

но мала. В приближении Ландау — Дыхне (1961) [1, 2] она равна

$$W_{fi} = \exp \left\{ -\frac{2}{\hbar} \text{Im} \int_{t'}^t \Delta \mathcal{E}(t) dt \right\}.$$

Здесь t' — любая точка на веществ. оси времени, t — точка в верхней полуплоскости комплексного времени t , в k -рой $\Delta \mathcal{E}(t) = 0$. В случае степенной малости (напр., в процессах кулоновской ионизации атомов медленными тяжёлыми частицами) вероятности Н. п. находятся в первом приближении Борна — Фока (М. Борн), установленного в 1928:

$$W_{fi} = \left| \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dt}{\Delta \mathcal{E}(t)} \langle f | \frac{\partial \hat{V}}{\partial t} | i \rangle \exp \left\{ \frac{i}{\hbar} \int_{-\infty}^t \Delta \mathcal{E}(t') dt' \right\} \right|^2,$$

где $\hat{V}(t)$ — оператор взаимодействия.

Квазирезонансные Н. п., т. е. переходы с относительно малыми дефектами энергии, происходят при расстояниях R_0 , значительно превышающих типичные атомные размеры a_0 , и характерные их сечения относительно велики: $\sigma \sim R_0^2$. Успешное развитие корректной асимптотич. теории квазирезонансных Н. п. обусловлено наличием малого параметра a_0/R_0 и ограниченностью числа состояний квазимолекулы при больших межъядерных расстояниях [3]. В отсутствие вырождения вероятностями переходов на др. уровни, кроме рассматриваемых двух (начального и конечного), при $R_0 \gg a_0$ можно пренебречь, а адекватным оказывается приближение двух состояний. В предположении классичности движения системы в области неадиабатичности, в небольшом диапазоне изменения межатомных расстояний вблизи квазирезонансности или пересечения термов (см. *Пересечение уровней*), неадиабатич. связь описывается моделью Ландау — Зинера — Штюкельберга (С. М. Zener, E. C. G. Stueckelberg), установленной в 1932 [2—4]. Среди других, более общих, в т. ч. и нелинейных, моделей неадиабатич. связи, наиб. широко используется т. н. экспоненциальная модель [3, 4], качественно верно описывающая случаи произвольной перестройки адиабатич. ф-ций при переходе через область неадиабатичности.

В практич. отношении весьма важен обширный класс полуклассич. процессов столкновений с локальным нарушением адиабатич. критерия $\xi \gg 1$, происходящим в результате сближения или пересечения квазимолекулярных термов при нек-рых межатомных расстояниях. Для атомов средней массы — это столкновения в области от тепловых энергий до сотен эВ. В приближении пространств. локализации матрица рассеяния находится путём сшивания решений в областях неадиабатич. связи с решениями в областях адиабатич. эволюции [4]. Для построения многоканальной полуклассич. матрицы рассеяния в случае хорошо локализов. переходов чаще всего используются модели неадиабатич. связи двух состояний. В случае неск. каналов для расчёта матрицы рассеяния в областях неадиабатич. связи используют разл. варианты теории возмущений: борновское приближение и его модификацию методом искажённых волн [5], метод почти адиабатич. возмущений Ландау — Дыхне или Борна — Фока [1, 2, 4], *внезапных возмущений метод* [4, 6] и др. В отсутствие пространств. локализации Н. п. для построения многоканальной полуклассич. матрицы рассеяния решают систему многих ур-ний приходится, как правило, численно. Исключения составляют Н. п. между высоковольтбуждёнными (почти классическими) состояниями в атомах, когда полуклассич. матрица рассеяния может быть найдена аналитически, исходя из *соответствия принципа* квантовой механики (предельного перехода $\hbar \rightarrow 0$).

