

Место для
сиденья

1	2	3	4	5	Σ
4	4	6	14	5	33

Шифр

09369

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
33	21.03	Абдрахманов СЗ	СЗ

Задача 2. Решение

Дано: m_1, m_2, m_3
 $2, 3$
 μ
 $a_1, ?$
 $a_2, ?$
 $a_3, ?$

а) Задача 1. Задача 2. Задача 3.

Здесь m_1, m_2, m_3 .

m_1 : $\begin{cases} x: \mu N_1 = T_1 \\ y: N_1 = m_1 g \end{cases}$

m_2 : $\begin{cases} x: T_2 + m_2 g \sin \alpha = \mu N_2 \\ y: T_2 = m_2 g \cos \alpha \end{cases}$

m_3 : $\begin{cases} x: m_3 g = T \end{cases}$

1. К. здесь нет связи то очевидно что $T_1 + T_2 = T$

Идем дальше.

$\begin{cases} \mu m_1 g = T_1 \\ \mu m_2 g \cos \alpha - m_2 g \sin \alpha = T_2 \\ m_3 g = T \\ T_1 + T_2 = T \end{cases} \Rightarrow m_3 g = \mu m_1 g + \mu m_2 g \cos \alpha - m_2 g \sin \alpha$

$g(m_3 + m_2 \sin \alpha) = \mu g(m_1 + m_2 \cos \alpha) \quad | : g \Rightarrow$

$\mu = \frac{m_3 + m_2 \sin \alpha}{m_1 + m_2 \cos \alpha}$

б) Теперь задача 1. Задача 2. Задача 3. - которые при условии что $m \neq 0$

$\begin{cases} m_1 a_1 = T_1 \\ m_2 a_2 = T_2 + m_2 g \sin \alpha \\ m_3 a_3 = m_3 g - T \\ T = T_1 + T_2 \end{cases}$

Для решения этой системы необходимо еще 3 уравнения

т.к. на горизонтальной поверхности $a_3 = a_1 + a_2$

формулы для составления уравнений a_1 и a_2 получены с помощью

правила, которое утверждает $a_1 = a_2 = a_3$, $a_2 = a_1 \sin \alpha$

$a_1^2 = a_2^2 + a_3^2 = a_1^2 + a_1^2 \sin^2 \alpha \Rightarrow a_1 = a_2 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = a_2 \cos \alpha$ тогда

система уравнений:

$$\begin{aligned} m_1 a_1 &= T_1 \\ m_2 a_2 &= T_2 + m_2 g \sin \alpha \\ m_1 a_1 &= m_2 g - T \Rightarrow m_1 g - m_2 a_2 = m_1 a_1 + m_2 a_2 - m_2 g \sin \alpha \\ T_1 + T_2 &= T \\ a_1 &= a_2 + a_2 \\ a &= a_2 \cos \alpha \end{aligned}$$

$$m_1 g - m_2 a_2 (1 + \cos \alpha) = m_1 a_2 \cos \alpha + m_2 a_2 + m_2 g \sin \alpha = 0$$

$$a_2 = \frac{g(m_2 \sin \alpha + m_1)}{m_1 (1 + \cos \alpha) + m_2 (1 + \cos \alpha) + m_2} = 7$$

$$a_1 = \frac{g(m_2 \sin \alpha + m_1) \cos \alpha}{m_1 (1 + \cos \alpha) + m_2 (1 + \cos \alpha) + m_2}$$

$$a_1 = \frac{g(m_2 \sin \alpha + m_1)(1 + \cos \alpha)}{m_1 (1 + \cos \alpha) + m_2 (1 + \cos \alpha) + m_2}$$

$$\text{Отсюда } \mu = \frac{m_1 + m_2 \sin \alpha}{m_1 + m_2 \cos \alpha}; a_2 = \frac{g(m_2 \sin \alpha + m_1)}{m_1 (1 + \cos \alpha) + m_2 (1 + \cos \alpha) + m_2}; a_1 = \frac{g(m_2 \sin \alpha + m_1) \cos \alpha}{m_1 (1 + \cos \alpha) + m_2 (1 + \cos \alpha) + m_2}; a_1 = 4.1 \text{ м/с}^2$$

Задача 11

Дано:

h, R

h

R

при $L \rightarrow \infty$

Решение:

Запишем закон сохранения энергии для шарика:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

Т.к. шарик ударяется ТО после удара он будет

иметь тангенциальную скорость - после соударения шарик скользит по поверхности при угле α и образует угол между ~~горизонтальной~~ и вертикалью это есть α

В свою очередь радиус равен R

$$L = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

значит L зависит только от α и $v_0 = \sqrt{2gh}$ и g - это константа.

1. $\rightarrow \max$ при $\sin^2 \alpha \rightarrow \max$

2. Сила максимальна, $\sin^2 \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow$

$$\sin^2 \frac{\pi}{2} = 1 \Rightarrow \frac{h}{R} = \frac{1}{2}$$

Ответ: $\frac{h}{R} = \frac{1}{2}$

Место для
ссылки

Шифр

09369

Задача 5

Дано:

 $m, 2m, 3m$ $\alpha, \mu = 2 \tan \alpha$ K, L_0 $L = ?$

Всё менее и

Рассмотрим равноускоренное движение в направлении показанном на рис. и запишем для каждого из законов Ньютона: $ma = 0$

$$X: K \Delta x_1 + 3mg \sin \alpha = 6 \tan \alpha mg \cos \alpha \quad K, L_0$$

$$K \Delta x_1 + 2mg \sin \alpha = K \Delta x_1 + 4 \tan \alpha mg \cos \alpha$$

$$K \Delta x_2 + 3 \tan \alpha mg \cos \alpha = mg \sin \alpha$$

Используем условия с 2-м

известным и с 3-м уравнением.

