

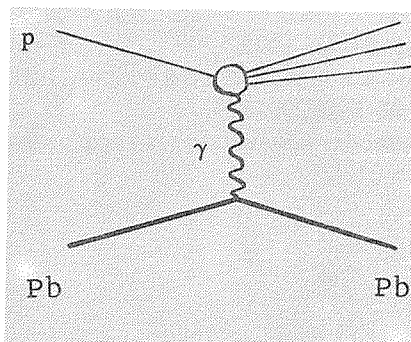
ВКЛАД ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В СЕЧЕНИЕ РОЖДЕНИЯ АДРОНОВ В pPb-СОУДАРЕНИЯХ ПРИ 10^{11} - 10^{17} эВ

Д.С. Адамов, А.Д. Ерлыкин

УДК 539.17.02

Рассчитано эффективное сечение рождения адронов протоном в кулоновском поле ядра свинца. Относительный вклад электромагнитных взаимодействий в неупругие процессы растет с увеличением энергии от 3% при 10^{11} эВ до 17% при 10^{17} эВ.

В процессах электромагнитного рождения адронов в pA-соударениях основным является процесс возбуждения протона в кулоновском поле ядра при обмене одним виртуальным фотоном (рис. 1). Дифференциальное сечение этого процесса в приближении Вайцзеккера – Вильямса описывается следующим выражением $|1 - 3/|$:

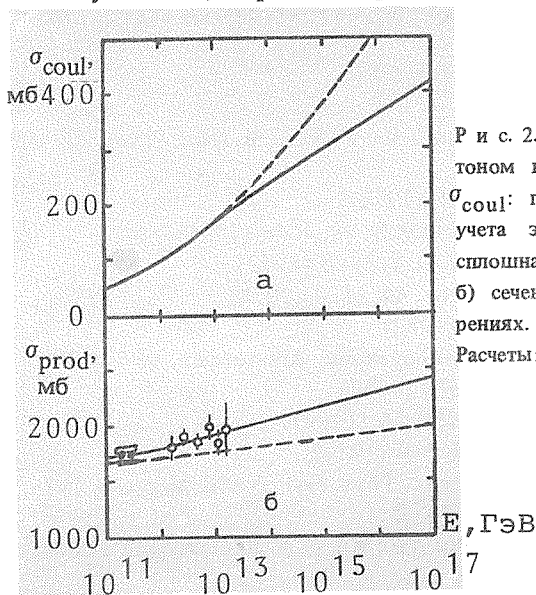


Р и с. 1. Диаграмма электромагнитного возбуждения протона в pPb-взаимодействиях.

$$\frac{d^2 \sigma}{dM^2 dt} = \frac{aZ^2}{\pi} \frac{\sigma_{\gamma p}(M)}{M^2 - m_p^2} \frac{t - t_0}{t^2} [F_{\text{nucl}}(t) - F_{\text{at}}(t)]^2, \quad (1)$$

где M – масса возбужденной адронной системы; t – квадрат переданного четырехимпульса; t_0 – минимальная величина квадрата переданного импульса, необходимая для возбуждения массы M ; a – постоянная тонкой структуры; Z – электрический заряд ядра; m_p – масса протона; $\sigma_{\gamma p}$ – сечение адронобразования в γp -соударениях; $F_{\text{nucl}}(t)$ – электромагнитный формфактор ядра; $F_{\text{at}}(t)$ – атомный формфактор.

