

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			013241

Дано: $a, t, 120^\circ = \alpha$

Решение: 1) $x = x_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}}{2} t^2$, где x - координата тела,
 x_0 - координата тела в начальный момент времени,
 $\vec{v}_0$ - начальная скорость тела, t - время, прошедшее с на-
 чала отсчёта, $\vec{a}$ - ускорение тела.

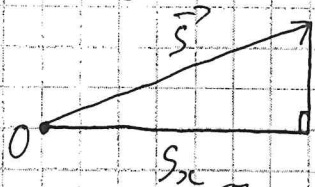
2) пусть начальное направление движения космонавта было
 направлено вдоль оси Ox : за время t , космонавт пролетел по-
 оси Ox : $S' = \frac{at^2}{2}$ ①; введём ось Oy , перпендикулярно первоначаль-
 ному направлению движения. В момент разворота скорость кос-
 монавта по Ox : $v'_0 = at$; когда космонавт развернул двигатель
 вектор ускорения развернулся на $\alpha = 120^\circ$

через время t по оси Ox : $S_{2x} = v'_0 t - \frac{a \cos 60^\circ t^2}{2}$

$S_{2x} = at^2 - \frac{at^2}{4} = \frac{3}{4} at^2$

Проекция S на Ox : $S_x = S' + S_{2x} = \frac{5}{4} at^2$

Проекция S на Oy : $S_y = \frac{a \sin 60^\circ t^2}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} at^2$



$S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = at^2 \sqrt{\frac{25+3}{16}} = at^2 \sqrt{\frac{28}{16}} \Rightarrow S = \frac{\sqrt{7}}{2} at^2$

Ответ: $S = \frac{\sqrt{7}}{2} at^2$

3) к моменту времени $2t$, скорость космонавта по оси Ox :

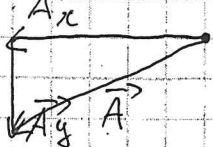
$v''_{0x} = at - \frac{at}{2} = \frac{at}{2}$; ~~и тогда вернувшись в начальную точку ко-~~

~~ординату надо:~~ $S_x = \frac{at}{2} \cdot t - \frac{Ax t^2}{2} \Rightarrow \frac{5}{4} at^2 = \frac{at^2}{2} - \frac{Ax t^2}{2} \Rightarrow Ax = a - \frac{5}{2} a = -\frac{3}{2} a$

$v''_{0y} = \frac{\sqrt{3}}{2} at$ $S_y = \frac{\sqrt{3}}{2} at \cdot t - \frac{Ay t^2}{2}$ $\frac{\sqrt{3}}{4} a = \frac{\sqrt{3}}{2} a - \frac{Ay}{2} \Rightarrow Ay = \frac{\sqrt{3}}{2} a$

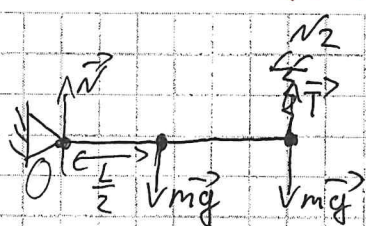
$A = \sqrt{\frac{9}{4} a^2 + \frac{3}{4} a^2} = a\sqrt{3}$

Ответ: $A = \sqrt{3} a$; $S = \frac{\sqrt{7}}{2} at^2$



Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
47	19.03.25	Александров	Сидор
1/2/3/4/5/6	12/8/20/7/47	Шифр	918841

Дано: L, m, k
Решение:

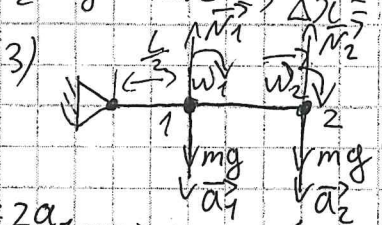


1) Учм. равн.: $mg + mg - N - T = 0 \Rightarrow 2mg = N + T$

II учм. равн.: отню 0-оси вращения: $mg \cdot \frac{L}{2} + mgL - TL = 0 \Rightarrow \frac{3}{2}mgL = TL$

2) $T = k \cdot \Delta x \Rightarrow \frac{3}{2}mg = k \Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{3mg}{2k}$

Ответ: $\Delta x = \frac{3mg}{2k}$



м.к. энергии механик: $\omega_1 = \omega_2 = \omega$
 $\omega_1 = \frac{v_1}{L/2}$; $\omega_2 = \frac{v_2}{L} \Rightarrow v_2 = 2v_1$

и.к. $v_2 = 2v_1 \Rightarrow a_2 = 2a_1$

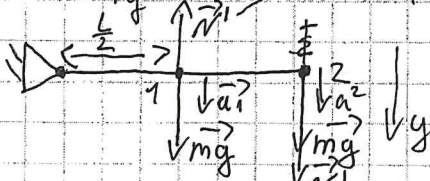
II з.н. для шара 2: $\begin{cases} ma_{2y} = mg - N_2 \\ ma_{1y} = mg - N_1 \end{cases}$
II з.н. для шара 1: $\begin{cases} ma_{2y} = mg - N_2 \\ ma_{1y} = mg - N_1 \end{cases}$

