

С 323.5

Б-245

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P-1796



В.С. Барашенков, С.М. Елисеев

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧАСТИЦ С ВЕЩЕСТВОМ
ПРИ ОЧЕНЬ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ

ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

1964

P-1786

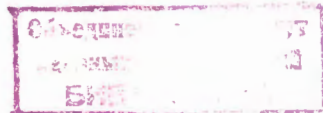
В.С. Барашенков, С.М. Елисеев^{x)}

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧАСТИЦ С ВЕЩЕСТВОМ
ПРИ ОЧЕНЬ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ

Направлено в журнал "Атомная энергия".

x)

Постоянный адрес: Институт математики Молдавской Академии Наук, Кишинев.



В связи со строительством и проектированием высокоэнергетических ускорителей большой интерес приобрели вопросы защиты от пучков частиц с энергией в десятки и сотни Гэв. Изучение этих вопросов имеет определенный интерес также в связи с космическими исследованиями. Однако расчету защиты в этих случаях препятствует прежде всего недостаток экспериментальных данных о взаимодействиях частиц сверхвысоких энергий с атомными ядрами.

Целью нашей заметки является показать, что, также как и в области ускорительных энергий $T < 30$ Гэв^{/1/}, необходимые для расчета защиты данные о пион-ядерных и нуклон-ядерных взаимодействиях можно получить, используя модель внутриядерных каскадов.

Нами была исследована область энергий от 30 до нескольких тысяч Гэв. При вычислениях вся эта область разделилась на десять интервалов: > 500 , $500-250$, $250-50$, $50-10$, $10-7$, $7-3$, $3-1$, $1-0,5$, $< 0,5$ Гэв. В каждом из этих интервалов характеристики взаимодействий частиц, полученные усреднением экспериментальных данных из обзора^{/2/}, рассматривались постоянными. Для описания угловых распределений упругих $\pi-N$ - и $N-N$ -взаимодействий при энергиях $T > 30$ Гэв, где нет экспериментальных данных, использовалось приближение оптической модели, хорошо согласующееся с опытом в области ускорительных энергий. Впрочем, так как при больших энергиях подавляющая часть упруго рассеянных частиц концентрируется в области очень малых углов, то конкретный выбор угловых распределений оказывается несущественным.

Остальные детали метода расчетов те же самые, что и в работах^{/1,3,4/}.

Численные расчеты нескольких тысяч внутриядерных каскадов были выполнены методом Монте-Карло на электронной счетной машине ОИЯИ. В таблицах I-III результаты этих расчетов сравниваются с известными экспериментальными данными. Как видно, согласие вполне удовлетворительное.^{x)}

В хорошем согласии оказываются также расчетные и экспериментальные распределения частиц по углам и импульсам. Примеры таких распределений приведены на рис. 1 и 2. Так как при энергиях $T \gg 10$ Гэв характеристики неупругих $\pi-N$ и $N-N$ взаимодействий близки друг к другу^{/2/}, то пион-ядерные и нуклон-ядерные взаимодействия в этой области энергий практически также не различаются.

x)

Определение ливневых и каскадных частиц и обсуждение критериев их отбора см., например, в работах^{/4,12/}.

Таким образом, модель внутриядерных каскадов может с успехом использоваться для расчета взаимодействий частиц с атомными ядрами в широкой области энергий от нескольких десятков Мэв до тысяч Гэв.

