

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

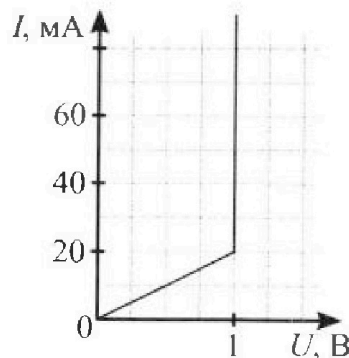
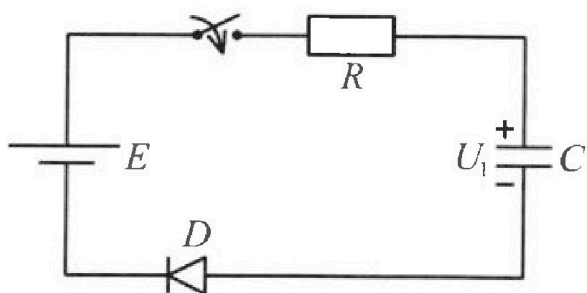
## Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



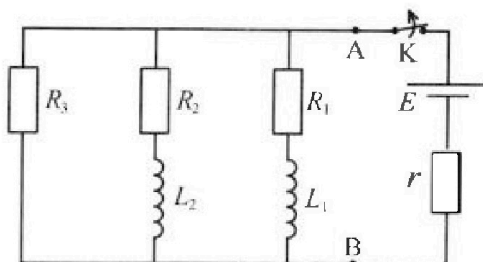
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника  $E = 9$  В,  $R = 100$  Ом,  $C = 60$  мкФ, конденсатор заряжен до напряжения  $U_1 = 3$  В. Вольтамперная характеристика диода  $D$  приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_1$  в цепи сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти напряжение  $U_2$  на конденсаторе в момент, когда ток в цепи станет  $I_2 = 20$  мА.
- 3) Какое количество теплоты  $Q$  выделится на резисторе после замыкания ключа?



4. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника  $E$ ,  $R_1 = R_2 = R$ ,  $R_3 = 2R$ ,  $r = R/5$ ,  $L_1 = L$ ,  $L_2 = 2L$ . Ключ  $K$  замкнут, режим в цепи установился.

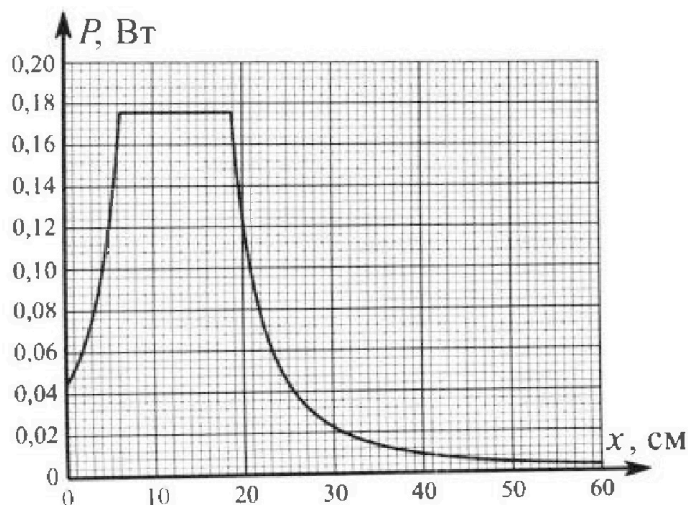
- 1) Найти ток  $I_0$  через катушку  $L_1$  при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке  $L_1$  сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд  $q_3$ , протекший через резистор  $R_3$  после размыкания ключа.



Каждый ответ выразить через  $E$ ,  $R$ ,  $L$  с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. Точечный источник излучает свет одинаково по всем направлениям. На некотором расстоянии от него расположили датчик в форме диска, регистрирующий мощность  $P$  падающего света. Ось симметрии датчика проходит через источник. Между источником и датчиком на фиксированном расстоянии  $a = 32$  см от источника расположили тонкую линзу радиусом  $R = 2$  см так, что главная оптическая ось линзы совпала с осью симметрии датчика. На рисунке представлен график зависимости показаний датчика от расстояния  $x$  между линзой и датчиком.

- 1) Найти радиус датчика  $r$ , считая его меньше радиуса линзы.
- 2) Найти фокусное расстояние  $F$  линзы.
- 3) Найти мощность источника  $P_0$ , считая  $R \ll a$ .





# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

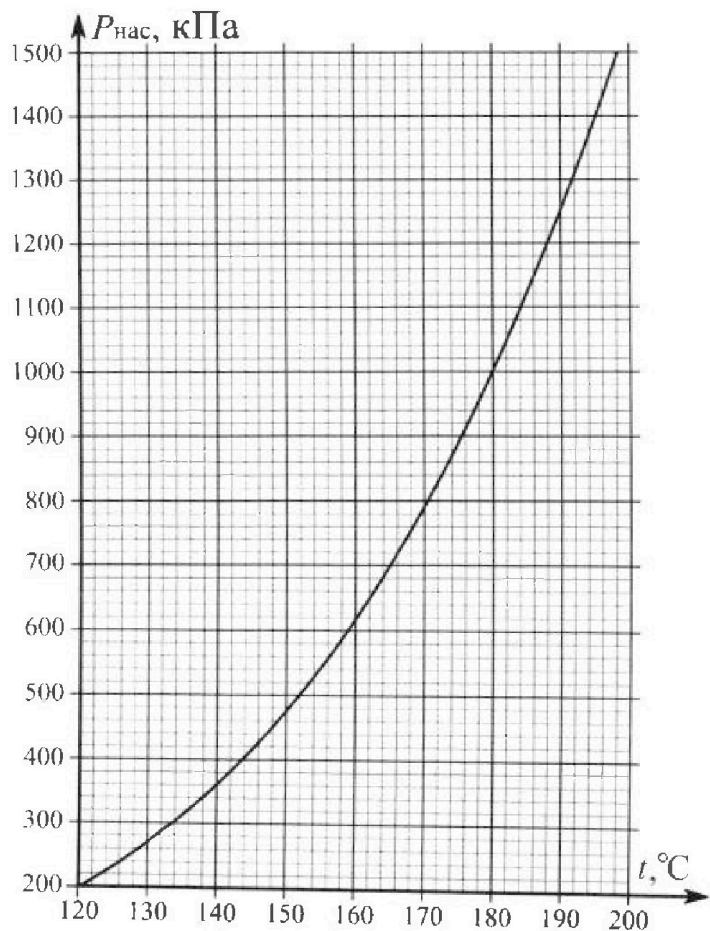
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 4 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту  $H = 13/3$  м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу, ствол направляют под углом  $\varphi$  ( $\operatorname{tg}\varphi = 2/3$ ) к горизонту и стреляют. Третий раз пушка может скользить по горизонтальной поверхности пола без трения, поступательно, не отрываясь от пола. Ствол при третьем выстреле направлен под углом  $\varphi$  к горизонту.