Квазирезонансные Н. п. играют определяющую роль в кинетике формирования компонентов плазмы, активной среды газовых лазеров, атмосферы и т. п. Экспериментально и теоретически исследуются такие Н. п. в медленных атомных столкновениях, как резонансная и нерезонансная перезарядка, передача возбуждения, дезактивация, деполаризация, спиновый обмен, переходы между компонентами тонкой и сверхтонкой структуры электронных оболочек атомов, между разл. молекулярными состояниями, столкновения с участием отрицат. ионов и др. Цели исследований — получение детальной информации о механизмах и особенностях элементарных процессов столкновений, а также надёжная оценка величин вероятностей и сечений разл. каналов возбуждения.

Лит.: 1) Дыхне А. М., *Адиабатическое возмущение состояния дискретного спектра*, «ЖЭТФ», 1961, т. 41, с. 1324; 2) Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., *Квантовая механика*, 4 изд., М., 1989; 3) Галицкий В. М., Никитин Е. Е., Смирнов В. М., *Теория столкновений атомных частиц*, М., 1981; 4) Никитин Е. Е., Уманский С. Я., *Неадиабатические переходы при медленных атомных столкновениях*, М., 1979; 5) Мотт Н., Мессии Г., *Теория атомных столкновений*, пер. с англ., 3 изд., М., 1969; 6) Дыхне А. М., Юдин Г. Л., *«Встряхивание» квантовой системы и характер стимулированных им переходов*, «УФН», 1978, т. 125, с. 377. Г. Л. Юдин.

НЕВЕСОМОСТЬ — состояние, в к-ром находится материальное тело, свободно движущееся в поле тяготения Земли (или любого др. небесного тела) под действием только сил тяготения. Отличит. особенность состояния Н. в том, что при Н. действующие на частицы тела внеш. силы (силы тяготения) не вызывают взаимных давлений частиц тела друг на друга.

Когда тело покоится в поле тяготения Земли на горизонтальной плоскости, на него действуют сила тяжести и численно равная ей, но противоположно направленная сила — реакция плоскости. В результате в теле возникают внутр. усилия в виде взаимных давлений частиц тела друг на друга. Человеческий организм воспринимает такие внутр. усилия как привычное для него состояние весомости. Появляются эти внутр. усилия за счёт действия реакции плоскости. Реакция является силой поверхностной, т. е. силой, непосредственно действующей на какую-то часть поверхности тела; другим же частицам тела действие этой силы передаётся путём давления на них соседних частиц, что и вызывает в теле соответствующие внутр. усилия. Аналогичные внутр. усилия возникают при действии на тело любых др. поверхностных сил: силы тяги, силы сопротивления среды и т. п. Если поверхностная сила численно больше силы тяжести, то соответственно больше и внутр. усилия, что вызывает явление перегрузки и имеет, напр., место при старте ракеты.

Сила тяготения является силой массовой и, в отличие от поверхностных сил, действует непосредственно на каждую из частиц тела. Поэтому, когда на тело действуют только силы тяготения, они непосредственно сообщают каждой из частиц тела одно и то же ускорение и эти частицы движутся как свободные, не оказывая взаимных давлений друг на друга; тело находится в состоянии Н.

Вообще состояние Н. имеет место, когда: а) действующие на тело внеш. силы являются только массовыми (силы тяготения); б) поле этих массовых сил локально однородно, т. е. силы поля сообщают всем частицам тела в каждом его положении одинаковые по модулю и направлению ускорения, что при движении в поле тяготения Земли практически имеет место, если размеры тела малы по сравнению с радиусом Земли; в) нач. скорости всех частиц тела по модулю и направлению одинаковы (тело движется поступательно).

Напр., космич. летат. аппарат (или ИСЗ) и все находящиеся в нём тела, получив соответствующую нач. скорость, движутся под действием сил тяготения вдоль своих орбит практически с одинаковыми ускорениями, как свободные, и ни сами тела, ни их частицы взаимных давлений друг на друга не оказывают, т. е. находятся