

## 15.6. Четыре основных вида сил в природе

Нам известно лишь четыре основных типа взаимодействия веществ. Иными словами, существует четыре основных вида взаимодействия, к которым сводятся все известные силы во Вселенной: гравитационное взаимодействие, электромагнитное взаимодействие, сильное взаимодействие, слабое взаимодействие.

Гравитационное взаимодействие, являющееся самым слабым из всех, связывает воедино части земного шара, объединяет Солнце и планеты в Солнечную систему и связывает звезды в галактиках. Это взаимодействие определяет крупномасштабные события Вселенной. Электромагнитное взаимодействие удерживает электроны в атомах и связывает атомы в молекулах и кристаллах. Это взаимодействие играет большую роль в химических и биологических процессах.

Сильное взаимодействие связывает нуклоны; оно объединяет протоны и нейтроны в ядрах всех элементов. Будучи самым сильным в природе, это взаимодействие ограничивается вместе с тем весьма короткими расстояниями. Это — преобладающий вид взаимодействий в ядерной физике высоких энергий.

Слабое взаимодействие обуславливает силы, действующие между легкими частицами (лептонами: электронами, нейтрино и мюонами) и между лептонами и более тяжелыми частицами. Слабое взаимодействие, проявляющееся при бета-распаде радиоактивных ядер, имеет очень малую дальность. Слабое взаимодействие не способно создавать устойчивые состояния вещества в том смысле, в каком сила тяготения поддерживает существование Солнечной системы.

Элементарные частицы будут более подробно рассмотрены в т. IV.

### Задачи

1. Источник радиоактивного излучения испускает альфа-частицу ( $M_\alpha \approx 4M_p$ , заряд  $2e$ ) с кинетической энергией  $6 \text{ Мэв}$ . Предположим, что частица направлена на центр ядра атома золота с зарядом  $79e$ . Примем, что заряд ядра сконцентрирован в одной точке, и будем пренебрегать отдачей ядра.

а) До какого расстояния альфа-частица подойдет к центру ядра?

б) Что произойдет с альфа-частицей после того, как она достигнет точки наибольшего сближения с ядром?

2. В резерфордовский период предполагалось, что заряд ядра распределен по всему линейному протяжению атома, имеющему порядок  $10^{-8} \text{ см}$ . Пренебрегая влиянием атомных электронов, будем считать, что альфа-частица взаимодействует с положительным зарядом  $79e$ , распределенным с постоянной плотностью внутри сферы радиусом  $10^{-8} \text{ см}$ . При какой максимальной энергии альфа-частица все еще может рассеиваться в направлении прямо назад таким ядром атома золота? ( $U$  к а-з а и е: пользуясь методами, изложенными в гл. 9, нужно найти выражение потенциальной энергии в центре равномерно заряженной сферы.)

Ответ. 3400 эв.

### Из истории физики

1. Резерфордовское рассеяние и ядерная модель атома. Открытие ядра было впервые описано Резерфордом в классической работе (E. Rutherford, Phil. Mag. 21, 669 (1911)), которую мы частично воспроизводим ниже. Вывод выражения вероятности рассеяния под большими углами весьма прост, хотя широко исполь-