Л и т е р а т у р а

1. В.С. Барашенков, А.В. Бояджиив, Л.А. Кулюкина, В.М. Мальцев, Атомная энергия (в печати).
2. В.С. Барашенков, В.М. Мальцев, И. Патера. Препринт ОИЯИ, Р-1577, Дубна, 1964.
3. В.С. Барашенков, В.М. Мальцев, Э.К. Михул, Атомная энергия, 10, 158 (1961).
4. V.S. Barashenkov, V.M. Maltsev, E.K. Mihul, Nucl. Phys., 24, 642 (1961).
5. Siddheswar Lal, Yash Pal and Raghavan, Nucl. Phys., 31, 415 (1962).
6. В.Б. Фреттер, Л.Ф. Хансен. Труды Международной конференции по космическим лучам. Москва, 1, 134 (1960).
7. L.F. Hansen, W.B. Fretter. Phys. Rev., 118, 12 (1962).
8. E.R. T. Awunor-Renner et al., Nuovo Cim., 17, 134 (1960).
9. E. Lohrmann, M.W. Teucher and Marcel Scheir. Phys. Rev., 122, 672 (1961).
10. Ж.С. Такибаев, А.А. Локтионов, Л.А. Санько, Ц.И. Шахова. Труды Международной конференции по космическим лучам. Москва, 1, 51 (1959).
11. А.Х. Виноцкий, И.Г. Голяк, Ж.С. Такибаев, И.Я. Частников. Труды Международной конференции по космическим лучам. 1, 61 (1959).
12. V.S. Barashenkov, V.A. Belyakov, V.V. Glagolev, N. Dalkhazhav, Yao Tsung Se, M.K. Kirillova, R.M. Lebedev, V.M. Maltsev, P.K. Markov, M.G. Shafranova, K.D. Tolstov, E.N. Tsyganov, Wang Shon Feng. Nucl. Phys., 14, 522 (1959).
13. Y.K. Lim. Nuovo Cimento, 26, 1221 (1962).
14. B. Edwards, J. Losty, D.H. Perkins, K. Pinkau and J. Reynolds. Phil. Mag., 3, 237 (1958).
15. И.И. Гуревич, А.П. Мишакова, Б.А. Никольский, Л.В. Суркова. ЖЭТФ, 34, 265 (1958).
16. Г.П. Лазарева, П.А. Усик. Труды Международной конференции по космическим лучам, 1, 71 (1959).

Рукопись поступила в издательский отдел
15 августа 1964 г.

Таблица I
Среднее число рождающихся ливневых частиц

T, ГэВ	C^{12}		Ac^{27}		Ca^{70}		-
	Теория	Опыт	Теория	Опыт	Теория	Опыт	
100	5,8	$5,6 \pm 0,2 / 5 /$ $4,5 \pm 1 / 6 /$ $4,0 \pm 1 / 7 /$	7	$7,3 \pm 0,7 / 8 /$	7,7	-	-
250	7,5	-	9,2	-	11,2	$12,9 \pm 1,8 / 9 /$	
500	9	$7,4 \pm 0,5 / 7 /$	11	-	15	$18,8 \pm 4,2 / 10, 11, 13 /$	
1000	11	$9,9 \pm 1,4 / 7 /$	13	-	18,5		
3500	15,5	-	18	-	26	$22,5 \pm 3 / 9 /$	

Таблица II
Среднее число каскадных частиц, рождающихся
при взаимодействии космической частицы с
фотоэмульсией

T, ГэВ	Теория	Опыт
27	3,6	$4,2 \pm 0,4 / 13 /$
75	3,8	$5 \pm 1,6 / 15 /$
500	4,4	$4 \pm 0,8 / 15, 16 /$
3000	5,6	$4 \pm 1,6 / 15 /$

Таблица III
Средняя кинетическая энергия рождающихся
ливневых частиц (ГэВ)

T, ГэВ	C^{12}		Ac^{27}		Ca^{70}	
	Теория	Опыт	Теория	Опыт	Теория	Опыт
100	3,1	$2,9 \pm 0,3 / 5 /$	2,8	-	2,5	$2,4 \pm 0,9 / 11 /$
500	8,5	$9,7 \pm 0,9 / 7 /$	6,2	-	4,2	-
1000	9,8		7,8	-	5,8	

