 3R} = R + \frac{6}{5}R = \frac{11}{5}R$$

$$E = 5I \cdot \frac{11}{5}R = 11I \cdot R$$

$$I = \frac{E}{11R} = \frac{3E}{11R}$$

$$U = LI'$$

$$U = m \cdot I' \Rightarrow I' = \frac{U}{3L}$$

$$U = E - 5IR = E - 5 \cdot \frac{E}{11R} \cdot R =$$

$$= E - \frac{5}{11}E = \frac{6}{11}E$$

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

$$\frac{3E}{11R} \cdot \frac{1}{2}$$

$\frac{36qL}{11R}$

$\frac{3E}{11R}$



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!

$$\Delta U = k p \omega = k p \cdot \frac{V}{4} = \frac{k}{4} p V$$

$$\Delta U = \underbrace{k \cdot \frac{V}{4}}_{const} p$$

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

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

$$p \cdot V_x = \nu R T_x$$

$$\frac{530}{15} \frac{4}{1}$$

$$\frac{530}{13} \frac{2}{265}$$

$$p = p_{\text{н.п.}} + p_0$$

$$p = \frac{\nu_{\text{н.п.}} R T}{\frac{4}{5} V} + \frac{(\nu - \Delta \nu) R T}{\frac{4}{5} V} = \left( \nu_{\text{н.п.}} + \frac{\nu - \Delta \nu}{2} \right) \cdot \frac{R T}{\frac{4}{5} V}$$

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

$$p_{\text{н.п.}} \cdot \frac{4}{5} V = \nu_{\text{н.п.}} R T$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

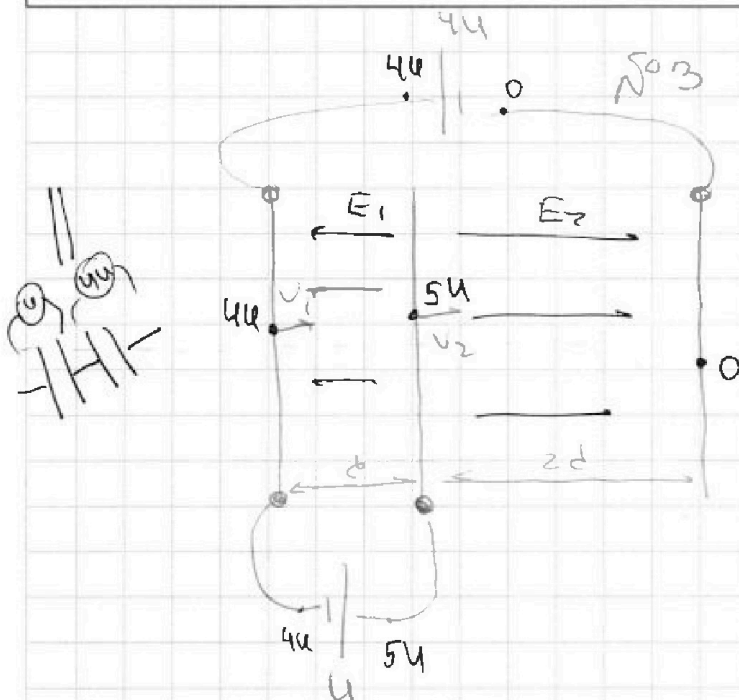
Отметьте крестиком номер задачи.

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!



$$F = qE$$

$$u = E \cdot d \Rightarrow E_1 = \frac{u}{d}$$

$$5u = E_2 \cdot d \Rightarrow E_2 = \frac{5u}{d}$$

$$u_i = E_i \cdot d_i$$

$$1) ma = F_k =$$

$$ma = q \cdot E_1 = \frac{qu}{d}$$

$$a = \frac{qu}{dm}$$

$$A = q(\phi_1 - \phi_2)$$

2)  $K_1 - K_2 = ?$

$$K_1 = \frac{mV_1^2}{2}$$

$$K_2 = \frac{mV_2^2}{2}$$

Th 0 max kin. energy

$$K_2 - K_1 = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = q \cdot (4u - 5u) =$$

$$\Rightarrow K_1 - K_2 = qu$$

~~max~~

3) Th 0 max kin. energy & 05 8 u A:

$$\frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = A_{01}$$

$$+ q \left( \frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = A_{1A} \right)$$

$$\frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = A_{0A} = q \cdot (0 - \phi_A)$$