$\Rightarrow \begin{cases} 2ma_{1y} = mg - N_2 \\ ma_{1y} = mg - N_1 \end{cases}$

$\Rightarrow 2mg - 2N_1 = mg - N_2 \Rightarrow N_2 = mg - 2N_1$

$\Rightarrow N_2 = mg - 2N_1 \Rightarrow mg = 2N_1 - N_2$

$\Rightarrow ma_{1y} = 2N_1 - N_2 - N_1 \Rightarrow ma_{1y} = N_1 - N_2$



II з.н.: $\begin{cases} ma_{2y} = mg + N_2 \\ ma_{1y} = mg - N_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_{2y} + a_{1y} = 2g \\ a_{2y} = 2a_{1y} \end{cases}$

$\Rightarrow 3a_{1y} = 2g \Rightarrow a_1 = \frac{2}{3}g$; $a_2 = \frac{4}{3}g$

Ответ: $\Delta x = \frac{3mg}{2k}$; $a_1 = \frac{2}{3}g$; $a_2 = \frac{4}{3}g$

Дано:

Решение:

в установившемся режиме $P_{\text{в}} = P_{\text{потерь}}$

$\eta = \frac{P_0 - P_{\text{потерь}}}{P_0}$; $P_{\text{потерь}} = \alpha(T - T_{\text{окр}})$; анализировать график $\eta(T)$

$P_0 = 1400 \text{ Вт}$
 $\alpha = 42 \frac{\text{Вт}}{^\circ\text{C}}$
 $T_{\text{окр}} = 20^\circ\text{C}$

замечем, что $\eta = aT + b$, где a и b - некоторые коэффициенты

при $\eta = 0,2$ $T = 20^\circ\text{C} \Rightarrow 0,2 = a \cdot 20 + b$, при $\eta = 0$ $T = 60^\circ\text{C} \Rightarrow 0 = 60a + b \Rightarrow b = -60a$

$\begin{cases} 0,2 = a \cdot 20 + b \\ 0 = 60a + b \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = -\frac{1}{200} \\ b = 0,3 \end{cases} \Rightarrow \eta = -\frac{T}{200} + 0,3$, подставим в начальное урав-

нение: $-\frac{T}{200} + 0,3 = \frac{P_0 - \alpha(T - T_{\text{окр}})}{P_0} \Rightarrow -\frac{T}{200} + \frac{\alpha T}{P_0} = 0,7 + \frac{\alpha T_{\text{окр}}}{P_0}$

$\Rightarrow T = (0,7 + \frac{\alpha T_{\text{окр}}}{P_0}) : (\frac{\alpha}{P_0} - \frac{1}{200})$, подставим числовые значения: $T = 52^\circ\text{C}$

$P_{\text{полезная}} = P_0 - P_{\text{потерь}} = P_0 - \alpha(T - T_{\text{окр}})$, подставим числовые значения:

$P_{\text{полезная}} = 56 \text{ Вт}$

Ответ: $P_{\text{полезная}} = 56 \text{ Вт}$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Дано: $P_0 = 10^5 \text{ Вт}$
 $V_1 = 1 \text{ м}^3$
 $P_1 = 10^5 \text{ Па}$
 $V_2 = 2 \text{ м}^3$

Решение: №3

1) молярная теплоёмкость газа - кол-во теплоты которое необходимо сообщить одному моль газа в данном процессе, чтобы нагреть его на 1°C [1 K].

2) $P_1 V_1^2 = \text{const} = P_2 V_2^2 \Rightarrow P_2 V_2 = \frac{P_1 V_1^2}{V_2}$; $\Delta U = U_1 - U_2 = \frac{5}{2}(P_1 V_1 - P_2 V_2)$
 $\Delta U = \frac{5}{2}(P_1 V_1 (1 - \frac{V_1}{V_2}))$, подставим числовые значения: $\Delta U = \frac{5}{4} \cdot 10^5 \text{ Дж}$.

3) Азота можно найти, как площадь под графиком в системе координат $P(V)$ заштрихованная площадь - искомая работа. График представляет из себя квадратичную гиперболу. Площадь под графиком можно найти, как площадь трапеции минус закрашенная на графике площадь, т.к. гипербола квадратичная закрашенной площадью можно пренебречь.

$\Rightarrow A \approx \frac{1}{2}(P_1 + P_2)(V_2 - V_1) = \frac{1}{2} \cdot \frac{5}{4} P_1 \cdot V_1 = \frac{5}{8} P_1 V_1$, подставим числовые значения:
 $A \approx \frac{5}{8} \cdot 10^5 \text{ Дж}$.

