

Динамика и законы сохранения

В разделе динамика необходимо знать:

Инерциальная система отсчета. Масса. Сила. Принцип суперпозиции сил. Законы Ньютона. Принцип относительности Галилея. Момент силы. Условие равновесия. Центр тяжести.

Сила упругости. Закон Гука. Силы трения. Гравитационные силы. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Вес тела. Движение под действием силы тяжести. Невесомость.

Импульс тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Механическая работа. Мощность. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения энергии в механике.

Основные уравнения динамики:

$\sum_{i=0}^N \vec{F} = m\vec{a}$; второй закон Ньютона гласит: сумма всех сил действующих на тело

равна произведению массы тела на его ускорение

$$F = -kx \text{ - Закон Гука}$$

$\sum M = 0$ - правило моментов: сумма моментов сил равна нулю (или сумма моментов сил действующих на тело по часовой стрелке равна сумме моментов сил, действующих против часовой стрелки)

$$F = \mu N \text{ - Сила трения скольжения, где } N \text{ – сила реакции опоры}$$

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2} \text{ - закон всемирного тяготения}$$

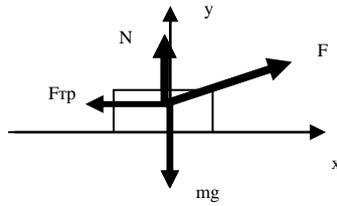
Алгоритм решения задач на законы динамики:

1. Выбрать инерциальную систему отсчета
2. Определить силы, действующие на тело, изобразив их на рисунке.
3. Определить результирующую силу.
4. Записать уравнение движения в векторном виде (2 закон Ньютона).
5. Найти проекции векторного уравнения на выбранные оси
6. Составить систему уравнений и решить ее. (Число уравнений должно быть равно числу неизвестных)

Пример решения задач:

По горизонтальному столу движется брусок массой 2 кг под действием силы 4 Н, направленной под углом 30° к поверхности стола. Коэффициент трения 0,1. С каким ускорением движется тело?

Дано:
 $m = 2 \text{ кг}$
 $F = 4 \text{ Н}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $\mu = 0,1$



$a = ?$

$$m\vec{a} = \vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{mp}$$

$$\left. \begin{aligned} ox: ma_x &= F \cos \alpha - F_{mp} \\ oy: 0 &= F \sin \alpha - mg + N \end{aligned} \right\}$$

$$F_{тр} = \mu N; \quad N = mg - F \sin \alpha;$$

$$a = \frac{F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha)}{m}; \quad a = 0,85 \text{ м/с}^2$$

Законы сохранения

$$\vec{P} = m\vec{V}; \quad Ft = \Delta P$$

$$m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2 = (m_1 + m_2)\vec{V}; \quad \text{неупругий удар}$$

$$m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2 = m_1\vec{V}'_1 + m_2\vec{V}'_2; \quad \text{упругий удар}$$

Алгоритм решения задач на закон сохранения импульса:

1. Выбрать инерциальную систему отсчета
2. Выяснить, замкнута ли система.
3. Если система замкнута, то выбираем два состояния системы: до и после взаимодействия.
4. Записать суммарные импульсы состояний и приравнять их. Уравнение записать в векторной форме.
5. Найти проекции на выбранные оси.

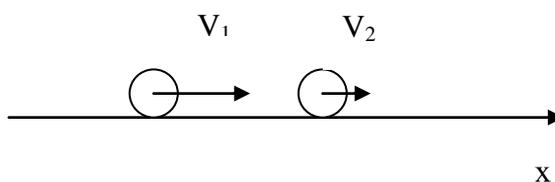
Пример решения задачи

Тело массой 2 кг движется со скоростью 3 м/с и нагоняет тело массой 3 кг, движущееся со скоростью 1 м/с. Найти скорости тел после столкновения, если удар был неупругий.

Дано:

$m_1 = 2 \text{ кг}$
 $m_2 = 3 \text{ кг}$
 $V_1 = 3 \text{ м/с}$
 $V_2 = 1 \text{ м/с}$

$V - ?$



Система замкнута в горизонтальном направлении. Следовательно, применим закон сохранения импульса в проекции на ось x.

$$m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 = (m_1 + m_2) \vec{V}$$

$$\text{OX: } m_1 V_1 + m_2 V_2 = (m_1 + m_2) V$$

$$V = \frac{m_1 V_1 + m_2 V_2}{m_1 + m_2}; \quad V = 2 \text{ м/с}$$

Закон сохранения энергии

$E_{\text{потенц}} = mgh$ - потенциальная энергия тела поднятого над землей

$$E_{\text{кинетич}} = \frac{mV^2}{2}$$

$A = F S \cos \alpha$ - работа

$$A = -\Delta E_{\text{потенц}}; \quad A = \Delta E_{\text{кинетич}}$$

$$m_1 g h_1 + \frac{m_1 V_1^2}{2} = m_1 g h_2 + \frac{m_1 V_2^2}{2} \text{ - закон сохранения энергии}$$

Алгоритм решения задач на закон сохранения энергии:

1. Выбрать инерциальную систему отсчета
2. Проверить консервативна ли система. (Системы, в которых существуют только потенциальные силы (нет сил трения) называют консервативными.)
3. Если консервативна, то выбрать два состояния системы: до и после взаимодействия.
4. Записать полные энергии этих состояний и приравнять их.

Пример решения задачи:

Тело брошено вверх с начальной скоростью V_0 , На какой высоте его кинетическая энергия будет равна потенциальной? Соппротивлением воздуха пренебречь.

Дано:

$$m_1 g h_1 + \frac{m_1 V_1^2}{2} = m_1 g h_2 + \frac{m_1 V_2^2}{2} \text{ - общий вид закона сохранения энергии.}$$

V_0

Так как у нас за начало отсчета можно взять точку бросания тела, то потенциальная энергия в начальный момент времени равна 0, следовательно

H_2 - ?

$$0 + \frac{m_1 V_1^2}{2} = m_1 g h_2 + \frac{m_1 V_2^2}{2}, \text{ но в конечный момент кинетическая энергия}$$

равна потенциальной следовательно

$$0 + \frac{m_1 V_1^2}{2} = 2m_1 g h_2$$

$$\text{откуда } h = \frac{V_0^2}{4g}$$

