

О НЕКОТОРЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ ОБРАЗОВАНИЯ СУПЕРЯДЕР

Н.И. Старков,^{*} В.А. Царев

УДК 539.141.144

Рассмотрены некоторые возможности образования суперядер.

В процессах рождения супербарионы (барионы, содержащие тяжелые кварки s , b и т.д.) приобретают, как правило, большой импульс в лабораторной системе. Это создает неблагоприятные условия /1, 2/ для захвата барионов ядрами и образования ядерноподобных систем — суперядер /3/. В настоящей работе рассматриваются некоторые возможные механизмы образования очарованных суперядер и оцениваются их выходы. Для сравнения приводятся оценки образования гиперядер.

1. Импульсы Λ_0 для реакции с обменом гиперзарядом (основной реакции получения гиперядер)



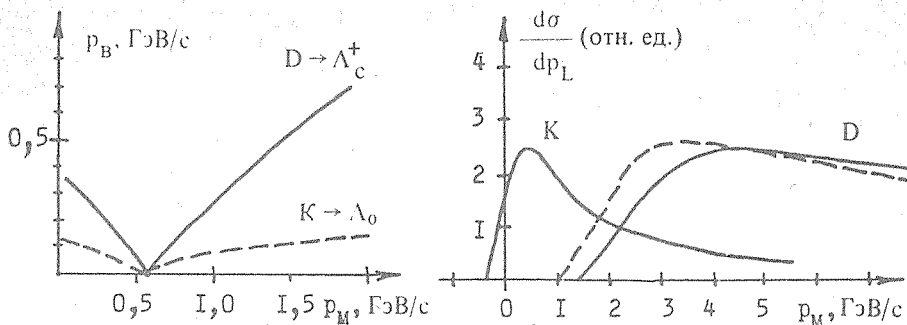
и импульсы Λ_c^+ для аналогичной реакции, инициированной D-мезоном,



показаны на рис. 1 в зависимости от импульса налетающего мезона p_M при нулевом угле рассеяния. Условие эффективного захвата бариона ядром ($p_B \sim \sim p_f \sim 200$ МэВ/с) выполняется в реакции (1) в широком интервале значений импульсов мезона: $0 \leq p_K \leq 10$ ГэВ/с (при $p_K \approx 10$ ГэВ/с, $p_{\Lambda_0} \approx 0.18$ ГэВ/с), тогда как для реакции (2) лишь при 0.3 ГэВ/с $\leq p_D \leq 0.9$ ГэВ/с. Спектры D- /4/ и K-мезонов в лабораторной системе в pp-соударениях показаны на рис. 2. В отличие от спектра K-мезона, спектр D-мезона целиком лежит вне области, благоприятной для осуществления обменной реакции. Не намного улучшает ситуацию и учет фермиевского импульса нуклона на p_f в случае реакции на ядерной мишени (штриховая линия на рис. 2).

Рассмотрим теперь возможность образования суперядер за счет прямого рождения Λ_c^+ в адронных соударениях. На рис. 3а приведены спектры $\Lambda_c^+ /5/$ и

^{*}) НИИЯФ МГУ.



Р и с. 1. Кинематика реакций (1) и (2).

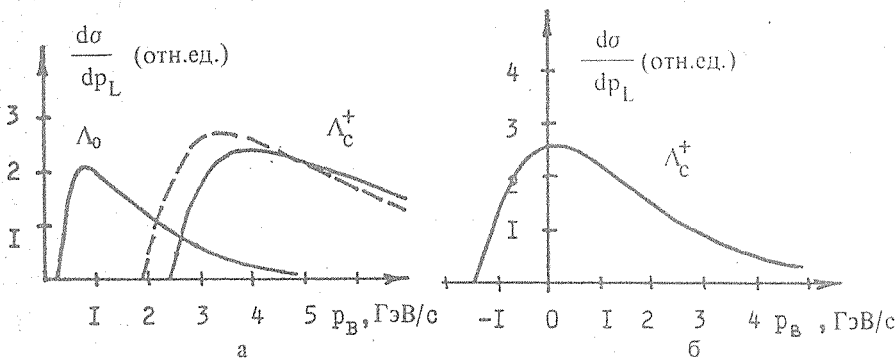
Р и с. 2. Инклюзивные спектры D- и K-мезонов в лабораторной системе для реакции $p + p \rightarrow M + X$ при $E_p = 250$ ГэВ. Штриховая линия – учет фермиевского импульса

Λ_0 в pp-соударениях в лабораторной системе. Очевидно, что и в этом случае условия образования суперядер крайне неблагоприятны по сравнению с гиперядрами. Фермиевского импульса нуклона в ядре не хватает, чтобы скомпенсировать импульс Λ_c^+ (рис. 3а).

Таким образом, в предположении квазисвободного рождения на нуклонах покоящегося ядра $p_{\Lambda^+} \gg p_f$, что приводит к сильному подавлению сечения образования суперядер [1, 2].

2. Как было показано выше, фермиевского импульса нуклона в ядре ($p_f \sim 0,2$ ГэВ/с) недостаточно, чтобы скомпенсировать $p_{\Lambda_c^+}$. Из кинематики следует, что для этого требуется импульс на порядок выше. В этом случае в лабораторной системе максимум спектра приходится на $p_{\Lambda_c^+} = 0$ (рис. 3б). Вероятность найти в ядре нуклоны с $p_f \sim 2$ ГэВ/с слишком мала и для получения медленных супербарионов Λ_c^+ , Λ_b и т.д. требуются эксперименты на встречных пучках с $p_1 \times p_2 = 250$ ГэВ/с \times 2 ГэВ/с.

