

1/2/3/4/5/Σ
14/10/11/20/10/65

Шифр

041934

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
65	14.03.25	Александр В	Сидор

№1

Дано:

$a, t;$

$\alpha = 120^\circ$

$S = ?$

$A = ?$

$$1) \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

$$\vec{r} = \dots$$

$\vec{v}$ - скорость в момент времени t .

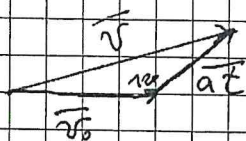
v_0 - начальная скорость, т.е. скорость с которой мы начали отсчет времени

a - ускорение тела

t - прошедший момент времени

2)

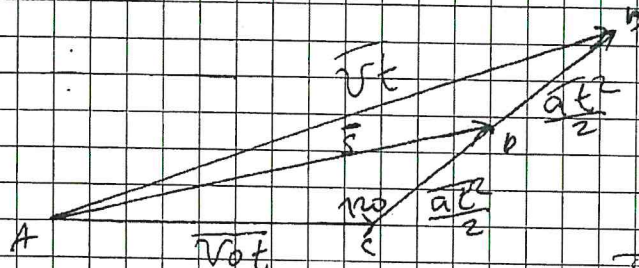
Обозначим v_0 - скорость космонавта, α за малый промежуток времени до поворота. Тем космонавт вдали от урв. тел и него будет только ускорение a . Построим векторный треугольник скоростей. $v_0 = at$



$\vec{v}$

скорость конечная космонавта.

Вампики на t и сделав перемещение



Получился треугольник ABC; но по формуле $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$

Проведем медиану AD, $CD = \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2} \Rightarrow AD = S$

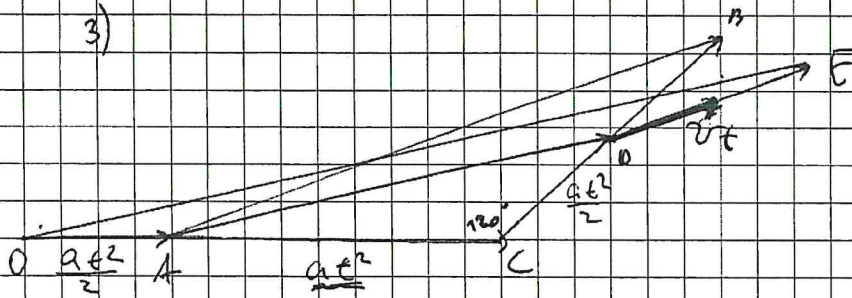
по теореме косинусов в $\triangle ABC$

$$a^2 t^4 + \frac{a^2 t^4}{4} - 2 \cdot \frac{at^2}{2} \cdot at^2 \cdot \cos \alpha = S^2$$

$$S^2 = 1,75 a^2 t^4 \Rightarrow S = at^2 \cdot \sqrt{1,75} = \frac{at^2}{2} \cdot \sqrt{7}$$

См. лист №2

3)



Теперь построим

OA - рас-ие пружины
и сложим по правилу

$$OA = \left| \frac{a t^2}{2} \right|$$

$$DE = \left| \vec{v} t \right|$$

в $\triangle ODE$ $\vec{v}$ - кон. скорость

$$OE = \left| \frac{a t^2}{2} \right| \quad (\Rightarrow)$$

$$(\Rightarrow) OD = \left| \frac{a t^2}{2} \right|$$

$$OD^2 = \frac{9}{4} a^2 t^4 + \frac{1}{4} a^2 t^4 - 2 \cdot \frac{3}{2} a t^2 \cdot \frac{1}{2} a t^2 \cos \alpha$$

$$\frac{A^2 t^4}{4} = \frac{10}{4} a^2 t^4 - \frac{3}{2} a^2 t^4 \cos \alpha$$

$$A^2 = 10 a^2 - 6 a^2 \cos \alpha$$

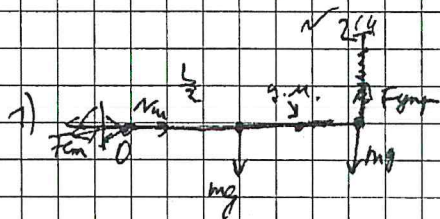
$$A^2 = 10 a^2 + 3 a^2$$

$$A = a \sqrt{13}$$

$$\text{Ответ: } S = \frac{a t^2}{2} \sqrt{7}, A = a \sqrt{13}$$

Дано:
L; m; k

$\Delta x = ?$
 $a_1 = ?$
 $a_2 = ?$

 $N_{\text{н}}$ - сила реакции шарнира $F_{\text{тн}}$ - сила с которой стержень связан с шарниром

$$2) \quad mg \frac{L}{2} + mg L = F_{\text{тн}} L$$

$$\frac{3}{2} mg = F_{\text{тн}}$$

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

$$N_{\text{н}} + F_{\text{тн}} + mg + mg + F_{\text{тн}} = 0$$

Омн. м. @ нр. максимум:

$$mg \frac{L}{2} + mg L = F_{\text{тн}} L$$

$$\text{г.м. выходящее } \Delta x_{\text{г.м.}} = \frac{\frac{L}{2} m + L m}{2m} =$$

$$= \frac{3}{4} L. \text{ По 7н в движении г.м.}$$

$$2mg = 2m a_{\text{г.м.}}$$

$$g = a_{\text{г.м.}}$$

$$\frac{a_{\text{г.м.}}}{0.75L} = \frac{a_1}{0.25L} + \frac{a_2}{0.5L} \Rightarrow a_1 = 0.75g, a_2 = 1.5g$$