- 1) Найти дальность полета  $S_2$  снаряда при втором выстреле.
- 2) На каком расстоянии  $S_3$  от места выстрела снаряд упадет на пол при третьем выстреле?

Раз меры пушки и сопротивление воздуха не учитывать. Снаряд вылетает под действием сжатой легкой пружины. Ответы дать в метрах в виде обыкновенной дроби или целого числа.

2. В цилиндрическом теплоизолированном сосуде с площадью основания  $S = 10 \text{ см}^2$  под лёгким, теплоизолированным, способным свободно перемещаться поршнем находится в равновесии влажный воздух с относительной влажностью  $\varphi_1 = 100\%$  при температуре  $t_1 = 100^\circ\text{C}$ . Над поршнем вакуум. Поршень удерживается в равновесии силой  $F = 150 \text{ Н}$ , направленной вдоль оси сосуда внутрь. В некоторый момент времени сила становится равной  $1,5F$ , и затем остаётся постоянной. Считайте, что нормальное атмосферное давление  $P_0 \approx 100 \text{ кПа}$ . Воздух и водяной пар считать идеальными газами с молярными теплоемкостями при постоянном объеме  $C_{11} = 5R/2$  (сухой воздух),  $C_{12} = 3R$  (пар). На рисунке представлена зависимость давления насыщенного пара воды от температуры  $P_{\text{нас}}(t)$ .

- 1) Найти отношение начального равновесного давления  $P_1$  к  $P_0$ .
- 2) Найти в сосуде отношение числа молекул воды  $N_2$  к числу молекул сухого воздуха  $N_1$ .
- 3) Найти отношение температуры  $T_2$  после установления термодинамического равновесия к начальной температуре  $T_1$ . Температуры  $T_2$  и  $T_1$  по шкале Кельвина. Ответ дать в виде обыкновенной дроби.
- 4) Найти относительную влажность воздуха  $\varphi_2$  в сосуде после установления термодинамического равновесия.





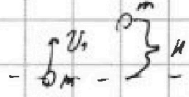
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

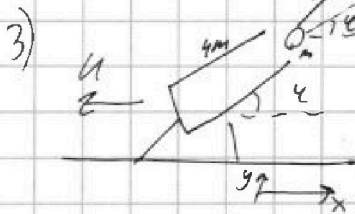
1) Закон сохранения энергии:  $\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2} = mgh \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$



2) Закон сохранения энергии:  $\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_1 = v_2$  - скорость во время. Препринимать.



$\tau = \frac{2v_0 \sin \alpha \cdot t}{g}$   
 $S_2 = v_0 \cos \alpha \cdot \tau = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = 4H \sin \alpha \cos \alpha = 4 \cdot \frac{13}{3} \cdot \frac{2 \cdot 3}{\sqrt{13}} = 8m$



$mg \perp O_x$  - уравнение по оси  $O_x \Rightarrow$  З.С.Э.и.О.и:

$4mU = m(v_0 \cos \alpha - U) = mV_x$

$V_x = 4U$

$v_0 \cos \alpha = \frac{5U}{\cos \alpha}$

$v_y = v_0 \sin \alpha = 5U \tan \alpha$

Закон сохранения энергии:

$\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2} = \frac{4mU^2}{2} + \frac{m(4U)^2}{2} + \frac{m(5U \tan \alpha)^2}{2}$

$v_0^2 = 20U^2 + 25U^2 \tan^2 \alpha = 20U^2 + \frac{200}{9}U^2 = \frac{280}{9}U^2$

$U = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{280}} v = \frac{3}{\sqrt{140}} \sqrt{9H}$

$\tau' = \frac{25U \tan \alpha}{g} = \frac{104 \tan \alpha}{g}$

$S_3 = \tau' \cdot 4U = \frac{404^2 \tan \alpha}{g} = \frac{9 \cdot 40}{140} \sqrt{9H} = \frac{6 \cdot 40}{7 \cdot 140} H = \frac{24}{7} H = \frac{12}{7} \cdot \frac{13}{3} =$

$= \frac{756}{21} H$

Ответ:  $S_2 = 8m$ ;  $S_3 = \frac{756}{21} H$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1)  $J$ -м процесс:  $\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{p_1 V_1}{p_1 V_1} = 1 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1}{5} = 0.2 p_0$

2) III. к.  $\eta = 100\%$   $P_{\text{н.к.}} = P_{\text{п.к.}} = P_0$  при  $t = t_1 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  м.к.  $P_1 = P_{\text{н.к.}} + P_3$   $P_3 = 0.5 P_0$

$$P_0 V = N_0 k T_1$$

$$P_{\text{н.к.}} V = N_2 k T_1$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{P_{\text{н.к.}}}{P_0} = 2$$