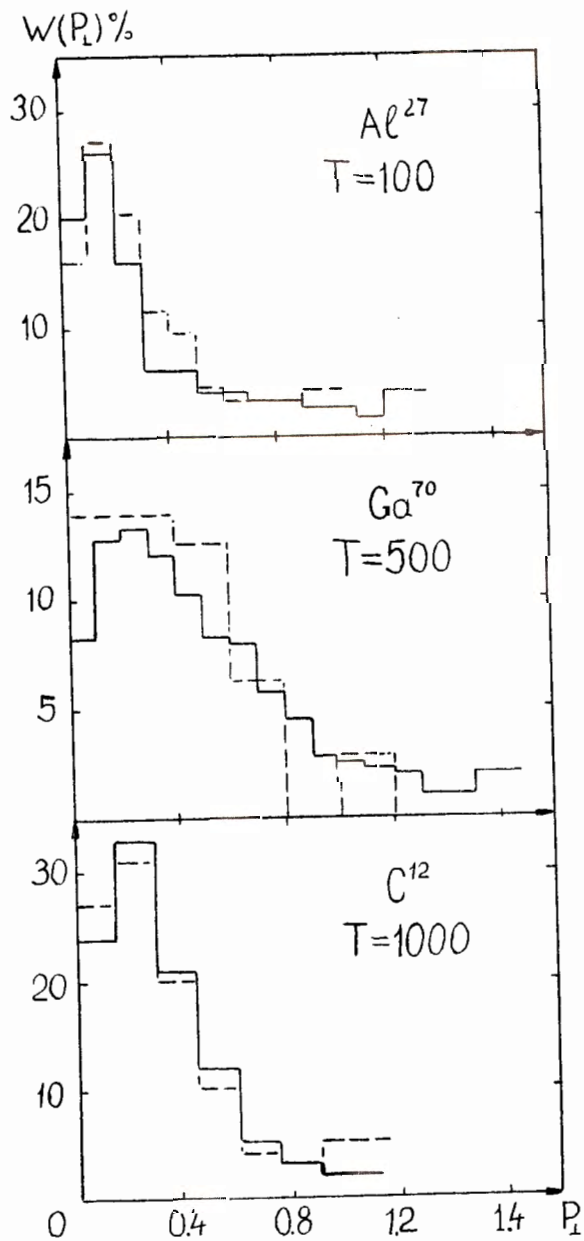


Рис. 1. Распределение ливневых частиц по величине их поперечного импульса в единицах Гэв/с. Пунктиром указаны экспериментальные гистограммы из работ ^{7,8,14}.

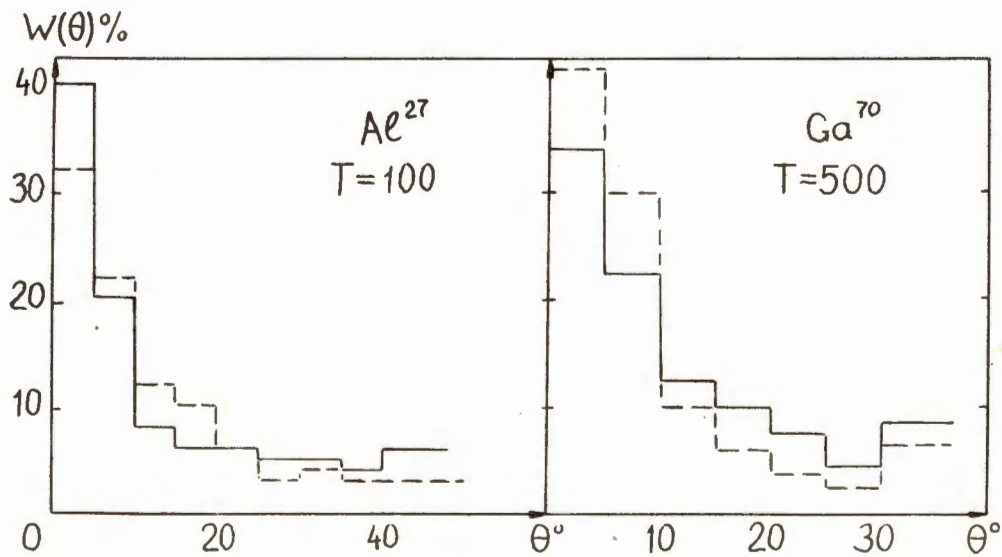


Рис. 2. Угловое распределение ливневых частиц (лабораторная система координат). Пунктиром нанесены экспериментальные гистограммы из работ 78, 107.