

1. Принцип квантовой
тождественности
частич. Фермионы и
бозоны.

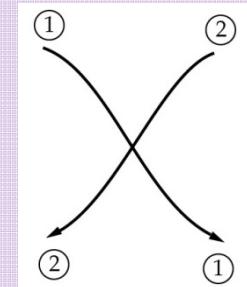
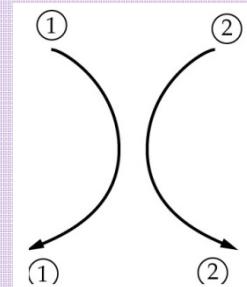
1.

Принцип квантовой тождественности микрочастиц

Классическая физика...

Траектория...

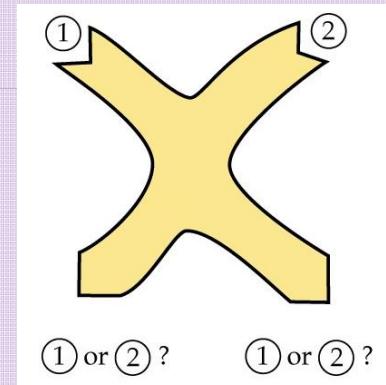
Одинаковые частицы различимы .



Квантовая физика микромира...

Траектории нет!

Одинаковые частицы неразличимы .



Частицы одинаковой природы, входящие в состав какой-либо квантовой системы, являются неразличимыми и перестановка их местами не означает какого-либо физического явления.

2.

Фермионы и бозоны.

Рассмотрим кв.мех.систему состоящую из 2-х микрочастиц одинаковой природы. $\rightarrow \Psi(\vec{r}_1, \vec{r}_2)$

\vec{r}_1, \vec{r}_2 - совокупность параметров, определяющих квантовое состояние 1-ой и 2-ой частиц...

Принцип квантовой тождественности микрочастиц



$$|\Psi(\vec{r}_1, \vec{r}_2)|^2 = |\Psi(\vec{r}_2, \vec{r}_1)|^2$$



$$\Psi(\vec{r}_1, \vec{r}_2) = \pm \Psi(\vec{r}_2, \vec{r}_1)$$

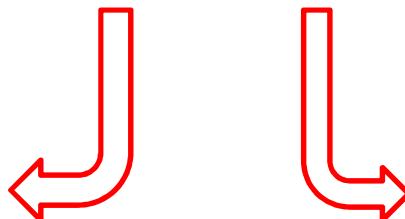
Антисимметричная волновая функция

$$\Psi(\vec{r}_1, \vec{r}_2) = -\Psi(\vec{r}_2, \vec{r}_1)$$

Частицы, имеющие полуцелый спин

Фермионы

$$S_x = m_s \hbar, \text{ где } m_s = \pm \frac{1}{2}$$



Симметричная волновая функция

$$\Psi(\vec{r}_1, \vec{r}_2) = +\Psi(\vec{r}_2, \vec{r}_1)$$

Частицы, имеющие целый спин

Бозоны

$$m \hbar$$

Антисимметричная
волновая функция

$$\Psi(\vec{r}_1, \vec{r}_2) = -\Psi(\vec{r}_2, \vec{r}_1)$$

Частицы, имеющие
получелый спин

Фермионы

$$S_z = m_s \hbar, \text{ где } m_s = \pm \frac{1}{2}$$

Электроны, протоны,
позитроны, нейтроны,
нейтрино и др.

Подчиняются принципу Паули

Пусть $|\Psi(\vec{r}_1, \vec{r}_1)|^2$ - вероятность
обнаружить два фермиона в
одном квантовом состоянии

$$\Psi(\vec{r}_1 \vec{r}_1) = -\Psi(\vec{r}_1 \vec{r}_1)$$

$$\Psi(\vec{r}_1 \vec{r}_1) = 0 \Rightarrow |\Psi(\vec{r}_1 \vec{r}_1)|^2 = 0$$

т.е., вероятность обнаружения 2-х фермионов в
одном квантовом состоянии равна нулю

Симметричная
волновая функция

$$\Psi(\vec{r}_1, \vec{r}_2) = +\Psi(\vec{r}_2, \vec{r}_1)$$

Частицы, имеющие
целый спин

Бозоны

$$m\hbar$$

Фотоны, мезоны,
альфа-частицы и т.д.



Не подчиняются принципу Паули:
В одном квантовом состоянии может
находиться любое число частиц



$$|\Psi(\vec{r}_1 \vec{r}_1)|^2 \neq 0$$