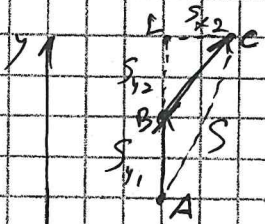


Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
67	17.03.25	Андреев В	Сидор
Шифр			920549

1 2 3 4 5 6 7
20 10 8 20 9 6 7

1) $S = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} \cdot t^2}{2}$, где $\vec{v}_0$ — начальная скорость тела (в начале движения с ускорением), t — время движения, $\vec{a}$ — ускорение тела, S — перемещение

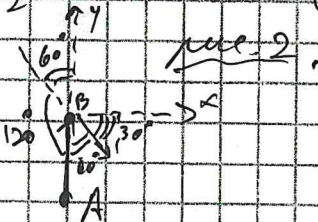
2) Изобразим траекторию движения на плоскости в системе координат XY (рис. 1); начальная точка не имеет значения, обозначим её как A .



Пусть посчитаем на первом промежутке движения время t_1 ; тогда при $\vec{v}_{10} = 0$ из уравнения (1) имеем $S_1 = 0 \cdot t_1 + \frac{a \cdot t_1^2}{2} = \left[\frac{a t_1^2}{2} = S_1 \right]$, т.е. движение было полностью вдоль Ox . Далее, на заданном промежутке ускорение имеет проекции на Ox и Oy :

$$\vec{a}_{x2} = \vec{a} \cdot \cos(180^\circ - 120^\circ) = \vec{a} \cdot \cos(30^\circ) = \left[\frac{\sqrt{3}}{2} a \right]$$

$$\vec{a}_{y2} = \vec{a} \cdot \cos(120^\circ) = -a \cdot \cos(60^\circ) = \left[-\frac{1}{2} a \right] \text{ (направление на рис. 2)}$$



В течение такого движения

вектор скорости перемещается по Ox :

$$S_{x2} = \vec{v}_{x2} \cdot t + \frac{\vec{a}_{x2} \cdot t^2}{2} =$$

$$\left[\frac{\sqrt{3}}{4} a t^2 \right]$$

(Р. 5. т. 1. $\vec{v}_{10} = 0$)

За 2-й промежуток: $S_{y2} = \vec{v}_{y2} \cdot t + \frac{\vec{a}_{y2} \cdot t^2}{2} =$
 $= at^2 - \frac{at^2}{4} = \frac{3at^2}{4}$

Эти перемещения и их проекции на Ox и Oy так же изображены на рис. 1. Заметим, что интересующее нас S (АС на рис. 1) можно найти по т. Пифагора как гипотенузу в

прямоуг. треуго. $\triangle ALC$: $AC^2 = AL^2 + LC^2 \Rightarrow$
 $\Rightarrow S^2 = (S_{y1} + S_{y2})^2 + S_{x2}^2 = \left(\frac{at^2}{2} + \frac{3at^2}{4}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}at^2}{4}\right)^2 =$
 $= \left(\frac{5at^2}{4}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}at^2}{4}\right)^2 = \frac{28a^2t^4}{16} = \frac{7a^2t^4}{4} \Rightarrow S = \frac{\sqrt{7}at^2}{2}$ ✓

(3) За 2-й промежуток рассмотрим $\vec{v}_{x2}$ ^{ав. вет.} "развет" ^(сигнеты)
 скорости по Ox и Oy :
 $\vec{v}_{x2} = \frac{\sqrt{3}}{2} at$ $\vec{v}_{y2} = at - \frac{1}{2} at = \frac{1}{2} at$

Очевидно, для возвращения в А нужно снова изменить угол полёта, это мы делаем, поворачивая $\vec{a}_{x3}$ и $\vec{a}_{y3}$ - проекции $\vec{A}$ на Ox и Oy

Итак, за t по Ox рассмотрим перемещение S_{x2} имея разветвленную скорость $\vec{v}_{x2} = \frac{\sqrt{3}}{2} at$. Тогда:
 $S_{x2} = -\frac{\sqrt{3}at^2}{4} = \vec{v}_{x2} \cdot t + \frac{\vec{a}_{x2}t^2}{2} \Rightarrow -\frac{\sqrt{3}at^2}{4} = \frac{\sqrt{3}at^2}{2} + \frac{\vec{a}_{x2}t^2}{2} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{\vec{a}_{x2}t^2}{2} = -\frac{\sqrt{3}at^2}{4} - \frac{\sqrt{3}at^2}{2} = -\frac{3\sqrt{3}at^2}{4} \Rightarrow \vec{a}_{x2} = -\frac{3\sqrt{3}a}{2}$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

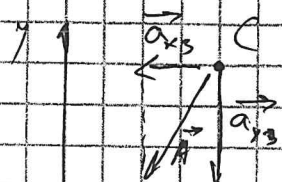
$$\Rightarrow \frac{\vec{a}_{y3} t^2}{2} = \frac{3\sqrt{3}\alpha t^2}{4} \Rightarrow \left[\vec{a}_{y3} = -\frac{3\sqrt{3}}{2}\alpha \right]$$

