

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

P - 302

В.Н. Зубарев, С.В. Мухин, И.Н. Семенюшкин

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ
АНТИНУКЛОНОВ, ГЕНЕРИРУЕМЫХ
ПРОТОНАМИ С ЭНЕРГИЕЙ 10 БЭВ
ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ЯДРАМИ**

Дубна, 1959 год

P - 302

В.Н.Зубарев, С.В.Мухин, И.Н.Семенюшкин

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ
АНТИНУКЛОНОВ, ГЕНЕРИРУЕМЫХ
ПРОТОНАМИ С ЭНЕРГИЕЙ 10 БЭВ
ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ЯДРАМИ

Институт ядерных исследований
Ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

При постановке физических экспериментов с антинуклонами важно знать энергетический спектр и угловое распределение генерируемых антинуклонов. С этой целью были рассчитаны энергетические спектры антинуклонов под различными углами вылета, возникающих при взаимодействии протонов с кинетической энергией 10 Бэв с ядрами мишени. Расчет проводился на основе распределения антинуклонов по импульсам и углам в лабораторной системе, приведенного в работе /1/. Данное распределение получено при рассмотрении взаимодействий типа N-N по статистической теории, с учетом фермиевского распределения нуклонов в ядре. Следует отметить, что приведенное в цитируемой работе распределение учитывает особенности генерации нуклонами антинуклонов вблизи порога образования последних.

При этом, упрощение в выражении для распределения /пренебрежение величиной $(\frac{p^*}{p_m^*})^2$ по сравнению с 1, где p^* - импульс антинуклона в системе центра инерции, а p_m^* - его максимально возможная величина/ не сказывается существенно на получаемых результатах. Однако, такое упрощение приводит к значительному искажению формы энергетического спектра антинуклонов при генерации их протонами с энергией 10 Бэв. Поэтому в данных расчетах было использовано уточненное распределение антинуклонов по импульсам и углам, которое имеет вид:

$$S(p, \mu) dp d\mu = \frac{105}{16} \frac{p^2}{(p^2+1)^{3/2}} dp d\mu \int_0^\infty \frac{\rho(\omega)(\omega-4)^N}{p_m^{*3}} \left[1 - \left(\frac{p^*}{p_m^*} \right)^2 \right]^2 (1+p^{*2})^{1/2} d\omega. \quad /1/$$

p - импульс антинуклона в лабораторной системе, $\mu = \cos \vartheta$ / ϑ - угол вылета антинуклона в лабораторной системе/, $\rho(\omega) d\omega$ - вероятность того, что пара сталкивающихся нуклонов в системе центра инерции имеет полную энергию в интервале $\omega - \omega + d\omega$.

$$\rho(\omega) = \frac{3\omega}{2B} \left\{ 1 - \left[\frac{B}{2A} - \sqrt{\left(\frac{B}{2A} \right)^2 - \frac{\omega^2 - C}{A}} \right]^2 \right\}$$

$$A + C - B < \omega^2 < A + C + B$$

$$A = 2 T_F (T + 1)$$

$$B = 2 [2 T_F (T^2 + 2 T)]^{1/2}$$

$$C = 2 (T + 2).$$

/2/

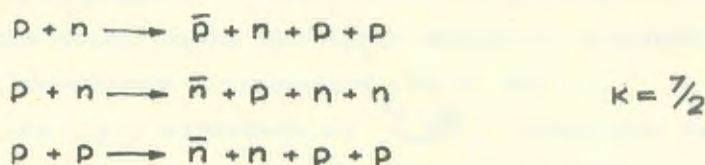
T - кинетическая энергия падающего на мишень протона в лабораторной системе,
 T_F - максимальная кинетическая энергия нуклона ядра-мишени в лабораторной

системе $(\frac{25}{m_p c^2})$. Импульс и энергия выражаются здесь в единицах $m_p c^2$ /938 Мэв/. p_m^* - максимально-возможный импульс антинуклона в системе центра инерции, равный

$$p_m^* = \frac{1}{2\omega} [(\omega^2 - 8 + 2\omega)(\omega^2 - 8 - 2\omega)]^{1/2} \quad /3/$$

$(\omega_0 - 4)^*$ - определяет энергетическую зависимость сечения рождения антинуклонов.