Система уравнений поэтому

рассмотрим первое и второе уравнение:

Выразим $K \Delta x_1$ и подставим во второе.

$$K \Delta x_2 = 6 \tan \alpha mg \cos \alpha - 3mg \sin \alpha + 4 \tan \alpha mg \cos \alpha - 2mg \sin \alpha =$$

$$= 10 \tan \alpha mg \cos \alpha - 5mg \sin \alpha = 5mg (2 \tan \alpha \cos \alpha - \sin \alpha) = 5mg (2 \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cos \alpha - \sin \alpha -$$

$$- \sin \alpha) = 5mg (2 \sin \alpha - \sin \alpha) = 5mg \sin \alpha$$

$$K \Delta x_1 = 6 \tan \alpha mg \cos \alpha - 3mg \sin \alpha = 3mg (2 \tan \alpha \cos \alpha - \sin \alpha) = 3mg \sin \alpha$$

Всё нужно будет в формулу расхождения струн на плоскости, и мы рассмотрим некоторые из них. По условию известно что $K \Delta x_1$ и $K \Delta x_2$ не могут быть нулевыми, значит Δx_1 и Δx_2 так и расходятся на Δx_1 и Δx_2 . Поэтому что $L = m \Delta x$ когда Δx_1 и Δx_2 — расхождение, следовательно:

$$L = L_0 + \Delta x_1 + L_0 + \Delta x_2 = L_0 + \frac{3mg \sin \alpha}{K} + L_0 + \frac{5mg \sin \alpha}{K} =$$

$$= \frac{8mg \sin \alpha}{K} + 2L_0$$

$$\text{Ответ: } L = 2L_0 + \frac{8mg \sin \alpha}{K}$$

50

Задача №4

Дано: γ $Q = A + \Delta U$ - работа газа термодинам
 T_1, T_2 $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$ - изменение внутренней энергии

$v = 2\sqrt{T}$
 $Q = ?$ $\Delta T = T_2 - T_1$

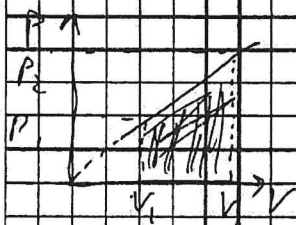
$\eta = ?$ $PV = \nu RT$ - уравнение состояния идеального газа

$C = ?$ $P_2 \sqrt{T_2} = P_1 \sqrt{T_1} \Rightarrow P_2^2 \sqrt{T_2}^3 = P_1^2 \sqrt{T_1}^3$; $T = ?$

$C = \text{const} = ?$ $P^2 \sqrt{T}^3 = \text{const} \Rightarrow P = \frac{\sqrt{R} \sqrt{T}}{2} \Rightarrow$

$P = \frac{\sqrt{R} \cdot v}{2\sqrt{T}}$ $\rightarrow$ ~~это линейная зависимость~~

Это линейная зависимость $P(V)$ - график (таблица)



$V_1 = 2\sqrt{T_1}$ $V_2 = 2\sqrt{T_2}$

A - заштрихованная область:

$A = \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot 2(\sqrt{T_2} - \sqrt{T_1})$ K_3 25

$P_1 = \frac{\sqrt{R} V_1}{2\sqrt{T_1}} = \frac{\sqrt{R} \cdot 2\sqrt{T_1}}{2\sqrt{T_1}} = \frac{\sqrt{R}}{2}$ $P_2 = \frac{\sqrt{R} \sqrt{T_2}}{2}$

$A = \frac{\sqrt{R}}{2} (\sqrt{T_2} + \sqrt{T_1}) \cdot 2(\sqrt{T_2} - \sqrt{T_1}) = \frac{\sqrt{R} (T_2 - T_1)}{2}$ K_5 3

$Q = \frac{\nu R (T_2 - T_1)}{2} + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = 2 \nu R (T_2 - T_1)$ K_4 35

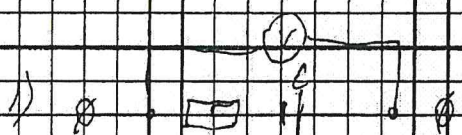
$\eta = \frac{A}{Q} \Rightarrow \eta = \frac{\frac{\sqrt{R} (T_2 - T_1)}{2}}{2 \nu R (T_2 - T_1)} = \frac{1}{4} = 0,25 = 25\%$ K_6 35

$C = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow C = \frac{2 \nu R (T_2 - T_1)}{T_2 - T_1} = 2 \nu R$

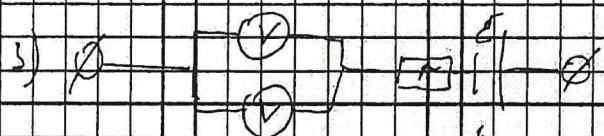
Ответ: $Q = 2 \nu R (T_2 - T_1)$; $\eta = 25\%$; $C = 2 \nu R$

Задача №3

U_1, U_2, U_3
 $E = ?$



4.65



1) $I_1 = \frac{U_1}{R+r}$ 2) $I_2 = \frac{E}{r+R}$ 3) $I_3 = \frac{E}{r+\frac{R}{2}}$

R - сопротивление вольтметра,

6.5