Аналогично с $\vec{a}_{y3}$:

$$-(\vec{F}_{y1} + \vec{F}_{y2}) = -\frac{5\alpha t^2}{4} = \vec{F}_{y2} \cdot t + \frac{\vec{a}_{y3} \cdot t^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\frac{5\alpha t^2}{4} = \frac{\alpha t^2}{2} + \frac{\vec{a}_{y3} t^2}{2} \Rightarrow -\frac{3\alpha t^2}{4} = \frac{\vec{a}_{y3} t^2}{2} \Rightarrow \left[\vec{a}_{y3} = -\frac{3\alpha}{2} \right]$$

Изобразим эти вектора на рис. 3



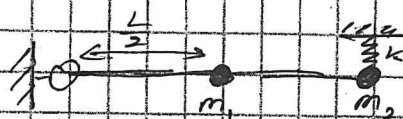
Очевидно, по т. Пифагора можно вы-

числить $|\vec{A}|$: $|\vec{A}|^2 = |\vec{a}_{x3}|^2 + |\vec{a}_{y3}|^2$

$$\geq \frac{9 \cdot 3}{4} \cdot \alpha^2 + \frac{9}{4} \alpha^2 = \frac{27}{4} \alpha^2 + \frac{9}{4} \alpha^2 = \frac{36}{4} \alpha^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow |\vec{A}| \geq \frac{\sqrt{36}}{2} \alpha = \frac{2\sqrt{9}}{2} \alpha = \sqrt{9} \alpha - \text{ответ. } \sqrt{9} \alpha$$

№2



Сделаем рисунок; обозначим грузы

как m_1 и m_2 ($m_1 \geq m_2$).

(2) Сила упругости пружинки держит систему в равновесии; тогда можно сказать, что:

$\vec{F}_{уп} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, где F_1 - составная часть, компенсирующая момент силы $F_{1,тяг}$ того груза, а F_2 - тако-

$$\left. \begin{aligned} F_1 L &= F_{1,тяг} \cdot \frac{L}{2} \Rightarrow F_1 = \frac{m_1 g}{2} = \frac{m_2 g}{2} \\ F_2 L &= F_{2,тяг} \cdot L \Rightarrow F_2 = m_2 g = m g \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{исходя из условия} \\ &\text{равновесия } F_i \cdot l_i = F_j \cdot l_j \end{aligned}$$

$$\text{Тогда } F_{уп} = F_1 + F_2 = \frac{3}{2} m g = k x \Rightarrow \left[x = \frac{3}{2} \frac{m g}{k} \right] - \text{ответ. } 4+4$$

Р. 9. 9 - значение абсолютного значения; в зависимости от точности спланирования 10 ± 0.2 , 9.8 ± 0.2 и т.д. ответ

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

может меняться. Ввиду отсутствия этого значения в условии решим оставить ее в первоначальном значении в ответе.

(3) Ускорение будет складываться из $\vec{a}$ и центрострем. ускор.

$$\vec{a}_c = \frac{v^2}{R} = \frac{20^2}{L} \text{ для } 100 \text{ + 50.}$$

(11) а) Равнодействующая сил равна нулю: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = 0$, где $\vec{F}$ - равнодействующая сил, $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ - силы (вектора сил).

б) Вращательный момент равен нулю: $\vec{M} = \vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \dots + \vec{M}_n = 0$, где $\vec{M}$ - вращ. момент системы, $\vec{M}_1$ - вращ. моменты частей системы.

В частности, отсюда вытекает $\vec{M} = 0 \Rightarrow \vec{M}_1 + \vec{M}_2 = 0 \Rightarrow \vec{F}_1 l_1 + \vec{F}_2 l_2 \Rightarrow \vec{F}_1 l_1 = -\vec{F}_2 l_2$, где $\vec{F}_{1,2}$ - сила (вектор), примен. к разн. частям системы, $l_{1,2}$ - расстояние от т. примен. сил до центра системы.

$$\vec{M} = \vec{F}_2 l$$

и т.

Расширим график $\eta(T)$: функция линейна, следовательно описывается как $\eta = kT + b$. Подставив явные крайние т. и найдем k и b :

$$\begin{cases} 0,2 = 20k + b \\ 0 = 60k + b \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 60k = -b \\ 0,2 = -40k \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k = -\frac{1}{200} \\ b = 0,3 \end{cases} \Rightarrow \boxed{\eta = 0,3 - \frac{1}{200}T}$$

П.к. в состоянии установилось равновесие, то значит $P_n = P_c$, где P_n - мощность нагрева, P_c - мощность отдачи тела в среду. По закону Ньютона $P_c = \alpha(T - T_{\text{окр}}) = 42(T - 20)$ и $P_n = P_0 \cdot (1 - \eta) = 1400(1 - \eta)$; $1400(1 - \eta) = 42(T - 20)$.

$$\text{Учём } \eta = 0,3 - \frac{1}{200}T$$

$$1400(1 - (0,3 - \frac{1}{200}T)) = 42(T - 20)$$

$$1400(0,7 + \frac{1}{200}T) = 42(T - 20)$$

$$980 + 7T = 42T - 840$$

$$1820 = 35T \Rightarrow T = 52$$

$$\text{тогда } \eta = 0,3 - \frac{1}{200} \cdot 52 =$$

$$= 0,04$$

$$\text{Отсюда, } P_n = P_0 \cdot \eta = 1400 \text{ Вт} \cdot 0,04 = \boxed{56 \text{ Вт}} - \text{ответ}$$

N5

1) $Q = UI t = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$, где R - сопротивление проводника (на нагревание), U - напряжение на нём, I - сила тока на нём, R - его сопротивление, t - время работы э. тока через проводник.

