

С342а  
Т-529

2081/84

Толстов, К. Д.

Б1-1-84-38.



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б1-1-84-38

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 19 84

## ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

К.Д. Толстов

Замечания к статье " Об электрическом бридинге "

( УФН т. 139 с. 435, 1983 г. )

Российский институт ядерной физики

им. академика Д.П. Скобельдина

24. 01. 84.

В статье /1/ затронуты интересные проблемы, но она содержит и спорные вопросы и неверные утверждения, требующие исправлений.

На стр. 443 для расчета доли кинетической энергии -  $\Delta$ , теряемой в свинце на ионизацию, ускоренными ионами до их первого неупругого столкновения, используется неверная формула:

$$\Delta = - \int_0^{\lambda_{in}} dx \frac{dE}{dx} / E_0, \quad (1)$$

где  $E_0$  - начальная кинетическая энергия иона,

$\lambda_{in}$  - пробег до неупругого столкновения.

Из этой формулы и рисунка 4 на стр. 443, полученного на ее основе следует, что ионы, имеющие ионизационный пробег меньший  $\lambda_{in}$  потеряют всю энергию ( $\Delta = 1$ ). Это неверно, т.к. неупругое взаимодействие может произойти на длине  $dx$  с вероятностью  $dx/\lambda_{in}$ .

Правильной формулой является:

$$\Delta = - \frac{1}{E_0} \int_0^{\lambda_{in}} e^{-x/\lambda_{in}} \cdot \frac{dE}{dx} dx, \quad (2)$$

т.к. на элементе пробега  $dx$  ионизационные потери испытывают ионы, прошедшие без неупругого столкновения расстояние  $x$ .

Значения  $\lambda_{in}$  в свинце были подсчитаны по формулам из работ /2,3/, которые дают  $\lambda_{in}$ , совпадающие с большой точностью и равные:

$\lambda(p) = 190 \text{ г.см.}^{-2}$  ;  $\lambda(d) = 145 \text{ г.см.}^{-2}$  ;  $\lambda(\alpha) = 130 \text{ г.см.}^{-2}$   
соответственно для протонов, дейтронов и  $\alpha$  - частиц.

На рисунке I показаны значения  $\Delta$ , подсчитанные по формуле (2), как функции энергии иона на единицу заряда. Пунктиром нанесены значения  $\Delta$  из рисунка 4 работы /1/. Различие в кривых, как и следовало ожидать, слишком велико, причем величины  $\Delta$  минимальны для протонов и максимальны для дейтронов, в то время как на пунктирной кривой  $\Delta$  минимальна для дейтронов. (Заметим, также, что генезис кривых на рис. 4 в /1/ не ясен, т.к. даже используя формулу (1) получим величину  $\Delta$  для дейтронов большую чем для протонов и  $\alpha$  - частиц).

Далее на стр. 444 со ссылкой на работу /4/ говорится, что при увеличении энергии протонов от 1 до 100 Гэв возрастает в 1,5 раза затрата энергии на освобождение в уране одного нейтрона, вследствие увеличения доли энергии, уносимой электронно-фотонной компонентой. Это не верно - во первых согласно рис. I  $\Delta$  уменьшается с 25 до 5% при увеличении энергии протонов. Во-вторых: электронно-фотонная компонента, в основном, генерируется  $\pi^0$ -мезонами, а их выход и доля энергии составляют половину от выхода и энергии  $\pi^\pm$ -мезонов. Следовательно в интервале энергии протонов 1 - 100 Гэв не произойдет увеличение доли энергии, приходящейся на  $\pi^0$ -мезоны, практически не генерирующие нейтроны. Напротив в сторону снижения энергии, необходимой на освобождение одного нейтрона будет действовать рост энергии ядерно-активных  $\pi^\pm$ -мезонов, т.к. протоны с энергией 1 Гэв генерируют мягкие  $\pi^\pm$ -мезоны, имеющие большие ионизационные потери энергии. Далее практически не существен, отмеченный в /4/ рост электронно-фотонной компоненты от распада K-мезонов. Согласно /5/ в PP столкновениях при 100 Гэв мало отношение средних чисел

$$K_S^0 \text{ и } \pi^0 : \langle n_{K_S^0} \rangle, \langle n_{\pi^0} \rangle$$

$\langle n_{K^{\pm}} \rangle / \langle n_{\pi^0} \rangle = 0,054 \pm 0,007$ , а для распадов  $K_S^0$  на  $\pi^+ + \pi^0$  0,314. Следовательно выход  $\pi^0$  увеличится только на  $\sim 3\%$ . Генерация долгоживущих  $K_L^0$ , выход которых одинаков с  $K_S^0$  а также  $K^{\pm}$  не существенно увеличит электронно-фотонную и мюонную компоненты, т.к. даже без релятивистского увеличения времени жизни распадный пробег много больше  $\lambda_{\mu} : \text{у } K_L^0 \sim 17 \text{ метров и } K^{\pm} \sim 4 \text{ метра}$ . Таким образом не состоятельны указанные в [1,4] причины, по которым следует ожидать больших затрат энергии на освобождение одного нейтрона при росте энергии ускоренных частиц выше минимума их ионизационных потерь.

### Л и т е р а т у р а

1. Васильков Р.Г., Гольданский В.И., Орлов В.В. УФН 1983 т.139, 435
2. Ангелов Н. и др. Сообщение ОИЯИ (1980) PI-80-473
3. Jakobsson B, Kullbery R. Physica Scripta (1976) 13, 327
4. Wilson R. Preprint FNAL FN-298-1976
5. Кладницкая Е.Н. ЭЧАЯ 1982 13, 3, 667

*М. Гасин*

