

Урок 12. Закон всемирного тяготения

Все материальные тела притягивают друг друга с силами прямо пропорциональными их массам и обратно пропорциональными квадрату расстояния между ними.

Тяготение – свойство материи, которое состоит в том, что между любыми двумя частицами существуют силы притяжения.

Масса тела – основная механическая величина, определяющая величину ускорения, сообщаемого телу данной силой.

Сила тяжести – векторная величина, определяющая силу притяжения к Земле любого тела.

Первая космическая скорость – наименьшая скорость, которую нужно сообщить телу на поверхности Земли, чтобы оно стало двигаться вокруг Земли по круговой орбите над её поверхностью только под действием силы гравитационного притяжения Земли

Вес – сила, с которой любое тело вследствие притяжения Земли действует на опору или подвес.

Невесомость – состояние, при котором вес тела равен нулю.

В механике обычно имеют дело с тремя видами сил – силами тяготения, упругости и трения.

Силу, с которой Земля действует на тело, называют силой тяжести.

$$\vec{F} = m\vec{g}$$

Ньютон является первым учёным, который открыл закон всемирного тяготения. Он строго доказал, что причина, вызывающая падение камня на Землю, движение Луны вокруг Земли и планет вокруг Солнца, одна и та же. Эта сила всемирного тяготения, действующая между любыми телами Вселенной.

Ньютон после долгих наблюдений сделал вывод, что если бы не сопротивление воздуха, то траектория камня, брошенного с высокой горы с определённой скоростью, могла бы стать такой, что он никогда не достиг бы поверхности Земли, а двигался бы подобно тому, как планеты вокруг Солнца.

Исаак Ньютон сделал выводы:

1) ускорение и сила притяжения тел к Земле обратно пропорциональны квадрату расстояния до центра Земли:

$$a \sim \frac{1}{r^2}$$

2) Солнце сообщает всем планетам ускорение, обратно пропорциональное квадрату расстояния от планет до Солнца.

$$F \sim \frac{1}{r^2}$$

Ньютон нашёл причину множества явлений: от падения брошенного камня на землю до движения огромных космических тел. И причину этих явлений он выразил одной формулой – законом всемирного тяготения.

Закон всемирного тяготения

Сила взаимного притяжения двух тел прямо пропорциональна произведению масс этих тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

F – модуль вектора силы гравитационного притяжения между телами с массами m_1 и m_2 , находящимися на расстоянии r друг от друга.

G – это коэффициент, который называется гравитационной постоянной

Измерения показывают, что

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

Первая космическая скорость – минимальная скорость, которую надо сообщить телу на поверхности Земли, чтобы оно стало спутником Земли, движущимся по орбите.

$$m \vec{a}_{\text{цс}} = \vec{F}$$

$$a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R};$$

$$F = \frac{GMm}{R^2}, \text{ где } M - \text{масса Земли.}$$

$$\frac{mv^2}{R} = \frac{GMm}{R^2};$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}};$$

$$v_1 \approx 8 \text{ км/с.}$$

Примеры и разбор решения заданий

1. На столе несколько гвоздиков, кнопка, ластик, карандаш. На какие из этих тел действует одинаковые силы тяжести?

- 1) на ластик и карандаш;
- 2) на гвозди;
- 3) на кнопку и карандаш;
- 4) на все эти тела.

Правильный ответ: на гвозди.

2. Чему равна сила тяжести, действующая на мяч массой 100 г, если он находится на космическом корабле? Космический корабль движется на высоте 1600 км над поверхностью Земли. Радиус Земли 6400 км. Масса Земли равна $6 \cdot 10^{24}$ кг.

Решение:

$$F = g \cdot m = G \frac{M_3}{(R + h)^2} m$$

$$F = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ кг} \cdot 0,1 \text{ кг}}{(6400000 + 1600000)^2} \approx 0,63 \text{ Н}$$

Ответ: $F = 0,63 \text{ Н}$.