

## § 3.1. СИЛЫ В ПРИРОДЕ



- Выясним, много ли видов сил существует в природе.
- **Четыре типа сил**
- В безграничных просторах Вселенной, на нашей планете, в любом веществе, в живых организмах, в атомах, в атомных ядрах и в мире элементарных частиц мы встречаемся с проявлением всего лишь четырех типов сил: гравитационных, электромагнитных, сильных (ядерных) и слабых.
- **Гравитационные силы**, или силы всемирного тяготения, действуют между всеми телами — все тела притягиваются друг к другу. Но это притяжение существенно лишь тогда, когда хотя бы одно из взаимодействующих тел так же велико, как Земля или Луна. Иначе эти силы столь малы, что ими можно пренебречь.
- **Электромагнитные силы** действуют между частицами, имеющими электрические заряды. Сфера их действия особенно обширна и разнообразна. В атомах, молекулах, твердых, жидких и газообразных телах, живых организмах именно электромагнитные силы являются главными. Велика их роль в атомных ядрах.
- Область действия **ядерных сил** очень ограничена. Они сказываются заметным образом только внутри атомных ядер (т. е. на расстояниях порядка  $10^{-12}$  см). Уже на расстояниях между частицами порядка  $10^{-11}$  см (в тысячу раз меньших размеров атома —  $10^{-8}$  см) они не проявляются совсем.



- **Слабые взаимодействия** проявляются на еще меньших расстояниях. Они вызывают превращения элементарных частиц друг в друга.
- Ядерные силы самые мощные в природе. Если интенсивность ядерных сил принять за единицу, то интенсивность электромагнитных сил составит  $10^{-2}$ , гравитационных —  $10^{-40}$ , слабых взаимодействий —  $10^{-16}$ .
- Надо сказать, что лишь гравитационные и электромагнитные взаимодействия можно рассматривать как силы в смысле механики Ньютона. Сильные (ядерные) и слабые взаимодействия проявляются на таких малых расстояниях, когда законы механики Ньютона, а с ними вместе и понятие механической силы теряют смысл. Если и в этих случаях употребляют термин «сила», то лишь как синоним слова «взаимодействие».



## □ **Силы в механике**

- В механике обычно имеют дело с силами тяготения, силами упругости и силами трения.
- Мы не будем здесь рассматривать электромагнитную природу силы упругости и силы трения. С помощью опытов можно выяснить условия, при которых возникают эти силы, и выразить их количественно.
- В природе существуют четыре типа сил. В механике изучаются гравитационные силы и две разновидности электромагнитных сил — силы упругости и силы трения.



A decorative vertical bar on the left side of the slide, featuring a gradient from dark blue to light blue, with several thin vertical lines and a cluster of orange circles of various sizes.

## § 3.2. СИЛА ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

- Почему выпущенный из рук камень падает на Землю? Потому что его притягивает Земля, скажет каждый из вас. В самом деле, камень падает на Землю с ускорением свободного падения. Следовательно, на камень со стороны Земли действует сила, направленная к Земле.
- Согласно третьему закону Ньютона и камень действует на Землю с такой же по модулю силой, направленной к камню. Иными словами, между Землей и камнем действуют силы взаимного притяжения.



□ **Закон всемирного тяготения**

□ Существование зависимостей (3.2.1) и (3.2.7) означает, что сила всемирного тяготения

□ В 1667 г. Ньютон окончательно сформулировал закон всемирного тяготения:

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

□ **Сила взаимного притяжения двух тел прямо пропорциональна произведению масс этих тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Коэффициент пропорциональности  $G$  называется гравитационной постоянной.**

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



Задача:

С какой силой притягиваются друг к другу два энциклопедических словаря массой 600 грамм каждый, находящиеся на расстоянии 1 метра друг от друга?



Дано:

$$m_1 = m_2 = 600 \text{ г}$$

$$r = 1 \text{ м}$$

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

СИ

$$0,6 \text{ кг}$$

Решение:

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

$$F = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 0,6 \cdot 0,6}{1^2} \approx 2,4 \text{ Н}$$

Найти  $F$

... Н

Ответ:  $\approx 2,4 \text{ Н}$



**ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ**

Задача № 1. **На каком расстоянии друг от друга находятся два одинаковых шара массами по 20 т, если сила тяготения между ними  $6,67 \cdot 10^{-5}$  Н?**

*Дано:*

$$m_1 = m_2 = 20 \text{ т}$$

$$F = 6,67 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$

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

$r = ?$

СИ

$$2 \cdot 10^4 \text{ кг}$$

*Решение:*

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

$$r = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (2 \cdot 10^4)^2}{6,67 \cdot 10^{-5}}} = 20 \text{ (м)}$$

*Ответ:* 20 м

# Домашнее задание

- Сделать конспект по презентации ( не нужно переписывать в тетрадь все, только основное)
- Решить задачи, представленные ниже

## Задача 1

1. Космонавт, находясь на Земле, притягивается к ней с силой 700 Н. С какой силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности? Радиус Марса в 2 раза, а масса — в 10 раз меньше, чем у Земли.

- 1) 70 Н
- 2) 140 Н

- 3) 210 Н
- 4) 280 Н

## Задача 2

Два корабля массой 50000 т каждый стоят на рейде на расстоянии 1 км друг от друга. Какова сила притяжения между ними?