Однако при такой постановке эксперимента, кроме сталкивающихся адронов, необходимо иметь покоящиеся в лабораторной системе ядра, которые бы захватывали супербарионы и образовывали суперядра. Здесь могла бы помочь струйная или эмульсионная мишень, расположенная на пересечении встречных пучков. Оценки показывают, что при столкновении двух нуклонных пучков с $p_1 \times p_2 = 250$ ГэВ/с \times 2 ГэВ/с со светимостью $L \sim 10^{30}$ см⁻²·с⁻¹ при плотности мишени $\rho \sim 10^{20}$ см⁻³ для ядер с $A = 40$ скорость рождения суперядер dN/dt составляет 10^{-9} с⁻¹.



Р и с. 3. Инклюзивные спектры барионов Λ_C^+ и Λ_0 : а – для покоящейся мишени (сплошные линии) и для $p_f = 0,15$ ГэВ/с (штриховая линия); б – при $p_f = 2$ ГэВ/с.

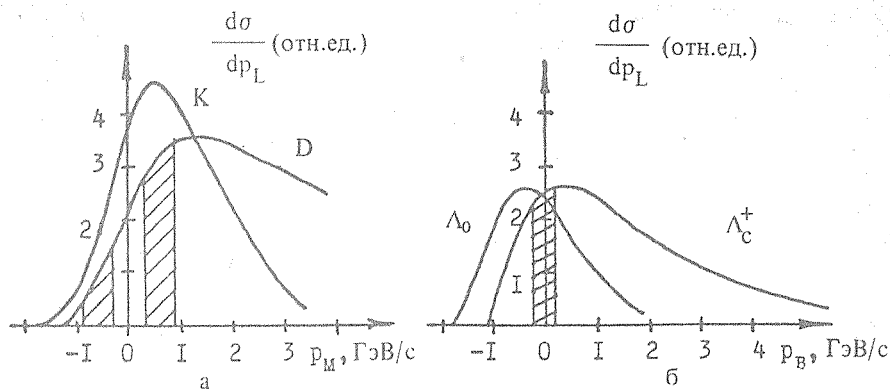
Аналогичная постановка эксперимента на D-мезонах (рождающихся в центральной области) соответствует встречным пучкам с $p_1 = p_2$. При тех же условиях, что и раньше, для $p_1 = p_2 = 250$ ГэВ/с находим $dN/dt \sim 10^{-5} \text{ с}^{-1}$.

Таким образом, использование встречных пучков позволяет обеспечить кинематические условия, необходимые для образования суперядер, однако выходы оказываются довольно малыми.

3. Наряду с рождением на квазисвободных нуклонах, рассмотренных выше, возможны реакции с участием компактных многонуклонных корреляций (флуктоны, адронные капли, многокварковые мешки и т.п.) /6/. Эти многонуклонные системы могли бы снизить минимальный импульс очарованных адронов или, захватив очарованный кварк, вылететь из ядра в виде суперфрагмента. На рис. 4а изображены спектры D- и K-мезонов, рожденных в паре с D и K на четырехнуклонных системах. Значительная доля спектра ($\sim 10\%$) D-мезонов (заштрихована) имеет подходящий для реакции (2) импульс. Форма спектра рождения адронов на флуктонах предполагалась такой же, как и на нуклонах. Оценки показывают, что реакция (2) будет иметь в этом случае фактор подавления $\sim 10^{-7}$ по сравнению со всеми неупругими взаимодействиями.

На рис. 4б показаны спектры барионов Λ_C^+ и Λ_0 , образованных на четырехнуклонных системах. В этом случае доля спектра, удовлетворяющая условию захвата, составляет $\sim 5\%$, а фактор подавления $\sim 10^{-8}$.

Если возможно выбивание флуктона как целого, то в этом случае он может вылететь из ядра в виде суперфрагмента. Расчеты для канала с четырехнуклонным флуктоном дают фактор подавления $\sim 10^{-6}$.



Р и с. 4. Спектры мезонов (а) и барионов (б), образованных на четырехнуклонных флуктонах. Заштрихована область, удовлетворяющая условиям захвата супербарииона ядром.

Таким образом, в предположении существования флуктонов вероятность образования суперядер оказывается существенно больше, чем в модели квазисвободных нуклонов. Поэтому обнаружение суперядер становится достаточно реальным при статистике $\geq 10^6 \div 10^7$ неупругих событий.

В настоящей работе обсуждались, в основном, вопросы кинематики образования суперядер и совершенно не рассматривалась величина сил супербариион-нуклонного взаимодействия. Если Λ_c^+ взаимодействует с нуклоном слабее, чем Λ_0 /1, 2/, то соответственно уменьшатся выходы суперядер.

Авторы благодарны С.А. Бунятову и В.В. Люкову за стимулирующие обсуждения.

Поступила в редакцию 5 июля 1984 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Старков Н.И., Царев В.А. Труды У1 Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, с.155, 1981.
2. Filkov L.V., Starkov N.I., Tsarev V.A. Proc. Int. Conf. on Hypernuclei Phys., Heideiberg, p. 331, 1982.
3. Тяпкин А.А. Ядерная физика, 22, 181 (1975).
4. M. Aguilar-Benitser et al. Phys. Lett., B123, 98 (1982)
5. Basile M. et al. Lett. Nuovo Cim., 30, 487 (1982).
6. Лукьянов В.К., Титов А.И. ЭЧАЯ, 10, 815 (1978); Ефремов А.Е. ЭЧАЯ, 13, 613 (1982).