3) III. к. связь мембраной  $Q = \Delta U + A = 0$ ;  $A_r = -A_{\text{н.к.}}$

$$0 = +\frac{3}{2} \frac{p_1}{5} \Delta V + C_{V1} p_1 \Delta T + C_{V2} p_2 \Delta T$$

$$-2.25 p_0 \Delta V = p_1 \Delta T \left( \frac{1}{3} C_{V1} + \frac{2}{3} C_{V2} \right) = p_1 \Delta T \cdot \frac{17}{6} R = \frac{17}{6} (2.25 p_0 V_2 - 2.25 p_0 V_1)$$

$$-\Delta V = \frac{17}{6} V_2 - \frac{17}{3} V_1$$

$$V_2 - V_1 = \frac{17}{6} V_2 - \frac{17}{3} V_1 \Rightarrow \frac{17}{6} V_2 = \frac{17}{3} V_1 \Rightarrow V_2 = 2 V_1$$

$$V_2 = \frac{52}{69} V_1 = \frac{52}{69} V_1$$

$$\Delta V = -\frac{17}{69} V_1 = -\frac{17}{69} V_1$$

$$\frac{3}{2} p_1 \cdot \frac{17}{69} V_1 = \frac{17}{6} p_1 R (T_2 - T_1) \Rightarrow \frac{17}{46} p_1 R T_1 = \frac{17}{6} p_1 R (T_2 - T_1)$$

$$\frac{3}{23} T_1 = T_2 - T_1$$

$$\frac{26}{23} T_1 = T_2 = \frac{26}{23} \cdot 373 \approx 421.2 \text{ K}; t_2 = 148 \text{ K}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{26}{23}$$

$$p'_{\text{н.к.}} = 450 \text{ kPa}$$

4)  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_{\text{н.к.}} V_1}{T_1} \cdot \frac{52}{69} = \frac{2}{3} p'_{\text{н.к.}} \frac{V_1}{T_1}$

$$p'_{\text{н.к.}} = \frac{3}{2} p_{\text{н.к.}} = \frac{3}{2} p_0$$

$$p'_{\text{п.к.}} = 4.5 p_0 = \frac{9}{2} p_0$$

$$\eta_2 = \frac{p_{\text{н.к.}}}{p_{\text{п.к.}}} = \frac{2}{9}$$

Ответ:  $\frac{p_1}{p_0} = \frac{3}{2}$ ;  $\frac{N_2}{N_1} = 2$ ;  $\frac{T_2}{T_1} = \frac{26}{23}$ ;  $\eta_2 = \frac{1}{3}$

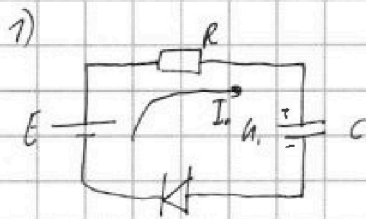


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Предр. диод полностью открыт,  $U_D = 7B$   
 Д. Заг. Кирхгоф:  $E = I_1 R + U_C + U_D$   
 $I_1 = \frac{1}{R} (E - U_C - U_D) = 0,01 \cdot (9 - 3 - 7) = 0,01 \cdot 5 = 50 \mu A \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  предр. верно т.к.  $I = I_1$  и  $U_D = 7B$  на графике.

2)  $I_2 = 20 \mu A \Rightarrow U_D = 7B$

Д. Заг. Кирхгоф:  $E = I_2 R + U_C + U_D$   
 $U_C + U_D = E - I_2 R = 9 - 2 \cdot 1 = 6B$

3) Токмо перестали видеть, когда подает ток.

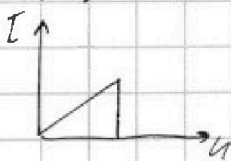
Расчитываем заряд от момента замык. к. до момента  $I = I_1$ :

~~Заряд~~  $\Delta q = C U_C - C U_1 = C (U_C - U_1)$

ЗСЭ:  $\int \Delta q + \frac{C U_C^2}{2} = Q_1 + \frac{C U_1^2}{2} + U_D \Delta q$

$Q_1 = C(E - U_D)(U_C - U_1) + \frac{C}{2}(U_C^2 - U_1^2) = C \left( (E - U_D)(U_C - U_1) + \frac{1}{2}(U_C^2 - U_1^2) \right) =$   
 $= 60 \cdot ((9 - 7)(6 - 3) + \frac{1}{2}(9 - 36)) = 60(24 + \frac{1}{2} \cdot (-27)) = 60 \cdot 24 - 30 \cdot 27 =$   
 $= 30(48 - 27) = 30 \cdot 21 = 630 \text{ мкДж}$

I-н цвет от мол  $I = I_2$  до  $U_C = E$  ( $I = 0 \Rightarrow U_C = 0; U_D = 0$ )



~~Заряд~~  $\Delta q = C(E - U_C)$   
 при этом сила тока диод берет себя как резистор сопротивлением  $R_1 = \frac{U}{I} = \frac{7}{20 \cdot 10^{-6}} = \frac{7000}{20}$

$= 50 \mu A; \Delta q_2 = C(E - U_C)$

ЗСЭ:  $\frac{C U_C^2}{2} + \int \Delta q = Q_2 + \frac{C E^2}{2}$

$Q_2 = \frac{C}{2}(U_C^2 - E^2) + C(E - U_C) = C \left( \frac{1}{2}(U_C^2 - E^2) - (E - U_C) \right) = 60 \cdot \left( \frac{1}{2}(81 - 36) - 7 \right) =$   
 $= 60(27 - \frac{1}{2} \cdot 45) = 30(54 - 45) = 30 \cdot 9 = 270 \text{ мкДж}$

Ток в резисторах  $R_1$  и  $R$  равен  $\Rightarrow U: P = \frac{I^2 R_1}{I^2 R} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{Q_{R1}}{Q_R} = \frac{1}{2}$