4) По первому началу термодинамики: $\Delta Q = A + \Delta U \Rightarrow$
 $\Rightarrow \Delta Q = \frac{15}{8} \cdot 10^5 \text{ Дж}$; $\Delta U = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1)$; $C \nu (T_2 - T_1) = \Delta Q \Rightarrow \nu (T_2 - T_1) = \frac{\Delta Q}{C}$,
 $\nu (T_2 - T_1) = \frac{2 \Delta U}{5 R} \Rightarrow \frac{\Delta Q}{C} = \frac{2 \Delta U}{5 R} \Rightarrow C = \frac{\Delta Q \cdot 5 R}{2 \Delta U}$, подставим числовые значения: $C = \frac{15}{4} R$

Ответ: $\Delta U = \frac{5}{4} \cdot 10^5 \text{ Дж}$; $A \approx \frac{5}{8} \cdot 10^5 \text{ Дж}$; $\Delta Q \approx \frac{15}{8} \cdot 10^5 \text{ Дж}$; $C \approx \frac{15}{4} R$

Дано: $P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$, где P - мощность, выделяющаяся на R ; R - сопротивление резистора; U - падение напряжения на резисторе; I - сила тока, протекающая через резистор, R - сопротивление резистора.

2) Заметим, что для открытия диода, напряжение на нём должно равняться U . Запишем эквивалентную схему для цепи из условия: $U' - R' - R - R'$, где R - внутреннее сопротивление диода.
 $R' = \frac{R}{2}$ (вотк) U' - падение напряжения на R'

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

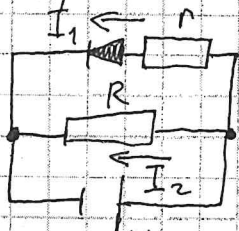
U'' - падение напряжения на диоде; I - ток в цепи; $I = \frac{U}{R_{\text{общ}}}$; $R_{\text{общ}}$ - общее сопротивление цепи. $\frac{U'}{R'} = \frac{U''(r+R-R')}{r(R-R')}$; для того, чтобы диод открылся:

необходимо: $\frac{U''(r+R-R')}{r(R-R')} > 0$; $U'' = U$; $U'' + U' = U \Rightarrow U' = 0 \Rightarrow \text{ток} = 0$;

т.к. R' и схема X включены параллельно, то $U = U' + U''$; чтобы диод открылся нужно: $U'' = U \Rightarrow U' = 0 \Rightarrow R' = 0 \Rightarrow \text{ток} = 0$;

3) т.к. диод открывается только при $\ell = 0$, то при $\ell > 0$ $\eta = 0$. 2

при $\ell = 0$:



$P_{\text{паралл.}}$ - мощность на диоде = мощность на резисторе r

$P_{\text{затр.}}$ - мощность всей схемы

$$P_{\text{паралл.}} = \frac{U^2}{r} = I_1^2 R = U I_1 \quad \text{и} \quad P_R = \frac{U^2}{R} = I_2^2 R = U I_2; \quad P_R - \text{мощность на резисторе } R.$$

$$P_{\text{затр.}} = \frac{U^2(R+r)}{R \cdot r} = U(I_1 + I_2) \eta = \frac{P_{\text{паралл.}}}{P_{\text{затр.}}} \quad P_{\text{паралл.}} = P_{\text{затр.}} - P_R = \frac{U^2(R+r)}{R \cdot r} - \frac{U^2}{R} \quad (2)$$

$$\Rightarrow P_{\text{паралл.}} = \frac{U^2(R+r-1)}{R \cdot r} = \frac{U^2}{r} \quad | \cdot r R \Rightarrow U^2(R+r-1) = U^2 R \quad | : U^2 \Rightarrow R+r-1 = R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r = 1 \Rightarrow P_{\text{паралл.}} = U^2, \quad P_{\text{затр.}} = \frac{U^2(R+1)}{R} \Rightarrow \eta = \frac{U^2 R}{U^2(R+1)} = \frac{R}{R+1}$$

Ответ: при $\ell > 0$ $\eta = 0$; при $\ell = 0$ $\eta = \frac{R}{R+1}$

$$\Rightarrow P_{\text{паралл.}} = \frac{U^2(R+r-1)}{R \cdot r} \Rightarrow P_{\text{паралл.}} = \frac{U^2}{R \cdot r} = \frac{U^2}{r} \quad | : \frac{U^2}{r} \Rightarrow \frac{1}{R} = 1 \Rightarrow R = 1$$

$$\Rightarrow P_{\text{затр.}} = \frac{U^2(r+1)}{r} \Rightarrow \eta = \frac{U^2 \cdot r}{r \cdot U^2(r+1)} = \frac{1}{r+1}$$

$$r I_1 = R I_2 \Rightarrow r I_1 = I_2 \Rightarrow P_{\text{затр.}} = U I_1 (r+1)$$

Ответ: при $\ell > 0$, $\eta = 0$, при $\ell = 0$ $\eta = \frac{1}{r+1}$, где r - сопротивление диода.