

ОБРАЗОВАНИЕ ФРАГМЕНТОВ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ МАСС В РЕАКЦИИ $p + Au$ В ИНТЕРВАЛЕ ЭНЕРГИЙ ПРОТОНОВ 2,6 – 7,5 ГэВ

*В.В.Авдейчиков¹⁾, А.И.Богданов¹⁾, В.А.Будилов,
Е.А.Ганза¹⁾, К.Г.Денисенко¹⁾, Н.К.Жидков, О.В.Ложкин¹⁾,
Ю.А.Мурин¹⁾, В.А.Никитин, П.В.Номоконов, М.Д.Трайкова*

В реакции $p + Au \rightarrow A_F + X$ ($E_p = 2,6 - 7,5$ ГэВ в лаб. системе) измерены сечения $d\sigma/d\Omega$ образования фрагментов с зарядами $z_F = 5 - 12$. Энергия фрагментов 1,2 – 10 МэВ/нуклон, угол регистрации 88° в лаб. системе. В зависимости от заряда фрагмента, сечения аппроксимировались функцией $d\sigma/d\Omega \sim z_F^{-\tau}(E_p)$. Ожидаемый в модели фазового перехода "газ – жидкость" локальный минимум в $\tau(E_p)$ не обнаружен.

В работе ¹ предложен механизм образования фрагментов промежуточных масс ($A_F = 10 - 30$) как процесс конденсации сильно разогретого нуклонного газа. Подход ¹⁻⁵ основывается на теории фазового перехода "газ – жидкость", разработанный в ⁶ для классического газа Ван – дер – Ваальса. Исходя из сходства фазовых диаграмм нуклонного и классического газов ⁷, следует ожидать ¹⁻³ степенную зависимость сечения образования фрагментов от их заряда z_F (или массы) $\sigma(z_F) \sim z_F^{-\tau}$.

Параметр τ , как и в случае конденсации классического газа, должен иметь минимальное значение в критической точке фазовой диаграммы "газ – жидкость". Аналогичные предсказания дает также теория перколяции ⁸. С целью выяснения характера поведения τ как функции энергии пучка протонов нами были проведены измерения дифференциальных сечений $d^2\sigma/dEd\Omega$ образования фрагментов с $z_F = 5 - 12$ в реакции $p + Au \rightarrow A_F + X$. Эксперимент проведен на внутреннем пучке синхрофазотрона ОИЯИ при шести значениях энергии протонов E_p : 2,55; 3,36; 4,18; 5,02; 5,85 и 7,51 ГэВ в лаб. системе. Фрагменты регистрировались под углом 88° в лаб. системе трехдетекторными полупроводниковыми телескопами. Эта методика ⁹ обеспечивает хорошее разделение фрагментов по зарядам и измерение их энергий в диапазоне $E = 1,2 - 10$ МэВ/нуклон. На рис. 1 показаны дифференциальные сечения образования фрагментов. Таблицы сечений опубликованы в ¹⁰.

¹⁾ Радиевый институт им. В.Г.Хлопина, Ленинград.

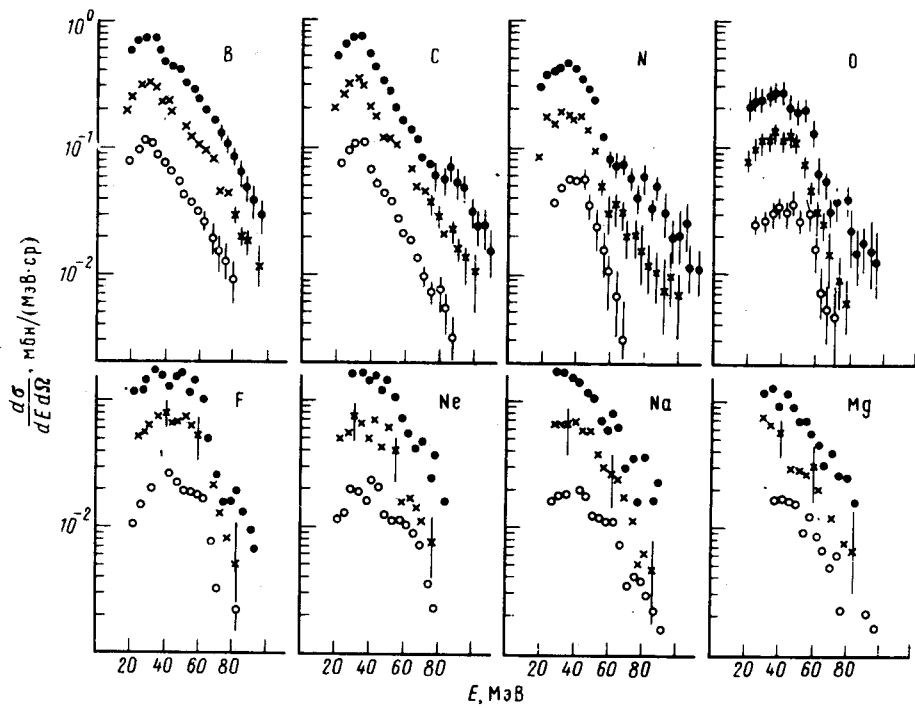


Рис. 1

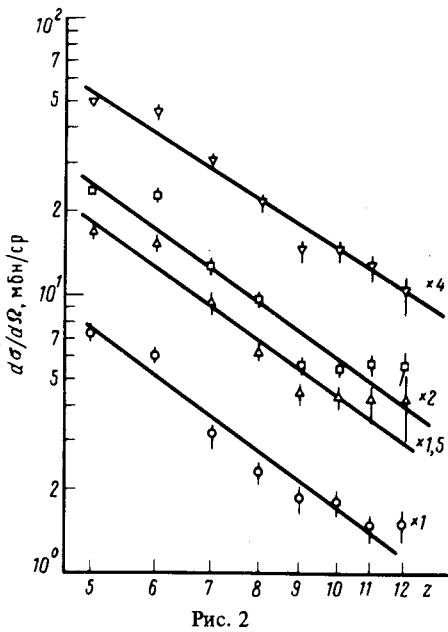


Рис. 2

Рис. 1. Энергетические спектры фрагментов с $z_F = 5 - 12$, зарегистрированных в реакции $p + Au$ при энергиях протонов 2,55 ГэВ (○, умножено на 0,5), 4,18 ГэВ (×), 7,51 ГэВ (●, умножено на 2)