$Q_{R1} = 2Q_R; Q_{R1} = \frac{1}{2} Q_{R2} = 780 \text{ мкДж} \quad (Q_{R2} = Q_{R1} + Q_R)$

$Q = Q_1 + Q_{R2} = 630 + 180 = 810 \text{ мкДж}$

Ответ:  $I_1 = 50 \mu A$   
 $U_2 = U_C = 6B$   
 $Q = 810 \text{ мкДж}$

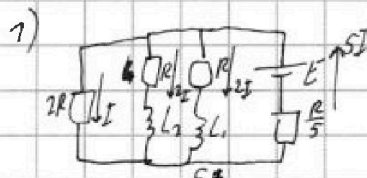


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

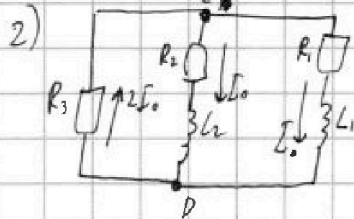
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

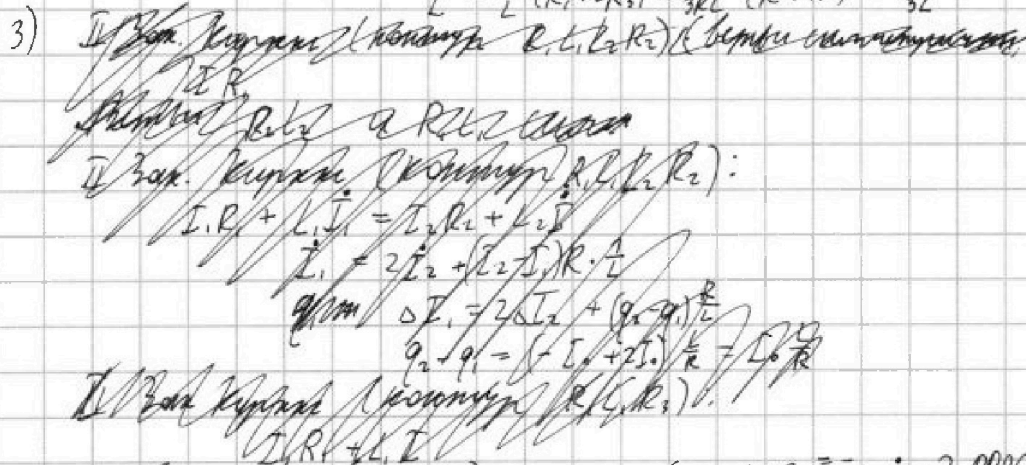
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



- 1) в соотв. с зак. Ома можно обр. прот. сопр. // ветвей (в чет. вет. напр. на катушке = 0)  
 II Зок. Кирхгофа:  $E = 5I \frac{R}{5} + 2IR = 3IR$   
 $I_0 = 2I = \frac{2E}{3R}$  (контур E, R, L1)



- 2) ~~Угловое правило~~  
 I ток через катушка не учитывает суммарный ток разницы ключа.  
 II Зок. Кирхгофа (контур R1, L1, R3):  
 $I_0 R_1 + 2I_0 R_3 = L \dot{I}$ , где  $\dot{I}$  - искомая величина.  
 $\dot{I} = \frac{I_0}{L} (R_1 + 2R_3) = \frac{2E}{3RL} (R + 4R) = \frac{10E}{3L}$



- 3) I Зок. Кирхгофа (контур R1, L1, R2) (ветви с катушкой)  
~~II Зок. Кирхгофа (контур R1, L1, R2, R3)~~  
 $I_1 R_1 + L_1 \dot{I}_1 = I_2 R_2 + L_2 \dot{I}_2$   
 $\dot{I}_1 = 2\dot{I}_2 + (L_2 \dot{I}_2) R_1 \dot{I}_1$   
~~III Зок. Кирхгофа (контур R1, L1, R3)~~  
 $I_1 R_1 + L_1 \dot{I}_1 = I_3 R_3$   
 II Зок. Кирхгофа:  $(R_1, L_1, R_3): L_1 \dot{I}_1 + (I_1 + I_2) R_3 = L_2 \dot{I}_2$   
 $(R_2, L_2, R_3): I_2 R_2 + (I_1 + I_2) R_3 = L_2 \dot{I}_2$  } просуммируем с учетом что через катушки ток равен 0.  
 $q_1 R_1 + (q_1 + q_2) R_3 = L_1 \dot{I}_0$   
 $q_2 R_2 + (q_1 + q_2) R_3 = L_2 \dot{I}_0$   
 $3Rq_1 + 2Rq_2 = L_1 \dot{I}_0 \quad | \cdot 3$   
 $3Rq_2 + 2Rq_1 = 2L_2 \dot{I}_0 \quad | \cdot 2$   
 $5Rq_1 = -L_2 \dot{I}_0$   
 $q_1 = -\frac{L_2 \dot{I}_0}{5R}$   
 $q_2 = \frac{4L_1 \dot{I}_0}{5R}$   
 $q_3 = q_1 + q_2 = \frac{3L_1 \dot{I}_0}{5R} = \frac{2E}{5R}$   
 $= \frac{2E}{5R} \frac{3L}{5R} = \frac{2}{5} \frac{EL}{R^2}$

Ответы:  
 1)  $I_0 = \frac{2E}{3R}$   
 2)  $\dot{I} = \frac{10E}{3L}$   
 3)  $q_3 = \frac{2}{5} \frac{EL}{R^2}$

