# § 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.

# § 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:

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

- **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: | СИ |
|---|---|
| $m_1 = m_2 = 600$ г<br>$r = 1$ м<br>$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{Н \cdot м^2}{кг^2}$ | 0,6 кг |
| *Найти F* | ... Н |

*Решение:*

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

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

Ответ: $\approx$ 2,4 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:* | СИ | *Решение:* |
|---|---|---|
| $m_1 = m_2 = 20$ т<br>$F = 6{,}67 \cdot 10^{-5}$ Н<br>$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \dfrac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$ | $2 \cdot 10^4$ кг | $F = G\dfrac{m_1 m_2}{r^2}$; $r = \sqrt{G\dfrac{m_1 m_2}{F}}$<br>$r = \sqrt{\dfrac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot (2 \cdot 10^4)^2}{6{,}67 \cdot 10^{-5}}} = 20$ (м) |
| $r - ?$ | | *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?