



ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЯДРА

Авторы: А. Л. Барабанов

ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЯДРА, совокупность атомных ядер с упорядоченной пространственной ориентацией их спинов. В общем случае проекция m спина ядра

l (кратного $1/2$ в единицах постоянной Планка

\hbar) на произвольную ось

Z принимает одно из

$2l + 1$ дискретных значений

$-l, -l + 1, \dots, l$. Говорят, что ядра ориентированы относительно оси

Z , если заселённости

w_m состояний с проекциями

m неодинаковы. Под заселённостью состояния понимают вероятность того, что ядро имеет данную проекцию спина. Наиболее часто встречаются два частных случая ориентации ядер: поляризация и выстроенность. Ядра поляризованы вдоль оси

Z , если

w_m увеличивается с ростом

m . Такие ядра характеризуются параметром поляризации

$p_1 = (\sum_m m w_m) / l$. Ядра выстроены относительно оси

Z , если

w_m увеличивается (осевое выстраивание) или уменьшается (плоскостное выстраивание) с ростом модуля

m . Такие ядра характеризуются параметром выстраивания

$p_2 = [3(\sum_m m^2 w_m) - l(l + 1)] / [l(2l - 1)]$.

В веществах, встречающихся в природе, атомные ядра практически не ориентированы. Ориентация ядер осуществляется искусственно, как правило, путём

воздействия магнитного поля на магнитные моменты ядер или пространственно неоднородного электрич. поля на квадрупольные моменты ядер. Различают статич. и динамич. методы ориентации, в которых применяются соответственно постоянные и переменные поля. Ряд методов основан на использовании магнитных и электрич. полей высокой напряжённости, создаваемых электронами атомов. Направленность этих полей может быть связана с ориентированностью атомов или с пространственной упорядоченностью атомов в кристалле и обусловленной ею асимметрией электронных оболочек (такие поля, действующие на ядра в кристаллах, называют внутрикристаллическими). При использовании статич. методов тепловое движение ядерных спинов подавляет ориентирующее действие полей, поскольку ядерные моменты малы и энергия их взаимодействия с постоянными магнитными и электрич. полями (даже внутрикристаллическими) незначительна. Поэтому для получения О. я. статич. методами необходимо охлаждение вещества до низких температур. При динамич. ориентации система ядерных спинов не находится в состоянии теплового равновесия, поэтому необходимо не столь существенное охлаждение вещества. В качестве переменного электромагнитного поля, ориентирующего атомы, может использоваться поляризованный свет (метод оптич. накачки).

Ориентация ядер осуществляется при решении разл. физич. задач: при измерении магнитных и квадрупольных моментов ядер, внутрикристаллич. полей, низких и сверхнизких температур; при идентификации ядер и окружающих их атомов в образцах, исследуемых методами ядерного магнитного и ядерного квадрупольного резонанса; при исследовании спин-угловых корреляций в распадах ядер и в ядерных реакциях с целью получения сведений о спинах и чётностях ядерных уровней, о деформациях ядер, о структуре ядерных состояний, о структурных особенностях ядерных процессов, о зависимости ядерных сил от спина, о структуре слабого взаимодействия, нарушающего пространственную чётность; при поляризации нейтронов путём их пропускания через поляризованные ядерные мишени.

Литература

Лит.: Вилков Л. В., Пентин Ю. А. Физические методы исследования в химии.

Резонансные и электрооптические методы. М., 1989; Барабанов А. Л. Симметрии и

спин-угловые корреляции в реакциях и распадах. М., 2010.