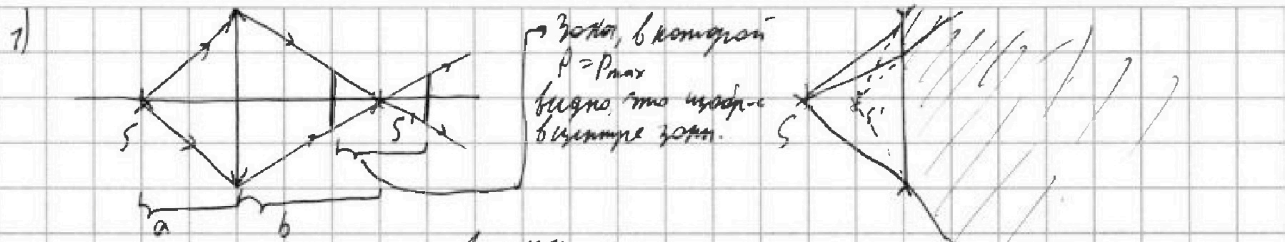


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

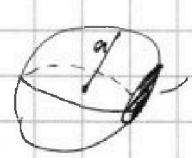


Зона, в которой  $P = P_{max}$  будет, это шарик в центре зоны.

У нас  $\downarrow$  м.к.  $\downarrow$   $\frac{1}{F}$   $\downarrow$   $\frac{1}{a} + \frac{1}{b}$   $\downarrow$   $P$  монотонно зависит от  $\frac{1}{F}$ .  
 $\frac{1}{F}$  от длины  $\rightarrow$   $\frac{1}{a} + \frac{1}{b}$

2)  $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$   
 $b$  - радиус  $\rightarrow$  шарик (от центра), оно же  $\frac{1}{2}a$  - центр отрезка, где  $P = P_{max}$   
 $b = \frac{a+17}{2} = \frac{25}{2}$  см  
 $F = \left(\frac{a+b}{ab}\right)^2 = \frac{ab}{a^2b^2} = \frac{25}{2} \cdot 32 \cdot \frac{1}{32+25 \cdot \frac{2}{25}} = \frac{25 \cdot 32}{64+25} = \frac{25 \cdot 32}{89} \approx 0,159 \cdot 25 \approx 9$  см

3)  $P \sim S_{total} = S^k$   $S^k$  - полная площадь  $\rightarrow$   $\frac{1}{F}$   $\rightarrow$   $P$  монотонно зависит от  $\frac{1}{F}$   
 $P(0) = P_{max} \cdot \frac{S_{total}}{S_{max}} = P_{max} \cdot \frac{1}{R^2}$   
 $r^2 = R^2 \cdot \frac{P_0}{P_{max}} = R^2 \cdot \frac{0,176}{0,176} = 49 R^2 \cdot \frac{1}{176}$   
 $r = R \sqrt{\frac{49}{176}} = R \cdot \frac{1}{2} = 0,5 R = 1$  см

4)   $P_0 = P_{max} \cdot \frac{1}{\pi R^2} \cdot \frac{4}{3} \pi R^2 = P_{max} \cdot \frac{40^2}{R^2} =$   
 $= 0,176 \cdot \frac{4 \cdot 32}{4} = 0,176 \cdot 32 \approx 180$  Вт

м.к. Штоковая светит равномерно (одинак. по всей шаре)

Ответ:  $r = 1$  см  
 $F = 9$  см  
 $P_0 = 180$  Вт



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

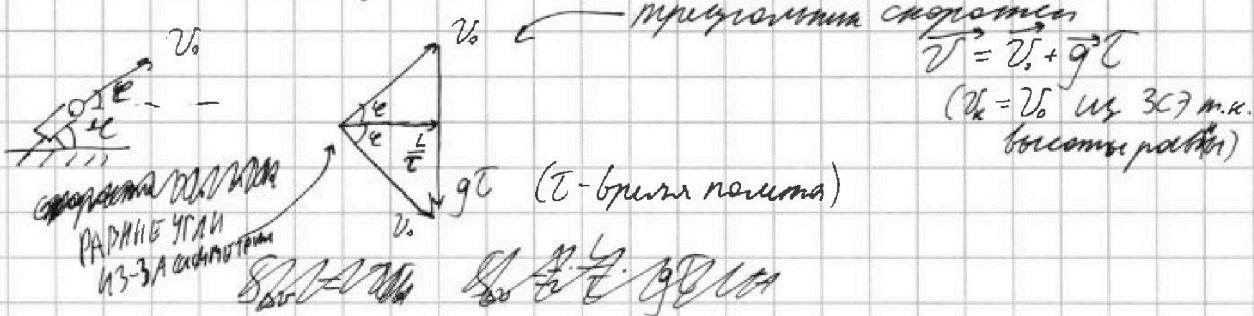
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1)  $\left. \begin{matrix} v_0 \\ m \end{matrix} \right\} \text{Закон сохр. эмерг.: } \frac{kv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} = mgh \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh}$

2) ~~При разрыве нити шарик падает по параболе, нач. скор. шарика  $v_0$  в горизонтальном направлении.~~  
ЗС:  $\frac{kv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = v$



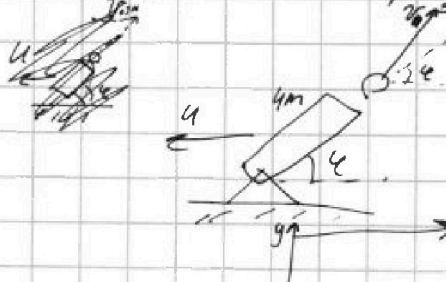
$$g \cdot t = 2v_0 \sin \theta$$

$$\frac{L}{t} = v_0 \cos \theta \Rightarrow L = \frac{2v_0 \sin \theta}{g} \cdot v_0 \cos \theta = \frac{2v_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$$

$$S_2 = L = \frac{2v_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g} = \frac{2 \cdot 2gh \cdot \sin \theta \cos \theta}{g} = 4h \sin \theta \cos \theta$$

$$S_2 = \frac{2 \cdot 2 \cdot 9.8 \cdot \sin \theta \cos \theta}{9.8} = 8 \text{ м}$$

