

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

A 187

P1-87-830

В.В.Авдейчиков*, А.И.Богданов*, В.А.Будилов,
Е.А.Ганза*, Н.Л.Горшкова, К.Г.Денисенко*,
Н.К.Жидков, О.В.Ложкин*, Ю.А.Мурин*,
В.А.Никитин, П.В.Номоконов, М.Трайкова

НАБЛЮДЕНИЕ МИНИМУМА
В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ
ПАРАМЕТРА τ
ЗАРЯДОВОГО ВЫХОДА ФРАГМЕНТОВ
ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ РЕЛЯТИВИСТСКИХ
ЯДЕР ${}^4\text{He}$ С ЯДРАМИ ЗОЛОТА

Направлено в журнал "Письма в ЖЭТФ"

* Радиевый институт им.В.Г.Хлопина, Ленинград

Исследование зависимости характеристик образования фрагментов промежуточной массы /ФПМ/ от энергии налетающих частиц имеет большое значение для изучения возможных проявлений нестабильностей и критических явлений в ядерной материи^{/1/}. Важнейшим параметром при этом является τ , определяемый по зарядовому выходу фрагментов $\sigma(Z)$ по формуле

$$\sigma(Z) \sim Z^{-\tau}. \quad /1/$$

Модель образования фрагментов промежуточных масс, предполагающая осуществление фазового перехода "газ-жидкость"^{/2/}, статистическая теория мультифрагментации^{/3/}, модель ядерной решетки^{/4/} и другие модели, развиваемые в последнее время, предсказывают определенное поведение зарядового выхода в зависимости от энергии возбуждения системы или других параметров, присущих данной модели. Так, теория фазового перехода "газ-жидкость" предсказывает достижение параметром τ минимального значения при критическом значении давления и плотности вещества в системе. В экспериментах, посвященных изучению зависимости τ от энергии падающих частиц, минимум до сих пор не наблюдался, однако анализ имеющихся данных^{/5/} указывает на возможность его существования.

В предыдущей работе^{/5/} рассматривается зависимость τ от энергии протонов в реакции $^1\text{H} + \text{Au}$. Было обнаружено насыщение τ с ростом энергии пучка. Ниже представлены результаты изучения инклюзивных дифференциальных сечений образования ФПМ в реакции $^4\text{He} + \text{Au}$ в диапазоне энергии ^4He 1,3-13,5 ГэВ. Регистрируются фрагменты с зарядами $Z = 5-12$ в диапазоне кинетической энергии 1-11 МэВ/нуклон под углами $35-135^\circ$. Измеренные сечения опубликованы в^{/6/}. Методика эксперимента описана в^{/7/}.

Анализ спектров фрагментов проведен с помощью диаграмм

$$\frac{1}{P} \frac{d^2\sigma}{dE_f d\Omega} = f(v_{||}, v_{\perp}), \quad v_{||} \text{ и } v_{\perp} - \text{продольная и поперечная}$$

составляющие скорости данного фрагмента. Обнаружено наличие по крайней мере двух источников, определяющих форму энергетического спектра фрагментов. В области малой кинетической энергии фрагмента E_f доминирует вклад источника с продольной скоростью $\beta_1 = 0,008$ с. в области высокой энергии - источника

с продольной скоростью $\beta_2 = 0,02 c$, где c - скорость света. Указанные значения β_1 и β_2 характерны для всех Z фрагментов и энергий пучка. Экспериментальные данные^{/8/}, а также ряд теоретических моделей^{/9, 10/} указывают на значительный вклад двухтельного распада высоковозбужденных ядер в сечение образования ФПМ. Поэтому дифференциальное сечение образования фрагмента под определенным углом можно параметризовать в виде

$$d\sigma(Z, E_f) = d\sigma_1(Z) \cdot f_1(\beta_1, T_1, E_f) + d\sigma_2(Z) \cdot f_2(\beta_2, T_2, E_f), \quad /2/$$