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!



$$E_1 = \varphi_A - \varphi_U$$

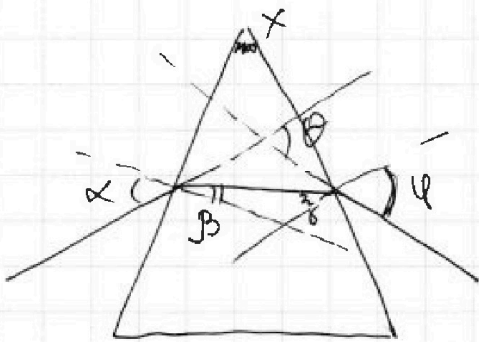
$$\varphi_A - \varphi_U = E_1 \cdot \frac{d}{3}$$

$$\varphi_A = \varphi_U + \frac{U}{d} \cdot \frac{d}{3} = \varphi_U + \frac{U}{3} = \frac{12U}{3} + \frac{U}{3} = \frac{13U}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = q \cdot \left(0 - \frac{13U}{3}\right)$$

$$X + 180 - \beta - \gamma = 180^\circ$$

$$X = \beta + \gamma$$



$$\alpha = n \cdot \beta$$

$$\varphi = n \cdot \gamma$$

$$\theta = \alpha - \beta + \varphi + \gamma = \alpha + \varphi - (\beta + \gamma)$$

$$\theta = n(\beta + \gamma) - X$$

$$\theta = n \cdot X - X$$

$$\theta = X(n - 1)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



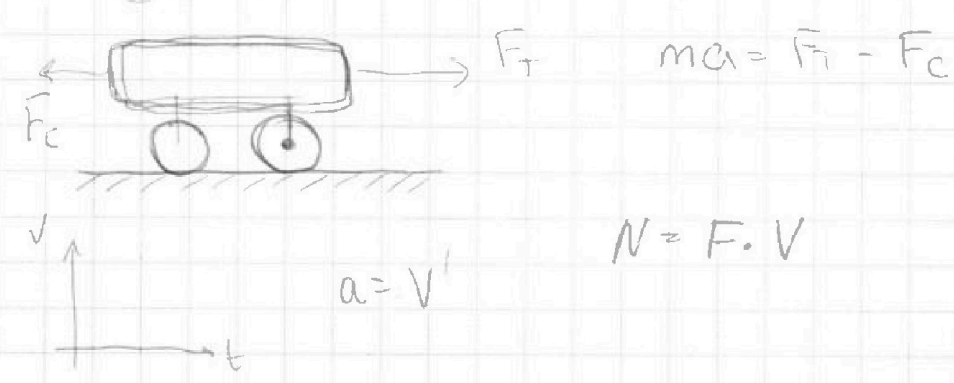
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$a_1 = \frac{\frac{N}{v_1} - kv_1}{m} = \frac{\frac{12500}{20} - 20 \cdot 20}{1800} = \frac{625 - 400}{1800} = \frac{225}{1800} = \frac{45}{360} = \frac{9}{72} = \frac{1}{8} \frac{m}{c^2}$$

$12500 \div 20 = 625$   
 $625 - 400 = 225$   
 $225 \div 1800 = \frac{45}{360} = \frac{9}{72} = \frac{1}{8}$

$7 \cdot 9 = 63$   
 $8 \cdot 9 = 72$

2)  $F_1 = \frac{N}{v_1} = \frac{12500}{20} = 625 \text{ W}$   
 3)  $N = 12500 \text{ Вт}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

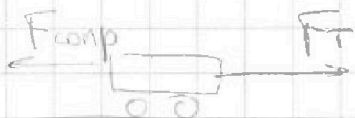
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$$F_k = 500 \text{ H}$$



$$F_{\text{сomp}} = kV$$

$$V_1 = 20 \frac{\text{m}}{\text{c}}$$



$$ma = F_T - F_{\text{сomp}}$$

$$ma = F_T - kV \Rightarrow a = \frac{F_T - kV_0}{m}$$

$$\frac{500}{30} \left( \frac{25}{20} \right)$$

$$P = \frac{A}{\Delta t} = \frac{F \cdot \Delta s}{\Delta t} = FV$$

$$F_T = F_{\text{сomp}}$$

$$P = \frac{F}{V} \Rightarrow F = NV$$

$$500 \text{ H} = k \cdot V_k \Rightarrow k = \frac{500 \text{ H}}{V_k} = \frac{500 \text{ H}}{25} = 20$$