3) При разрыве нити выталкивается закон сохр. энергии (нет сил в пр. на  $\alpha$ ) в пр. на  $\alpha$ :



$$0 = -4mU + m v_x$$

$$4U = v_{0 \text{ top}} \cos \theta - U$$

$$v_{0 \text{ top}} \cos \theta = 5U$$

$$v_x = v_{0 \text{ top}} \cos \theta - U = 4U$$

$$v_y = v_{0 \text{ top}} \sin \theta = \frac{5U}{\cos \theta} \sin \theta = 5U \tan \theta$$

$$\text{ЗС: } \frac{mv_0^2}{2} = \frac{4mU^2}{2} + \frac{m \cdot (4U)^2}{2} + \frac{m \cdot (5U \tan \theta)^2}{2}$$

Энергия пружины (из 7 ~~слова~~ ПИМАТА)

$$gh = 70mU^2 + \frac{25}{2}U^2 \tan^2 \theta = 70U^2 + \frac{25}{2}U^2 \cdot \frac{4}{9} = 70U^2 + \frac{50}{9}U^2 = \frac{710}{9}U^2$$

$$U = \sqrt{\frac{710gh}{9}} = \frac{\sqrt{710}}{3} \sqrt{gh}$$

$$v_y = 5U \tan \theta = \frac{5 \cdot \sqrt{710}}{3} \sqrt{gh} \cdot \frac{4}{5} = \frac{4 \sqrt{710}}{3} \sqrt{gh}$$

$$v_x = 4U = \frac{4 \sqrt{710}}{3} \sqrt{gh}$$

$$t' = \frac{2v_y}{g}$$

$$S_3 = v_x t' = \frac{4 \sqrt{710}}{3} \sqrt{gh} \cdot \frac{2 \cdot \frac{4 \sqrt{710}}{3} \sqrt{gh}}{g} = \frac{2 \cdot 710 \cdot 16}{9 \cdot 9} \frac{gh}{g} = \frac{22 \cdot 710}{9} \frac{gh}{g} = \frac{22}{9} h = 7.7 \text{ м}$$

Ответ:  $S_2 = 8 \text{ м}; S_3 = 7.7 \text{ м}$





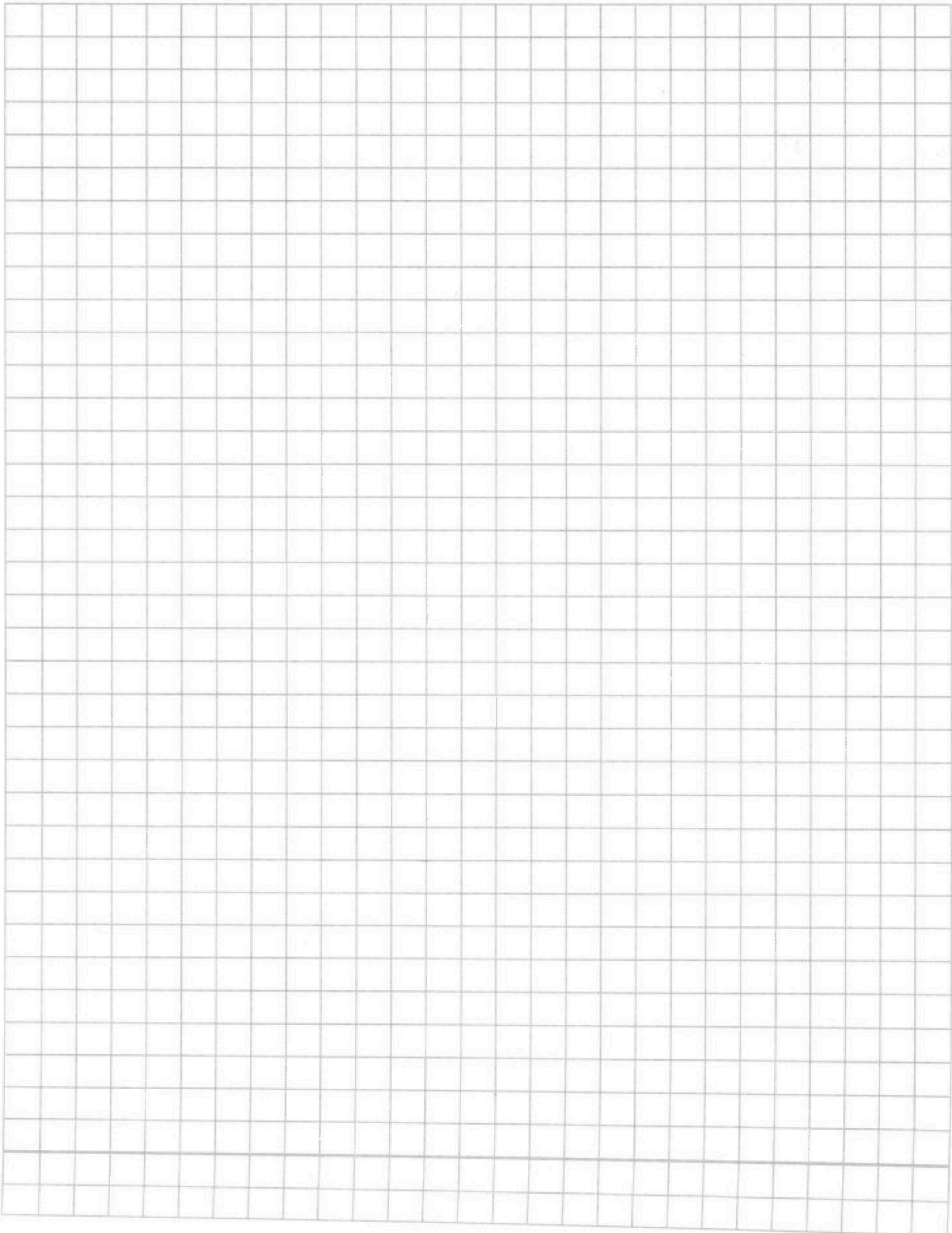
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1    2    3    4    5    6    7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$I_1 R_1 + (I_1 + I_2) R_2 = L_1 \dot{I}_1$$

