Знак «+» или «—» показывает, как ориентирован магнитный момент относительно спина ядра — по спину или против спина.

Отсюда можно сделать вывод о неаддитивности магнитных моментов. Например, дейтон состоит из протона и нейтрона и спины их параллельны. Магнитные моменты их должны были бы складываться арифметически, а на самом деле $\mu_d \neq \mu_p + \mu_n$. Действительно: 2,7925—1,9128=0,88, тогда как μ_d=0,86. Отклонение 0,02 выходит далеко за пределы ошибок измерения, равных ±0,00007. Неаддитивность магнитных моментов указывает на важное свойство ядерных сил — их нецентральный характер.

§ 7. КВАДРУПОЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МОМЕНТ ЯДРА

Помимо магнитных моментов атомные ядра обладают еще и электрическими моментами, которые зависят от распределения заряда в ядре.

На рис. 13, *а* изображен обычный электрический диполь, момент которого $p = e\delta$. Диполь может быть также образован системой различно заряженных частиц, в целом имеющей ненулевой заряд. Если центр тяжести системы не совпадает с центром заряда, то в электрическом поле такая система обладает свойством диполя и будет ориентироваться по направлению поля. Дипольный момент ядра (рис. 13, *б*) мог бы быть равен $p = Ze\delta$, если δ характеризует отклонение центра симметрии заряда от центра тяжести ядра. В действительности у ядер дипольный момент отсутствует, это означает, что центр тяжести носителей зарядов—протонов, совпадает с центром тяжести протонов и нейтронов. Иными словами, протоны и нейтроны в ядрах перемешаны достатоточно равномерно.

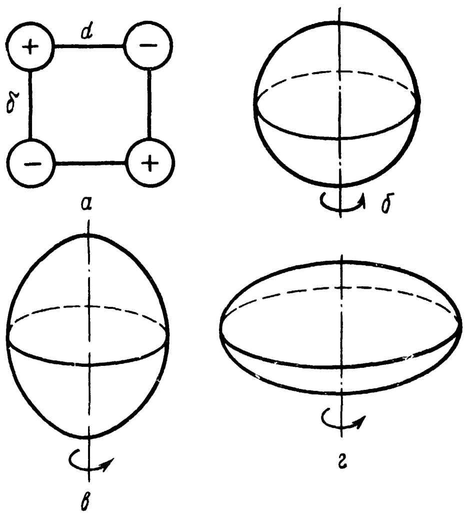

Рис. 14. Возникновение квадрупольного электрического момента ядра: *а* — система зарядов; не обладающая квадрупольным моментом; *б* — ядро с нулевым квадрупольным моментом; *в* — ядро с положительным квадрупольным моментом; *г* — ядро с отрицательным квадрупольным моментом

Однако многие ядра имеют так называемый квадрупольный момент, которым, например, обладает система, изображенная на рис. 14, *в* и *г*. Он возникает вследствие нарушения сферической симметрии распределения зарядов. Квадрупольный электрический момент при сферически симметричном распределении зарядов (рис. 14, *б*) равен нулю.

Положительный знак квадрупольного момента означает, что распределение зарядов вытянуто в направлении спина (рис. 14, *в*). Отрицательный знак квадрупольного момента означает, что сфероид сплющен в направлении спина (рис. 14, *г*). Эти отклонения от сферического распределения заряда в ядре не превышают 10% величины радиуса ядра.

Определить квадрупольный момент можно из сверхтонкой структуры по кулоновскому возбуждению ядер и другими методами. Знание его дает дополнительные сведения о строении ядра. Наличие квадрупольного момента у дейтона также свидетельствует о нецентральности ядерных сил.

Большинство тяжелых ядер имеет сильно вытянутую форму, но все ядра с $Z=N$ сферически симметричны.

§ 8. ЧЕТНОСТЬ ВОЛНОВОЙ ФУНКЦИИ

Четность волновой функции Ψ, описывающей состояние ядра, является существенной специфически квантовой характеристикой системы.

Напомним, что функция $f(x_1, ..., x_n)$ называется четной, если

$$f(-x_1, \ldots, -x_n) = f(x_1, \ldots, x_n),$$

и нечетной, если

$$f(-x_1, \ldots, -x_n) = -f(x_1, \ldots, x_n).$$

Если волновая функция не меняет свой знак при инверсии всех координат (т. е. при их зеркальном отражении относительно нуля), то состояние системы, которую она описывает, называют четным и обозначают символом $P=+1$. Нечетность обозначается символом $P=-1$.

Так, например, в основном состоянии атома водорода волновая функция электрона имеет вид $\Psi=Ne^{-r/a}$, где $r=\sqrt{x^2+y^2+z^2}$ расстояние от ядра; a и N — постоянные. Эта функция четная, так как при замене x на $-x$, y на $-y$, z на $-z$ она не меняется. Но, например, в одном из возбужденных состояний, в состоянии 2 p, когда $\psi = N_1 \frac{z}{r} e^{-\frac{r}{2a}}$, где N_1 — новая константа, при отражении координат волновая функция меняет знак $\Psi \to -\Psi$, т. е. данное состояние, в котором момент количества движения l равен 1, пространственно нечетно. Вообще состояние с моментом количества движения l, как легко убедиться, имеет четность $P=(-1)^l$ [4].

Однако помимо такой четности, легко обнаруживаемой по известной зависимости Ψ-функции от координат, частицы обладают