2) Перепишем формулу для вычисления (см. 1)



из формулы э. сопротивление проводника $R = \rho \frac{l}{S}$ имеем, что оно прямо пропорционально дли-

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

из, от куда можно получить зависимость сопротивления потенциометра от длины l :

$$R_n(l) = \frac{l}{l_0} R$$

При открытии груза схема принимает вид рис. 2.

Распишем напряжения цепи:

$$U = U_0 + U_n \Rightarrow U = \frac{1}{3}U + U_n \Rightarrow U_n = I \cdot R_{отк} = \frac{2}{3}U \Rightarrow \frac{U}{R} \cdot \frac{l_{отк}}{l_0} \cdot R = \frac{2}{3}U \Rightarrow l_{отк} = \frac{2}{3}l_0 \text{ — ответ.}$$

3) Очевидно, что при $l < \frac{2}{3}l_0$ $I = 0$, т.к. ток не идёт через груз, а значит и отсутствует.

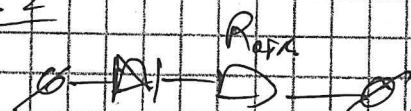
При открытии груза схема принимает вид рис. 2.

Распишем напряжения цепи:

$$U = U_{отк} + U_R \Rightarrow \frac{2}{3}U =$$

При открытии груза схема принимает вид рис. 2.

рис. 2



Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

Расширяем напряжение. цепи:

$$U = U_0 + U_n \Rightarrow U = \frac{1}{3} U + I \cdot R_{\text{отк.}} \Rightarrow \frac{2}{3} U = \frac{U}{R} \cdot \frac{C_{\text{отк.}}}{C_0} \cdot R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underline{C_{\text{отк.}} = \frac{2}{3} C_0} \text{ — ответ. } 5$$

3) Очевидно, что при $C < \frac{2}{3} C_0 = C_{\text{отк.}}$ $\eta < 0$, т.к. 2
так не пойдет через узел воодуше.

№3

1) Мольная теплоемкость газа — кол-во тепла,
необход. для нагревания 1 моля газа на 1°K:

$$C = \frac{Q}{\mu \Delta t}, C - \text{мольн. теплоемк. газа, } Q - \text{кол-во}$$

тепла, Δt — изм. температуры, μ — кол-во молей (г).

2) Найдем P_2 , используя $PV^2 = \text{const}$:

$$P_1 V_1^2 = P_2 V_2^2 \Rightarrow 10^5 \cdot 1^2 = P_2 \cdot 2^2 \Rightarrow P_2 = \frac{10^5}{4} = 25 \text{ кПа. } \checkmark$$

Определим изм. T в процессе:

$$P_1 V_1 = \mu R T_1 \Rightarrow \mu R T_1 = 10^5 \cdot P_1 V_1 = \mu R T_2 \Rightarrow \mu R T_2 = 50000 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\mu R T_1}{\mu R T_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{10^5}{5 \cdot 10^4} = 2$$

Воспользуемся 90-ой Менделеева — Клапейрона:

$$P_1 V_1 = \mu R T_1 = 10^5; P_2 V_2 = \mu R T_2 = 5 \cdot 10^4 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu R T_1 - \mu R T_2 = \mu R (T_1 - T_2) = \mu R \Delta T = 10^5 - 5 \cdot 10^4 = 5 \cdot 10^4$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} \cdot \mu R \Delta T = 25 \cdot 5 \cdot 10^4 = 12,5 \cdot 10^4 \text{ Дж.}$$

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

③ $A = \Delta V \cdot P_n = (2-1) \cdot \frac{10^5 + 5 \cdot 10^4}{2} = 125 \text{ кПа} \cdot \text{м}^3$ ответ ✓

④ Из 1-го закона термодинамики:

$\Delta U + A = \Delta Q \Rightarrow \Delta Q = 125 \text{ кПа} \cdot \text{м}^3 + 75 \text{ кПа} \cdot \text{м}^3 = 200 \text{ кПа} \cdot \text{м}^3$ ответ ✓

Рассмотрим массу этого газа, возмущаясь к $\mu R_{AT} = 5 \cdot 10^4$ моль $\mu R_T = \frac{5 \cdot 10^4}{8,31}$ тогда

$C = \frac{\Delta Q}{\mu R_T} = \frac{8,31 \cdot 4V}{5 \cdot 10^4} = \frac{8,31 \cdot 125 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^4} = 20,775$ ответ ✓