

ФРАГМЕНТАЦИЯ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ

В.К. Лукьянов, Ю.А. Панебратцев, А.Н. Титов

Первые эксперименты по выходам фрагментов в реакциях с релятивистскими тяжелыми ионами объяснены на основе двухстадийного механизма процесса: на первой стадии ион возбуждается в результате периферического столкновения с ядром-мишенью, на второй — распадается статистически на лету с выходом фрагмента.

После первого эксперимента по фрагментации релятивистских ионов кислорода на бериллиевой мишени [1] появился ряд моделей механизма такой реакции [2-6]. Оказалось, что наряду с распределением фрагментов по импульсам к выбору механизма наиболее критично рассмотрение выходов продуктов реакции. Однако в [1] данных по выходам не приводилось, поэтому вопрос о выборе механизма оставался пока открытым. И лишь недавно в работе [7] выходы реакции измерены экспериментально. Это выходы быстрых фрагментов со средней скоростью, равной скорости падающего иона в реакциях столкновения релятивистских ионов ^{12}C ($E = 2,1, 1,05 \text{ ГэВ/Н}$) и ^{16}O ($E = 2,1 \text{ ГэВ/Н}$) с различными мишенями от водорода до свинца. Результаты удалось представить в виде [7]

$$\sigma = \gamma_B^F (A_T^{1/3} + A_B^{1/3} - 1,6), \quad (1)$$

где γ_B^F не зависит от энергии налетающего иона и атомного номера мишени A_T и падающего иона A_B , а характеризует зависимость лишь от Z и A регистрируемого фрагмента.

Здесь мы попытаемся объяснить наблюдаемые выходы фрагментов γ_B^F на основе модели, предложенной в [6]. Реакция идет в две стадии. На первой стадии ион возбуждается до энергии E^* в результате периферийного столкновения с ядром-мишенью, на второй стадии происходит его статистический распад на лету с выходом фрагмента энергии ϵ . Тогда распределение фрагментов должно подчиняться отношению фазовых объемов в конечном состоянии

$$W(i) d\epsilon = \frac{\rho_f(E^* - \epsilon + Q_{gg})}{\rho_c(E^*)} \epsilon d\epsilon \sim c(\epsilon) e^{-\frac{Q_{gg}(i)}{T}} \quad (2)$$

где ρ есть плотность состояний соответственно до (c) и после (f) статистического распада, а $Q_{gg} = M_{i \cdot n} - M_{gr} - M_f(i)$ есть энергия реакции, выделяемая в канале развала i , с выходом фрагмента массы $M_f(i)$ и $M_{i \cdot n}$ — массой остальных продуктов реакции, $T = \sqrt{2E^*/a^2}$ — температура возбуждения иона. (Формула (1) получена в предположении малости $\epsilon - Q_{gg}$

по сравнению с энергией возбуждения иона E^*). Поскольку в эксперименте регистрируется только один продукт реакции — фрагмент массы

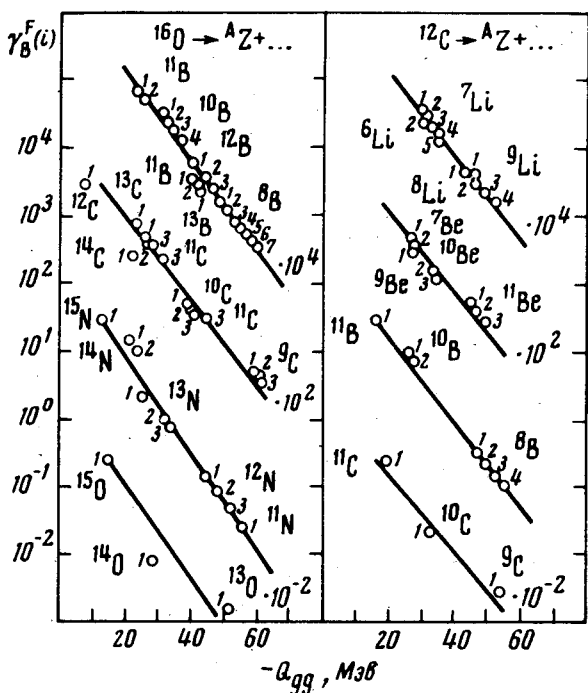
M_{it} , а остальные продукты реакции с $M_r(i)$ не регистрируются, то наблюдается суммарный выход $\gamma_B^F = \sum_i \gamma_B^F(i)$, где $\gamma_B^F(i)$ выход в канале i . Тогда данные удобно представить в виде

$$\gamma_B^F(i) = \gamma_B^F \Gamma(i) \quad (3)$$

где

$$\Gamma(i) = W(i) / \sum_i W(i) \quad (4)$$

характеризует ширину канала. На рисунке представлены результаты расчета $\gamma_B^F(i)$ с помощью формул (2), (4). Кружками приведены величины (2), цифры означают номер соответствующего канала, массы продуктов которого выбираются из условия минимального значения Q -реакции.



Относительный выход фрагментов в зависимости от Q_{gg} -реакции

Видно, что 1) выходы действительно подчиняются экспоненциальной зависимости от Q_{gg} реакции, что в свою очередь подтверждает механизм статистического распада иона в собственной системе координат. (Если процесс неравновесный, то T имеет смысл эффективной температуры (см. [6, 8]). Из наклона прямых определяется температура $T \approx 7,5$ Мэв для иона ^{12}C и $T \approx 7,0$ Мэв для ^{16}O . Небольшое уменьшение T для более тяжелого ядра является естественным. 2) Дополнительным подтверждением этого механизма могли бы служить эксперименты на совпадение с регистрацией тяжелого фрагмента и легких продуктов с импульсами на нуклон, близкими к соответствующим импуль-

сам падающего иона. 3) В данной модели остается вопрос о механизме первой стадии реакции: как происходит передача иону большой энергии возбуждения $E^* \geq 50 \text{ Мэв}$ и почему для всех фрагментов наблюдаемые распределения по импульсам имеют примерно одинаковую ширину. Так, если первая стадия идет в соответствии с механизмом прямой реакции, то следует ожидать изменения ширины с изменением энергии отделения фрагмента в падающем ионе $\sim \sqrt{2A_{fr}(A_B - A_{fr})E_{fr}}$.

Объединенный институт
ядерных исследований

Поступила в редакцию
31 июля 1975 г.
После переработки
10 сентября 1975 г.

Литература

- [1] Н.Н. Heckman et al. Proc. Fifth Int. Conf. on NEPNS in Uppsala, 1974.
 - [2] H. Feshbach, K. Huang. Phys. Lett., **47B**, 300, 1973.
 - [3] J. V. Lepore, R. J. Riddell. LBL-3086, 1974.
 - [4] R. K. Bhadury. Phys. Lett., **50B**, 211, 1974.
 - [5] А. М. Балдин. ДАН СССР, **222**, 1064, 1975.
 - [6] V. K. Lukyanov, A. I. Titov. Phys. Lett., **57B**, 11, 1975.
 - [7] P. J. Lindstrom, D. F. Greiner, Н. Н. Heckman. В. Cork, F. S. Bieser. LBL-3650, 1975.
 - [8] К. К. Гудима, А. С. Ильинов. В. Д. Тонеев. Препринт ОИЯИ, Р7-7915, Дубна, 1974.
-