$$q_1 R_1 + (q_1 + q_2) R_3 = L_1 \dot{I}_1$$

$$I_1 L_1 = I_0 L_2$$

$$C_p = C_v + R$$

$$\frac{3F}{2S} \Delta V = \nu \Delta T \left( \frac{3}{2} C_p = \frac{3}{2} C_v \right)$$

$$Q = \Delta U + A = 0 = -\frac{3F}{2S} \Delta V + \Delta W$$

$$\frac{3}{6} + 2 = \frac{17}{6}$$

$$\frac{17}{63} \cdot \frac{3}{2} = \frac{17}{2} \cdot \frac{1}{23} = \frac{17}{2 \cdot 23}$$

$$\begin{array}{r} 373 \quad | \quad 23 \\ - 23 \quad | \quad 1521 \\ \hline 143 \\ - 138 \\ \hline 50 \\ - 46 \\ \hline 40 \end{array}$$

$$\frac{17}{2 \cdot 23}$$

$$\frac{17}{6}$$

$$\frac{3}{23}$$

$$\frac{2 \cdot 12}{14} = \frac{24}{14} = \frac{12}{7}$$

$$\frac{17}{6} \cdot \frac{13}{3} = \frac{17 \cdot 13}{18}$$

$$\frac{156}{21}$$

$$\begin{array}{r} 16,2 \\ - 2,6 \\ \hline 13,6 \\ - 13,8 \\ \hline -0,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ - 26 \\ \hline 138 \\ - 138 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16,2 \\ - 2,6 \\ \hline 13,6 \\ - 13,8 \\ \hline -0,2 \end{array}$$

$$\frac{24}{14}$$

$$4 \cdot \frac{17}{3} \cdot \frac{2 \cdot 3}{(17 \cdot 2)} = 8$$

$$10 \cdot \frac{13}{3} = 10 \times 2 + \frac{25}{3} = \frac{42}{3} + \frac{25}{3} = \frac{67}{3}$$

$$\begin{array}{r} 156 \quad | \quad 21 \\ - 105 \\ \hline 51 \\ - 42 \\ \hline 9 \end{array}$$

$$\frac{17}{13} \cdot \frac{13}{11} = \frac{17}{11}$$

$$\frac{156}{21}$$

$$\frac{110}{5}$$

$$\frac{110}{5} = 22$$



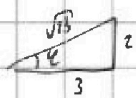
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

7



$$\sin \epsilon = \frac{2}{\sqrt{13}}; \cos \epsilon = \frac{3}{\sqrt{13}}$$

$$\frac{2 \cdot \sqrt{20} \cdot \frac{23}{3} \cdot \frac{5}{13}}{10} = \frac{12 \cdot \sqrt{20} \cdot \frac{1}{39}}{10} = 4\sqrt{60}$$

$$\frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot 10 \cdot \frac{23}{3} \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} \cdot \frac{3}{\sqrt{13}}}{10} = \frac{12}{13 \cdot 10} \sqrt{2 \cdot 10 \cdot \frac{13}{3}} = 12 \sqrt{\frac{2}{3 \cdot 13 \cdot 10}}$$

$$2 \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{13} \cdot \frac{1}{3} \cdot 6 = 12 \sqrt{\frac{2}{390}} = \sqrt{\frac{288}{390}} = \sqrt{\frac{288}{195}} = \frac{12}{\sqrt{195}}$$

$195 = 5 \cdot 39 = 5 \cdot 13 \cdot 3$

$$2U \cdot \sin \epsilon = qL$$

$$L = \frac{2U \cdot \sin \epsilon}{q}$$

$$L = U_0 \cos \epsilon \cdot t = 2U_0^2$$

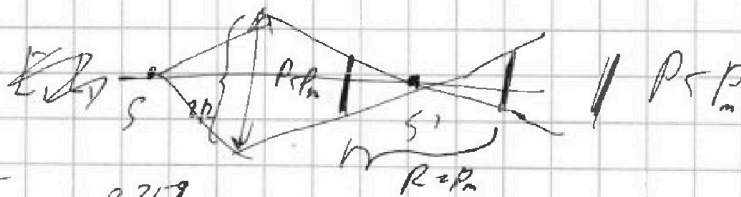
$$\frac{2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot \frac{23}{3} \cdot \frac{2 \cdot 3}{13}}{10} = 8 \text{ м}$$

$$\frac{12}{\sqrt{195}} \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot \frac{13}{3}} =$$

$$= 12 \sqrt{\frac{2 \cdot 10^2 \cdot 13}{195 \cdot 3}} = 12 \cdot \frac{2}{3} = 8$$

$$\frac{2 \cdot 10 \cdot \frac{23}{3} \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} \cdot \frac{3}{\sqrt{13}}}{10} =$$

5



$$\begin{array}{r} 320 \overline{) 359} \\ 320 \\ \hline 39 \\ 32 \\ \hline 79 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,359 \\ 2,5 \overline{) 0,8975} \\ 0,75 \\ \hline 1475 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,36 \\ 2,5 \overline{) 1,26} \\ 0,75 \\ \hline 510 \end{array}$$

$$0,36 \cdot 2,5 = 0,9$$

$$\frac{0,9}{1,76} = \frac{1,7}{4,4} = \frac{1}{4}$$

$$0,36 \cdot 2,5 = 0,92 + 0,18 = 0,9$$

$$\begin{array}{r} 0,176 \\ 1,024 \\ \hline 704 \\ 352 \end{array}$$

$$36 - 5 = 27$$

$$D \text{ кН} = kN$$

$$\begin{array}{r} 176 \\ 1,024 \\ \hline 704 \\ 352 \end{array}$$




На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) Давление  $P_1$  поршня:  II Зах. Кром.:  $P_1 S = F$   $P = P_0 + \rho g h$  - закон Дальтона

$$P_1 = \frac{F}{S} = \frac{150}{10 \cdot 10^{-2}} = 15 \cdot 10^4 = 1,5 \cdot 10^5 = 1,5 P_0 \Rightarrow \frac{P_1}{P_0} = 1,5$$

