

Лекция 9.

ВКБ приближение. Неупругие столкновения

При больших значениях орбитального квантового числа l фазы рассеяния можно легко найти из квазиклассического (ВКБ) представления о движении частицы в потенциальном поле рассеивающего центра и в этом случае имеем следующее выражение для фазовых сдвигов:

$$\delta_l = \int_{r_0}^{r_c} \sqrt{k^2 - \frac{(l+1/2)^2}{r^2}} - U(r) dr - \int_{r_1}^{r_c} \sqrt{k^2 - \frac{(l+1/2)^2}{r^2}} dr, \quad (9.1)$$

где r_0, r_1 - корни первого и второго подкоренного выражений; r_c - радиус обрезания потенциала $U(r)$. Квазиклассическое приближение применимо при больших энергиях налетающих частиц, когда $k r_c \gg 1$. Это условие означает малость длины волны частицы с радиусом действия потенциального поля. Причем основной вклад при этом вносят частицы по сравнению с большими орбитальными моментами l .

Отдельно в теории элементарных процессов рассматривается класс столкновений тяжелых частиц, т.е. когда сталкивающиеся частицы это ионы, атомы или молекулы. Данный тип столкновений по сравнению с электронным ударом обладает гораздо большим числом возможных реакций, поскольку эти все эти частицы характеризуются внутренним состоянием. Последовательное теоретическое описание столкновений тяжелых частиц – сложная задача. Важное место при описании столкновений тяжелых частиц занимает критерий Месси. Рассмотрим время столкновения τ и время передачи энергии t . Пусть v - относительная скорость сталкивающихся частиц, a - характерное расстояние межчастичного потенциала взаимодействия. Тогда $\tau = a / v$. $t = \hbar / \Delta E$.

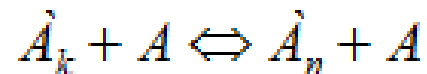
Тогда, если $\tau / t = \frac{a \Delta E}{v \hbar} \gg 1$ передача энергии успевает произойти, причем внутренне состояние частиц не меняется, так как движутся они относительно друг друга очень медленно и внутренние состояния не возмущаются. Такие столкновения называются адиабатическими.

Если $\tau / t = \frac{a \Delta E}{v \hbar} \sim 1$, тогда столкновения носят выраженный неупругий характер.

И, наконец, если $\tau / t = \frac{a \Delta E}{v \hbar} < 1$, это означает, что время взаимодействия слишком мало, чтобы произошла передача энергии и столкновения вновь становятся упругими.

Возбуждение и тушение , ионизация и трехчастичная рекомбинация тяжелых частиц.

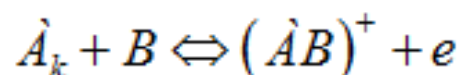
Возбуждение и тушение (2), ионизация и трехчастичная рекомбинация (3) тяжелых частиц.



Если энергия возбуждения $\dot{A}_k$ больше энергии ионизации B , причем $\dot{A}_k$ находится в метастабильном состоянии, то этот процесс (3) называется эффектом Пеннинга.

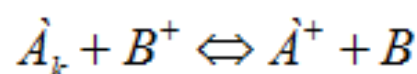
Ассоциативная ионизация и диссоциативная рекомбинация

Процесс соударения двух атомов, при котором образуется молекулярный ион и электрон, называется ассоциативной ионизацией. Встречный процесс называется диссоциативной рекомбинацией.



Перезарядка

Перезарядка при столкновении протекает по следующей схеме



Т.е. электрон от атома A переходит к иону B^+ . Процесс столкновения атома A с ионом того же сорта называется резонансной перезарядкой