$$k = 20$$

$$F_T = N \cdot V$$

$$N - \text{мощность} \quad N = \frac{A}{\Delta t}$$

$$ma_1 = N \cdot V_1 - kV_1$$

$$N \cdot V_k = 500 \text{ H} = F_k$$

$$N = \frac{F_k}{V_k} = \frac{500 \text{ H}}{25} = 20$$

$$a_1 = \frac{NV_1 - kV_1}{m} = \frac{20 \cdot 20 - 20 \cdot 20}{m}$$

$$a = \frac{F_T - kV}{m}$$

$$F_{T1} = ? \quad F_{T1} = N \cdot V_1$$

$$a = \frac{V_1 (N - k)}{m}$$

$$a = \frac{dV}{dt}$$

$$\frac{2 \cdot 25}{12500}$$

$$ma = F_T - F_{\text{сomp}}$$

$$m \frac{dV}{dt} = NV - kV$$

1) B ноль:

$$F_T = F_c = 500 \text{ H} = F_k$$

$$\frac{N}{V_k} = F_k \Rightarrow N = F_k \cdot V_k = 12500$$

$$kV_k = F_k \Rightarrow k = \frac{F_k}{V_k} = 20 \frac{\text{H}}{\text{m}}$$

$$a_1 = \frac{F_{T1} - kV_1}{m_1} = \frac{N}{m_1} - kV_1 = \frac{20}{m_1} - 20 \cdot 20$$

На одной странице можно сформулировать только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7

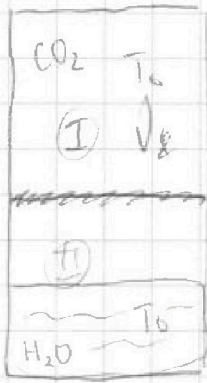


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$\omega_{CO_2} = 5$

№2

$\frac{V}{2} = \frac{V}{4} + \frac{2V}{4} = \frac{3V}{4}$



$$\Delta V = k p \cdot W$$

$\Delta V$  - количество растворенного газа

$p$  - давление газа в этот момент

$W$  - объем жидкости,  $W = \frac{V}{4}$

1) Выводим:

$$\text{I: } p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$$

$$\text{II: } p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0$$

$$\frac{4}{2} = \frac{\nu_1}{\nu_2} \Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2 \Rightarrow \nu_2 = \frac{1}{2} \nu_1 \Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\nu_1}{\frac{1}{2} \nu_1} = \boxed{2}$$

2) В равновесии покажем:



$$p_i V_i = \nu R T_i$$

$$p_i \left( \frac{3}{4} V - V_i \right) = \nu R T_i$$

$$p_i V_i = \frac{3}{4} p_i V - p_i V_i$$

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!

~~$2pV = \frac{3}{4} pV$~~

$$pV = \nu RT$$

~~##~~

$$\Delta(pV) = \Delta(\nu RT)$$

$$p \Delta V + V \Delta p = \nu R \Delta T + \Delta \nu RT$$

$$= \frac{\kappa \nu}{4} p$$

$$p \Delta V + V \Delta p = \nu R \Delta T + \kappa \nu p$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu RT_0$$

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

$$\frac{p_0}{p} \cdot \frac{5}{2} = \frac{4}{5} \Rightarrow \frac{p_0}{p} = \frac{8}{25} \Rightarrow p = \frac{25}{8} p_0$$

$$\begin{cases} p_0 = p_0 \\ p_k = \frac{25}{8} p_0 \end{cases}$$

$$\textcircled{K}: p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_2 RT_0$$
$$\frac{25}{8} p_0$$

$$\Delta V = \kappa \cdot p \cdot \frac{V}{4} = \frac{\kappa}{4} pV = \frac{\kappa}{4} \nu RT$$

$$\nu_{\text{конт}} = \frac{\kappa}{4} \nu R \Sigma T$$

$$pV = (\nu - \Delta \nu) RT$$
$$pV = \nu RT - \Delta \nu RT$$
$$pV = \nu RT - \frac{\kappa}{4} pV \cdot RT$$

$$pV \left(1 + \frac{\kappa RT}{4}\right) = \nu RT$$