Сечение электророждения вычислялось путем интегрирования выражения (1). Интегрирование по t проводилось от t_0 до $t_{\max} = 0,01$ (ГэВ/с)². Экспериментальные данные об энергетической зависимости сечения $\sigma_{\gamma p} / 4 - 6/$ аппроксимировались кусочно-линейными функциями до энергий фотона 40 ГэВ. При больших энергиях сечение $\sigma_{\gamma p}$ считалось постоянным и равным 115 мкб. Электромагнитный формфактор ядра свинца $F_{nucl}(t)$ аппроксимировался функцией $\exp(-12\delta t)$, где t — в (ГэВ/с)². В области энергий свыше 10^{13} эВ важно экранирование ядра атомными электронами. Данные об атомном формфакторе $F_{at}(t)$ были взяты из таблиц /7/; при $t > 1,38 \cdot 10^{-9}$ (ГэВ/с)² использовалась аппроксимация, аналогичная использованной в работе /2/. Результаты вычислений, проведенных как без учета так и с учетом экранирования, приведены на рис. 2а.



Р и с. 2. а) Сечение рождения адронов протоном в кулоновском поле ядра свинца σ_{coul} : пунктирная кривая — сечение без учета экранирования ядра электронами, сплошная — с учетом экранирования; б) сечение рождения адронов в pPb-соударениях. Эксперимент: \square /9/, \bullet /10/, \circ /11/. Расчеты: \blacksquare /9/, $---$ /8/.

Теоретические расчеты сечений взаимодействия адронов с ядрами σ_{nA} проводятся на основе характеристик адрон-нуклонных взаимодействий с использованием модели Глаубера. При ускорительных энергиях расчет по этой модели дает хорошее согласие с экспериментом для легких ядер, однако для ядер с большим Z вычисленные сечения адронобразования σ_{prod}^A меньше экспериментальных /8, 9/. Аналогично превышение экспериментальных сечений над расчетными сохраняется и в области энергий, иссле-

дуремых с помощью космических лучей. На рис. 2б экспериментальные данные о сечении рРb-взаимодействий /9, 11/ показаны в сравнении с расчетами, выполненными по модели Глаубера /8/. Энергетическая зависимость сечений рр-взаимодействия в широком диапазоне энергий была взята согласно модели кварк-глюонных струн /12/ с надкритичностью померона $\Delta = 0,14$. Видно, что даже при быстром росте сечений рр-взаимодействия сечение $\sigma_{\text{prod}}^{\text{pPb}}$ имеет меньшую, чем в эксперименте, величину и сравнительно медленно растет с энергией. Учет и добавление сечения электророждения адронов позволяет добиться лучшего согласия расчетов с экспериментальными данными и предсказывает более быстрый рост сечения $\sigma_{\text{prod}}^{\text{pA}}$ для тяжелых ядер. При этом, например, вклад электромагнитных взаимодействий в сечение $\sigma_{\text{prod}}^{\text{pPb}}$ растет от 3 при энергии 10^{11} эВ до 17% при 10^{17} эВ.

Поступила в редакцию 28 января 1985 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. P o m e r a n c h u k I.Ya., S h m u s h k e v i c h I.M. Nucl. Phys., 23, 452 (1961).
2. F ä l d t G. et al. Nucl. Phys., B 41, 125 (1972).
3. F e r b e l T., Z i e l i n s k i M. Phys. Rev. D, 29, 2646 (1984).
4. A r m s t r o n g T.A. et al. Phys. Rev. D, 5, 1640 (1972).
5. C a l d w e l l D.O. et al. Phys. Rev. Lett., 40, 1222 (1978).
6. R o o s M. et al. Phys. Lett., 111B, 1 (1982).
7. International Tables for X-Ray Crystallography, Amsterdam, v. 3 (1962).
8. Ш а б е л ь с к и й Ю.М. ЭЧАЯ, 12, 1070 (1981).
9. R o b e r t s T.J. et al. Nucl. Phys., B 159, 56 (1979).
10. C a r r o l A.S. et al. Phys. Lett., 80B, 319 (1979).
11. N a m R.A. et al. Preprint P.N. Lebedev Phys. Inst. N 156, Moscow, 1976., Nam R.A. et al., 14 ICRC, 7, 2258 (1975).
12. К а й д а л о в А.Б., Т е р - М а р т и р о с я н К.А. ЯФ, 39, 1545 (1984); ЯФ, 40, 211 (1984).