где f_1 описывает двухтельный статистический распад по формулам теории асимметричного деления высоковозбужденной ядерной системы^{/10/} со скоростью β_1 и температурой T_1 , а f_2 - вклад источника со скоростью β_2 и температурой T_2 . $d\sigma_1$ и $d\sigma_2$ - веса этих источников. f_2 параметризован нами в виде модифицированного максвелл-больцмановского распределения^{/11, 5/}, имеющего кулоновский барьер, близкий к нулю. Описание экспериментальных данных зависимостью /2/ дает $T_1 = 9,6$ МэВ, $T_2 = 20$ МэВ. На рис.1 изображено описание дифференциальных спектров фрагментов с $Z = 5$ и 9 в реакциях $^1H + Au$ и $^4He + Au$ в виде /2/, представлены также составляющие f_1 и f_2 .

Параметризация /2/ хорошо описывает данные под различными углами наблюдения и используется для восстановления ненаблюдаемой нами низкоэнергетической части спектров /ее вклад оценивается нами $\sim 8\%$ и определения полного зарядового выхода фрагментов. На рис.2. представлена зависимость полных зарядовых выходов σ , σ_1 и σ_2 от энергии пучка 4He . Наблюдается рост сечения $\sigma / Z = 5-7/$ при неизмен-

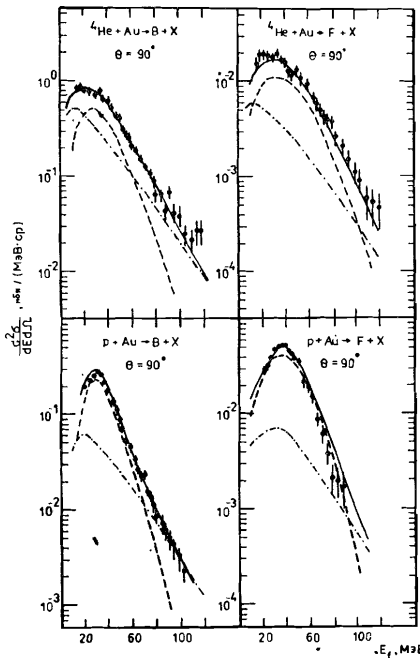


Рис.1. Энергетические спектры фрагментов В и F, вылетающих под углом 90° в лаб. системе в реакции $p + Au$ при энергии налетающих протонов 2,55 ГэВ, и для реакции $^4He + Au$ при энергии 4He 13,48 ГэВ. Сплошными линиями представлено описание формулой /2/. Пунктирной и штрихпунктирной линиями показаны составляющие f_1 и f_2 .

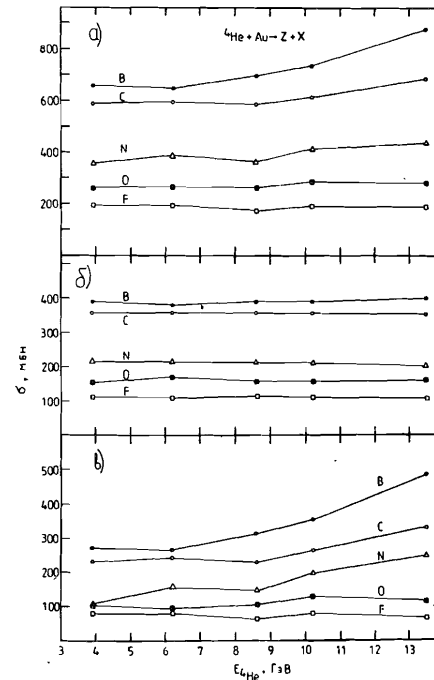


Рис.2. Выходы фрагментов с $Z = 5-9$ в реакции $^4He + Au$, проинтегрированные по углу наблюдения: а/ полные выходы /2/; б/ выходы для компоненты f_1 ; в/ выходы для компоненты f_2 .

ном сечении $\sigma / Z = 8-9/$. При этом рост полного сечения выхода фрагментов определяется компонентой σ_2 .

Анализ зарядового выхода по формуле /1/ /рис.3/ приводит к следующим результатам. Параметр $\tau / E_{^4He}$ имеет минимум при $E_{^4He} \sim 6$ ГэВ. При этом последующий рост τ обусловлен быстрой компонентой σ_2 .