3)

Если центральный груз сместится на Δx , а крайний на Δy .

$$\text{из усл. сохранения } \Rightarrow 2\Delta x = \Delta y \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ Если возьмем производную второго порядка по времени получим, что $2a_1 = a_2$
или местами

$$\text{Ответ: } \Delta x = \frac{3mg}{2k}$$

$$a_1 = 0.75g; a_2 = 1.5g$$

№3

Дано:
 $V_1 = 1 \text{ м}^3$
 $P_1 = 10^5 \text{ Па}$
 $V_2 = 2 \text{ м}^3$
 $PV^\gamma = \text{const}$
 $\Delta U = ?$
 $A = ?$
 $Q = ?$
 $C_M = ?$

2) $PV^\gamma = \text{const} \Rightarrow P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1^\gamma}{V_2^\gamma} = \frac{P_1}{4} = 25 \text{ кПа}$

$P_1 V_1 = \nu R T_1$
 $P_2 V_2 = \nu R T_2$

$\Rightarrow \nu R \Delta T = P_2 V_2 - P_1 V_1 \approx \left| \cdot \frac{5}{2} \right|$

$\frac{5}{2} \nu R \Delta T = \left(\frac{P_1 V_2}{4} - P_1 V_1 \right) \cdot \frac{5}{2}$

$\Delta U = -125 \text{ кДж}$

2
2
2
3

1) $C_M = \frac{Q}{\Delta T}$, C_M — какое какое количество теплоты надо сообщить к газу, чтобы нагреть 1 моль на 1°

Уравнение состояния: $PV^\gamma = \text{const} \Rightarrow \frac{C_p - C_v}{C_p - C_v} = \gamma R$

$\frac{C_p - C_v}{C_p - C_v} = 2R$; $C_p = \frac{7}{2} R$, $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$\left\{ \begin{aligned} \nu R \Delta T &= P_2 V_2 - P_1 V_1 \\ \nu R \Delta T &= \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{R} \end{aligned} \right.$

$C_M = \frac{7}{2} R = 2R$

$C_M = \frac{7}{2} R = 2C_p - 5R$

$C_M(2R - 1) = R(5R - \frac{7}{2})$

$C_M = \frac{R(5R - \frac{7}{2})}{2R - 1} = 20,24 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$Q = C_M \nu \Delta T = C_M \cdot \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{R} = \frac{R(5R - \frac{7}{2})}{2R - 1} \cdot \frac{(P_2 V_2 - P_1 V_1)}{R} \approx -121,8 \text{ кДж}$

$Q = \Delta U + A \Rightarrow A = Q - \Delta U = 3,2 \text{ кДж}$

Ответ: $\Delta U = -125 \text{ кДж}$; $A = 3,2 \text{ кДж}$; $Q = -121,8 \text{ кДж}$, $C_M = 20,24 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

№4

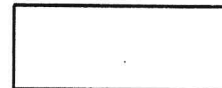
Дано:
 $P_0 = 140 \text{ кПа}$
 $\lambda = 42 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $T_{\text{окр}} = 20^\circ \text{C}$
 $P_{\text{нал}} = ?$

$\eta = \frac{P_{\text{нал}}}{P_0} = \frac{P_0 - P}{P_0} = 1 - \frac{\lambda(T - T_0)}{P_0}$

$\eta(T) = 1 - \frac{\lambda(T - T_0)}{P_0}$ (1); Из графика $\eta(T)$ узнаем зав-ти

$\eta(T)$ вида $y = kx + b$ для этого возьмем точки $(20, 0,2)$ и $(60, 0)$

см. лист №4



$$\eta = \frac{P_{\text{полез}}}{P_{\text{ген}}} \Rightarrow \frac{P_{\text{ген}} - P_r}{P_{\text{ген}}} = 1 - \frac{P_r}{P_{\text{ген}}} ; P_r - \text{мощность на } R'$$

$$\frac{P_{\text{полез}}}{P_{\text{полез}} + P_r} ; P_r - \text{мощность на } R'$$

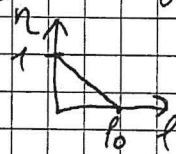
$$P_{\text{полез}} = U_{\text{полез}} I ; U_{\text{полез}} - \text{напряжение на диоде}$$

$$P_r = I (U - U_{\text{полез}})$$

$$\eta = \frac{U_{\text{полез}} I}{I (U - U_{\text{полез}} + U_{\text{полез}})} = \frac{U_{\text{полез}} I}{I U} = \frac{U - U_r}{U} = 1 - \frac{U_r}{U} = 1 - \frac{I R \frac{1}{b}}{b \cdot U}$$

$$U_r = I R \frac{1}{b}$$

($\Rightarrow$) Это вид $y = kx + b$



Ответ: $\eta_{\text{миср}} = \frac{2}{3} b$, $\eta = 1 - \frac{I R \frac{1}{b}}{b \cdot U}$

