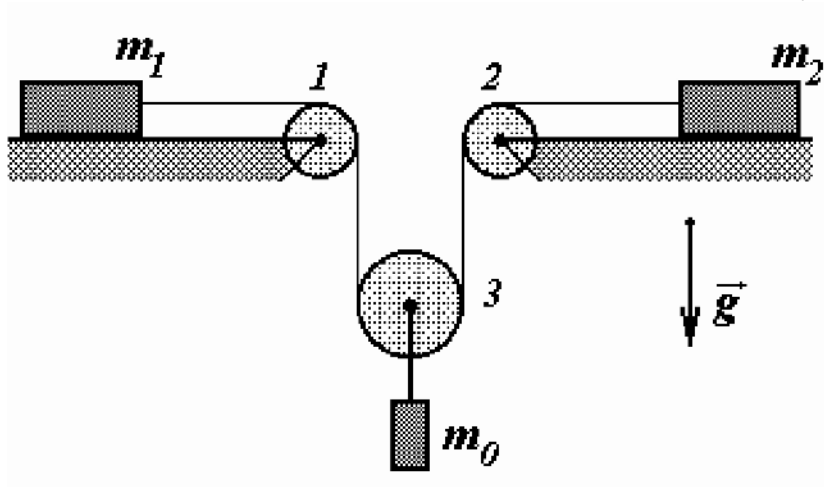


Условие

Задача 2. В установке, показанной на рисунке, массы грузов равны $m_0 = 0,25$ кг, $m_1 = 0,55$ кг, $m_2 = 0,75$ кг. Грузы связаны легкой нитью, переброшенной через систему блоков. Блоки 1,2 неподвижные, блок 3 подвижный (к его оси прикреплен нижний груз), все блоки невесомы, радиус блока 3 равен $r = 2,3$ см. Найдите скорости всех грузов и угловую скорость блока 3 через время $\tau = 0,22$ с после начала движения. Трением грузов о горизонтальные поверхности и в осях блоков пренебречь, считать, что нить движется по блокам без проскальзывания. Ускорение свободного падения считать равным $g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



Решение

Задача 2.

Запишем основной закон динамики для каждого из грузов в проекции на вертикальную ось с учетом условий невесомости нити и блоков, а также отсутствия трения в осях блоков:

$$\begin{aligned} m_1 a_1 &= T \\ m_2 a_2 &= T \\ m_0 a_0 &= m_0 g - 2T \end{aligned} \quad (1)$$

Все обозначения стандартные и очевидные. Поскольку трение грузов о плоскость отсутствует, то в горизонтальном направлении система является замкнутой, т.е. положение ее центра масс не может измениться по горизонтали. С учетом этого получаем следующее уравнение

$$m_1 a_1 = m_2 a_2 \quad (2)$$

Кроме того, учтем кинематическую связь между ускорениями грузов для подвижного блока

$$a_1 + a_2 = 2a_0 \quad (3)$$

Выразив из (2) - (3) значения $a_1 = \frac{2m_2}{m_1+m_2}a_0$; $a_2 = \frac{2m_1}{m_1+m_2}a_0$ и подставив их в (1) найдем

$$T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} a_0 ;$$

$$a_0 = \frac{m_0 (m_1 + m_2)}{m_0 (m_1 + m_2) + 4m_1 m_2} g = 0,16 g = 1,6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} ;$$

$$a_1 = \frac{2m_0 m_2}{m_0 (m_1 + m_2) + 4m_1 m_2} g = 0,19 g = 1,9 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} ;$$

$$a_2 = \frac{2 m_0 m_1}{m_0(m_1 + m_2) + 4 m_1 m_2} g = 0,13 g = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Зная ускорения всех грузов, найдем их скорости через время τ после начала движения системы мсм $v=a\cdot\tau=0,35=35; 00$ сс мсм $v=a\cdot\tau=0,42=42; 11$ сс мсм $v=a\cdot\tau=0,28=28. 22$ сс

$$v_0 = a_0 \cdot \tau = 0,35 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 35 \frac{\text{см}}{\text{с}};$$

$$v_1 = a_1 \cdot \tau = 0,42 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 42 \frac{\text{см}}{\text{с}};$$

$$v_2 = a_2 \cdot \tau = 0,28 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 28 \frac{\text{см}}{\text{с}}.$$

Для нахождения угловой скорости ω вращения блока 3 заметим, что поскольку веревка нерастяжима, то скорости движения v_1 и v_2 могут быть представлены в виде

$$\begin{aligned} v_1 &= v_0 + \omega \cdot r \\ v_2 &= v_0 - \omega \cdot r \end{aligned} \quad (4)$$

где r — радиус блока. Из (4) находим

$$\omega = \frac{v_1 - v_2}{2r} = 3,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

¹ Мы используем для обозначения времени символ τ , что бы не путать с температурой t .