**Фермионы**

**Интерференция тождественных частиц.**

Как отмечалось, все электроны эквиволентны друг другу. Это означает, что в случае системы с несколькими электронами в различных состояниях принципиально невозможно указать, какой из электронов реально находится в каждом из состояний. Общие принципы квантовомеханического описания позволяют описать эту “классически странную” ситуацию весьма просто: существует множество ортогональных базисных состояний системы (на самом деле неразличимых), соответствующих всевозможным размещениям “мысленно занумерованных” электронов по одноэлектронным состояниям, а реализующееся в природе состояние есть их суперпозиция. Например, простой двухэлектронной системой с двумя состояниями является атом гелия, один электрон которого находится на самом нижнем энергетическом уровне , а другой - на ближайшем возбужденном уровне . Мыслимы симметричная и антисимметричная линейные комбинации эквиволентных состояний:



(1) .



В рамках релятивистской квантовой теории исходя из требований релятивистской инвариантности и положительности числа частиц в системе может быть получен однозначный ответ на вопрос, какое из этих двух состояний реализуется в природе: амплитуды тождественных частиц с полуцелым спином интерферируют, всегда образуя антисиметричные состояния, в случае систем тождественных частиц с целым спином всегда реализуются симметричные системы . По мнению Р.Фейнмана сложность доказательства столь просто формулируемого правила свидетельствует о неполноте наших знаний фундаментальных законов природы.

**Фермионы.**

Из правила интерференции непосредственно следует принцип Паули для электронов: в случае нахождения двух электронов в полностью эквивалентных состояниях (все квантовые числа одинаковы) разность в (1) превращается в 0, что означает равную нулю вероятность реализации такого состояния, т.е. его невозможность.

Специфическое свойство частиц с полуцелым спином (“фермионов”) не занимать состояния с уже имеющейся частицей видоизменяет функцию их распределения по сравнению с классической статистикой Больцмана:

(2) .



Распределение (2) получило название статистики Ферми-Дирака.

Указанному свойству фермионов наш мир “обязан” своим многообразием: если бы запрета Паули не существовало, элетроны всех атомов собирались бы на самом нижнем энергетическом уровне, химические свойства различных элементов были бы одинаковыми.