Полученный результат не может быть однозначно связан с фазовым переходом типа "газ-жидкость" в ядерной материи из-

за отсутствия данных по множественности образования фрагментов. Не вполне ясна и физическая природа быстрой компоненты сечения, характеристики которой можно, однако, рассматривать как проявление мультифрагментационного механизма^{/8/} /близкий к нулю барьер взаимодействия и температура $T \sim 20$ МэВ, возможно, отражающая импульсное распределение нуклонов в ядре/.

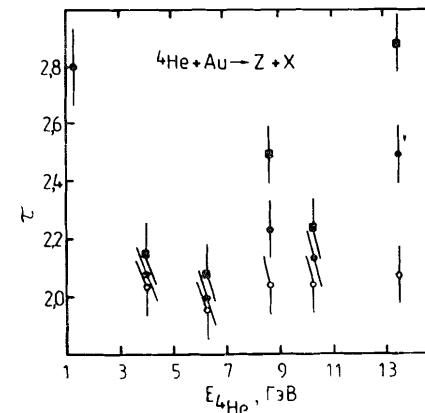


Рис.3. Зависимость τ от энергии пучка 4He для реакции $^4He + Au$. ● - параметр τ , определенный по полным выходам /2/; ○ - параметр τ , определенный по выходам компоненты f_1 ; ■ - параметр τ , определенный по выходам компоненты f_2 .

ЛИТЕРАТУРА

1. Finn J.E. et al. Phys.Rev.Lett., 1982, 49, p.1321.
2. Minich R.W. et al. Phys.Lett., 1982, v.B118, p.458.
3. Mishustin I.N. Nucl.Phys., 1985, v.A447, p.67.
4. Bauer W. et al. Nucl.Phys., 1986, v.A452, p.699.
5. Авдейчиков В.В. и др. Письма в ЖЭТФ, 1987, т.46. с.141.
6. Авдейчиков В.В. и др. Сообщение ОИЯИ Р1-87-609, Р1-87-709, Дубна, 1987.
7. Авдейчиков В.В. и др. Сообщение ОИЯИ Р1-87-509, Дубна, 1987.
8. Bougault R. et al. Phys.Rev., 1987, v.C36, p.830.
9. Friedman W.A., Lynch W.G. Phys.Rev., 1983, v.C28, p.16.
10. Moretto L.G. Nucl.Phys., 1975, v.A247, p.211.
11. Poskanzer A.M., Butler G.W., Hyde E.K. Phys.Rev., 1971, v.C3, p.882.

Рукопись поступила в издательский отдел
24 ноября 1987 года.

Авдейчиков В.В. и др. P1-87-830
Наблюдение минимума в энергетической зависимости параметра τ зарядового выхода фрагментов при взаимодействии релятивистских ядер ${}^4\text{He}$ с ядрами золота

Измерены зарядовые выходы фрагментов $/5 \leq Z \leq 12/$ в реакции ${}^4\text{He} + \text{Au}$ в диапазоне кинетических энергий $E_{4\text{He}} = 1,3-13,5$ под углами $35-135^\circ$. Сечения выхода параметризованы зависимостью $\sigma / Z \sim Z^{-\tau}$. Обсуждается природа обнаруженного минимума параметра $\tau / E_{4\text{He}}$ при $E_{4\text{He}} \approx 6$ ГэВ.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой.

Avdejchikov V.V. et al. P1-87-830
Observation of Minimum in Energy Dependence of τ Parameter of Charge Fragment Yield in Interaction of ${}^4\text{He}$ Relativistic Nuclei with Gold Nuclei

Charge yields for the formation of fragments with $Z = 5-12$ charges in the laboratory angle range of $35-135^\circ$ in collisions of ${}^4\text{He}$ particles with gold at the kinetic energies $E_{4\text{He}} = 1.3-13.5$ GeV have been measured. Charge yields are approximated by $\sigma(Z) \sim Z^{-\tau}$ dependence. The nature of minimum in $\tau(E_{4\text{He}})$ -dependence at $E_{4\text{He}} \approx 6$ GeV is discussed.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987