2) Типа  $\zeta$ ,  $P_{n,0} = P_0 \Rightarrow$  м.к.  $\zeta = 100\%$   $P_{n,0} = P_0 \Rightarrow P_2 = P_1 - P_{n,0} = 0,5 P_0$

3)  $P_{n,0} V = \nu_{n,0} R T = N_{n,0} k T$   
 $P_2 V = \nu_2 R T = N_2 k T$   
 $\frac{N_2}{N_1} = \frac{P_{n,0}}{P_0} = \frac{1}{1,5} = \frac{2}{3}$

~~$P_1 V_1 = \nu_1 R T_1$   
 $1,5 P_0 V_1 = \nu_1 R T_1$   
 $\frac{1}{1,5} + \frac{2}{3} \frac{V_2}{V_1} = \frac{3}{2} \frac{T_2}{T_1}$   
 $\frac{2}{3} \frac{P_1}{P_0} \Delta V = C_{v,1} \nu_1 \Delta T + C_{v,2} \nu_2 \Delta T$   
 $\frac{2}{3} \frac{1,5 P_0}{P_0} V_1 \left( \frac{2}{3} \frac{P_1}{P_0} - 1 \right) = \left( \frac{5}{2} C_{v,1} + \frac{3}{2} C_{v,2} \right) \nu_1 \Delta T$   
 $\frac{2}{3} \frac{1,5 P_0}{P_0} V_1 \left( \frac{2}{3} - 1 \right) = \left( \frac{5}{2} C_{v,1} + \frac{3}{2} C_{v,2} \right) \nu_1 \Delta T$   
 $\frac{2}{3} \frac{1,5 P_0}{P_0} V_1 \left( -\frac{1}{3} \right) = \left( \frac{5}{2} C_{v,1} + \frac{3}{2} C_{v,2} \right) \nu_1 \Delta T$   
 $\frac{2}{3} \frac{1,5 P_0}{P_0} V_1 \left( -\frac{1}{3} \right) = \left( \frac{5}{2} C_{v,1} + \frac{3}{2} C_{v,2} \right) \nu_1 \Delta T$   
 $\frac{2}{3} \frac{1,5 P_0}{P_0} V_1 \left( -\frac{1}{3} \right) = \left( \frac{5}{2} C_{v,1} + \frac{3}{2} C_{v,2} \right) \nu_1 \Delta T$~~

~~$P_1 V_1 = \nu_1 k T_1$   
 $1,5 P_0 V_1 = \nu_1 k T_1$   
 $\frac{1}{1,5} + \frac{2}{3} \frac{V_2}{V_1} = \frac{3}{2} \frac{T_2}{T_1}$   
 $\frac{2}{3} \frac{P_1}{P_0} \Delta V = C_{v,1} \nu_1 \Delta T + C_{v,2} \nu_2 \Delta T$   
 $\frac{2}{3} \frac{1,5 P_0}{P_0} V_1 \left( \frac{2}{3} \frac{P_1}{P_0} - 1 \right) = \left( \frac{5}{2} C_{v,1} + \frac{3}{2} C_{v,2} \right) \nu_1 \Delta T$   
 $\frac{2}{3} \frac{1,5 P_0}{P_0} V_1 \left( \frac{2}{3} - 1 \right) = \left( \frac{5}{2} C_{v,1} + \frac{3}{2} C_{v,2} \right) \nu_1 \Delta T$   
 $\frac{2}{3} \frac{1,5 P_0}{P_0} V_1 \left( -\frac{1}{3} \right) = \left( \frac{5}{2} C_{v,1} + \frac{3}{2} C_{v,2} \right) \nu_1 \Delta T$~~

~~$P_1 V_1 = \nu_1 k T_1$   
 $\frac{3}{2} P_0 V_2 = \nu_2 k T_2$   
 $\frac{T_2}{T_1} = \frac{3}{2} \frac{V_2}{V_1}$   
 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{2 T_2}{3 T_1}$   
 $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_v + R}{C_v} = 1 + \frac{R}{C_v}$   
 $C_v = \frac{R}{\gamma - 1} \left( \nu_1 \frac{2}{3} \Delta T + \nu_2 \frac{2}{3} \Delta T \right) = \frac{C_{v,1}}{3} + \frac{2 C_{v,2}}{3} = \frac{5}{6} R + 2R = \frac{17}{6} R$   
 $\gamma = 1 + \frac{17}{6} = \frac{23}{6}$   
 $P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$  м.к.  $\gamma$  ссы на минимальное  
 $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$   
 $k = \frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} = \left( \frac{3}{2} \frac{T_1}{T_2} \right)^{\gamma-1}$   
 $k = \left( \frac{3}{2} \right)^{\gamma-1} = \left( \frac{3}{2} \right)^{\frac{23}{6} - 1} = \left( \frac{3}{2} \right)^{\frac{17}{6}}$~~

~~$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$   
 $k = \frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} = \left( \frac{3}{2} \frac{T_1}{T_2} \right)^{\gamma-1}$   
 $k = \left( \frac{3}{2} \right)^{\gamma-1} = \left( \frac{3}{2} \right)^{\frac{23}{6} - 1} = \left( \frac{3}{2} \right)^{\frac{17}{6}}$   
 $k = \left( \frac{3}{2} \right)^{\frac{17}{6}}$~~