Рис. 2. Зависимость дифференциального сечения выхода фрагментов в реакции $p + Au$ от их заряда при энергиях протонов 2,55 ГэВ (○), 3,36 ГэВ (△, умножено на 1,5), 4,18 ГэВ (□, умножено на 2), 7,51 ГэВ (▽, умножено на 4). Прямые – значения функции $z F^{-\tau}$

Дифференциальные сечения описываются квазимаксвелловской зависимостью¹¹, соответствующей размытому кулоновскому барьеру $(\langle k \rangle - \Delta)B \leq kB \leq (\langle k \rangle + \Delta)B$ фрагмента в ядре мишени:

$$\frac{d^2 \sigma}{dE d\Omega} \sim \int_{\langle k \rangle - \Delta}^{\langle k \rangle + \Delta} (E - kB)^{1/2} \exp\left(\frac{E - kB}{T}\right) dk. \quad (1)$$

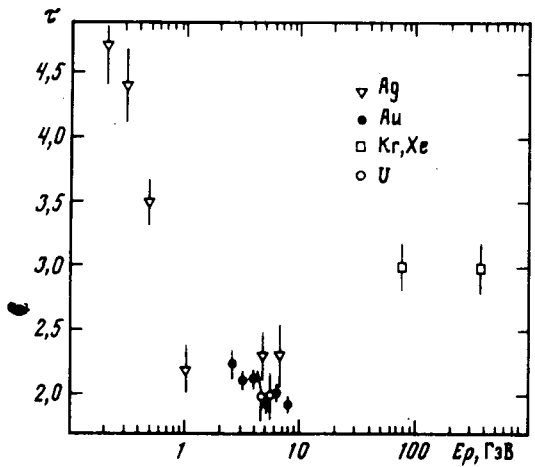


Рис. 3. Зависимость параметра τ от энергии протонов: ● – данные этой работы (мишень Au), ▽ – данные работ¹²⁻¹⁶ (мишень Ag), □ – данные работы² (мишень Kr, Xe), ○ – данные работы¹¹ (мишень U)

Здесь $B = e^2 z_F(z_T - z_F) / (r_0(A_F^{1/3} + (A_T - A_F)^{1/3}))$ – номинальный кулоновский барьер, Δ – его размытие, k – переменная интегрирования, $\langle k \rangle B$ – эффективный кулоновский барьер, T – эффективная температура, $z_{F(T)}$, $A_{F(T)}$ – заряды и массовые числа фрагмента (ядра мишени), соответственно. Зависимость (1) позволяет восстановить неизмеряемую низкоэнергетическую часть спектра фрагментов, что необходимо для вычисления величины $d\sigma/d\Omega$ интегрированием сечения $d^2\sigma/dEd\Omega$ по энергии. На рис. 2 приведены величины $d\sigma/d\Omega$ для нескольких значений энергии налетающих протонов и описание экспериментальных данных аппроксимацией $d\sigma/d\Omega \sim z_F^{-\tau(E_p)}$.

Компиляция данных по значениям $\tau(E_p)$ представлена на рис. 3. Следует иметь в виду, что точки в области $E_p > 80$ ГэВ² получены при угле регистрации 34°, поэтому их прямое сравнение с остальными данными пока не вполне корректно.

Наши данные по параметру τ можно представить в виде $\tau(E_p) = (2,24 \pm 0,01) - (0,0453 \pm \pm 0,0004) E_p$.

Таким образом, в реакции $p + Au$ в исследованном интервале энергий налетающих протонов не обнаружен локальный минимум в значениях параметра τ .

Литература

1. Finn J.E. et al. Phys. Rev. Lett., 1982, 49, 1321.
2. Hirsh A.S. et al. Phys. Rev., 1984, C29, 508.
3. Panagiotou A.D. et al. Phys. Rev. Lett., 1984, 52, 496.
4. Bertch G., Siemens P.J. Phys. Lett., 1983, B126, 9.
5. Lopez J.A., Siemens P.J. Nucl. Phys., 1984, A431, 728.
6. Fisher M.E. Physics (N.Y.), 1967, 3, 255.
7. Jaqaman H.R., Mekjian A.Z., Zamick L. Phys. Rev., 1984, C29, 2067.
8. Biro T.S. et al. Nucl. Phys., 1986, A459, 692.
9. Абашидзе Л.И. и др. Сообщение ОИЯИ I-83-185, Дубна, 1983.
10. Авдейчиков В.В. и др. Сообщение ОИЯИ PI-87-42, Дубна, 1987.
11. Poskanzer A.M. et al. Phys. Rev., 1971, C3, 882.
12. Westfall G.D. et al. Phys. Rev., 1978, C17, 1368.
13. Green R.E.L., Korteling R.G. Phys. Rev., 1980, C22, 1594.
14. Green R.E.L. et al. Phys. Rev., 1984, C29, 1806.
15. Андроненко Л.Н. и др. Нуклон-нуклонные и адрон-ядерные взаимодействия при промежуточных энергиях, Л., 1984, 469.