Для реакций типа:



и для реакции: $p + p \longrightarrow \bar{p} + p + p + p - k = 9/2$, p^* - импульс антинуклона в системе центра инерции

$$p^{*2} = \frac{\{M(p^2+1)^{1/2}[(T+2)^2 - \omega^2]^{1/2} - p(T+2)\}^2 + (1-M^2)[(T+2)^2 - \omega^2]}{\omega^2} \quad /4/$$

Границы спектра импульсов определяются выражением /5/

$$p_{1,2} = \frac{T+2}{2[(1-M^2)(T+2)^2 + M^2\omega_m^2]} \cdot \left\{ \frac{M[(T+2)^2 - \omega_m^2]^{1/2}}{T+2} \cdot (\omega_m^2 - 8) \pm \right. \\ \left. \pm [(\omega_m^2 - 8)^2 - 4(1-M^2)(T+2)^2 - 4M^2\omega_m^2]^{1/2} \right\} \quad /5/$$

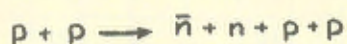
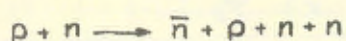
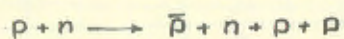
Предельные углы для вылета антинуклонов определяются выражением /6/

$$M_{\text{прег}} = \frac{1}{2} \left[\frac{\omega_m^2 - 8 - 4(T+2)^2}{(T+2)^2 - \omega_m^2} \right]^{1/2} \quad /6/$$

Численный расчет импульсного спектра антинуклонов проводился следующим образом. Для заданного угла вылета антинуклонов в лабораторной системе из выражения /5/ определялись границы спектра импульсов. Далее задавался импульс антинуклона /в пределах границ спектра/ и численно вычислялся интеграл входящий в выражение /1/. Аналогичный расчет повторялся для следующего импульса антинуклонов и т.д.

В таблице 1 приведены граничные значения импульсов для разных углов вы-

лета антинуклонов. В таблицах 2 и 3 приведены ординаты импульсных распределений антинуклонов для реакций:



и реакции $p + p \rightarrow \bar{p} + p + p + p$ соответственно.

Таблица 1

$\frac{p}{m_0 c^2} \backslash \alpha z c \cos \mu$	0°	10°	15°	20°
P_{\min}	0,0970	0,0987	0,101	0,104
P_{\max}	8,360	7,306	6,296	5,252

Таблица 2

$S(p, \mu)$		$K = 7/2$		
$\frac{p}{m_0 c^2} \backslash \alpha z c \cos \mu$	0°	10°	15°	20°
1	1,41	1,34	1,17	0,99
2	5,11	4,74	4,16	3,25
3	7,96	6,94	5,36	3,06
4	9,45	6,98	3,85	1,17
5	8,52	4,49	1,07	0,003
6	5,39	1,20	0,05	

Таблица 3

$\frac{P}{m_p c^2} \backslash \alpha z c \cos \mu$	$S(p, \mu)$ $\kappa = \frac{9}{2}$			
	0°	10°	15°	20°
1	1,86	1,58	1,44	1,24
2	5,76	5,50	4,91	3,92
3	9,24	8,08	6,39	3,83
4	10,80	8,27	4,80	1,25
5	10,13	5,54	1,44	0,004
6	6,52	1,61	0,009	
7	1,97			

На рис. 1 и 2 приведены спектры импульсов антинуклонов, генерируемых протонами с энергией 10 Бэв при взаимодействии с ядрами. Для сравнения на рис.3 и 4 приведены спектры импульсов антинуклонов, генерируемых протонами с энергией 6,1 Бэв^{/1/}. Ординаты всех спектров выражены в одних и тех же единицах.

Из сравнений распределений, приведенных на рис.1, 2, 3, 4, и известных параметров антипротонного канала^{/2,3/} можно оценить ожидаемую интенсивность антинуклонов для синхрофазотрона Объединенного института ядерных исследований.

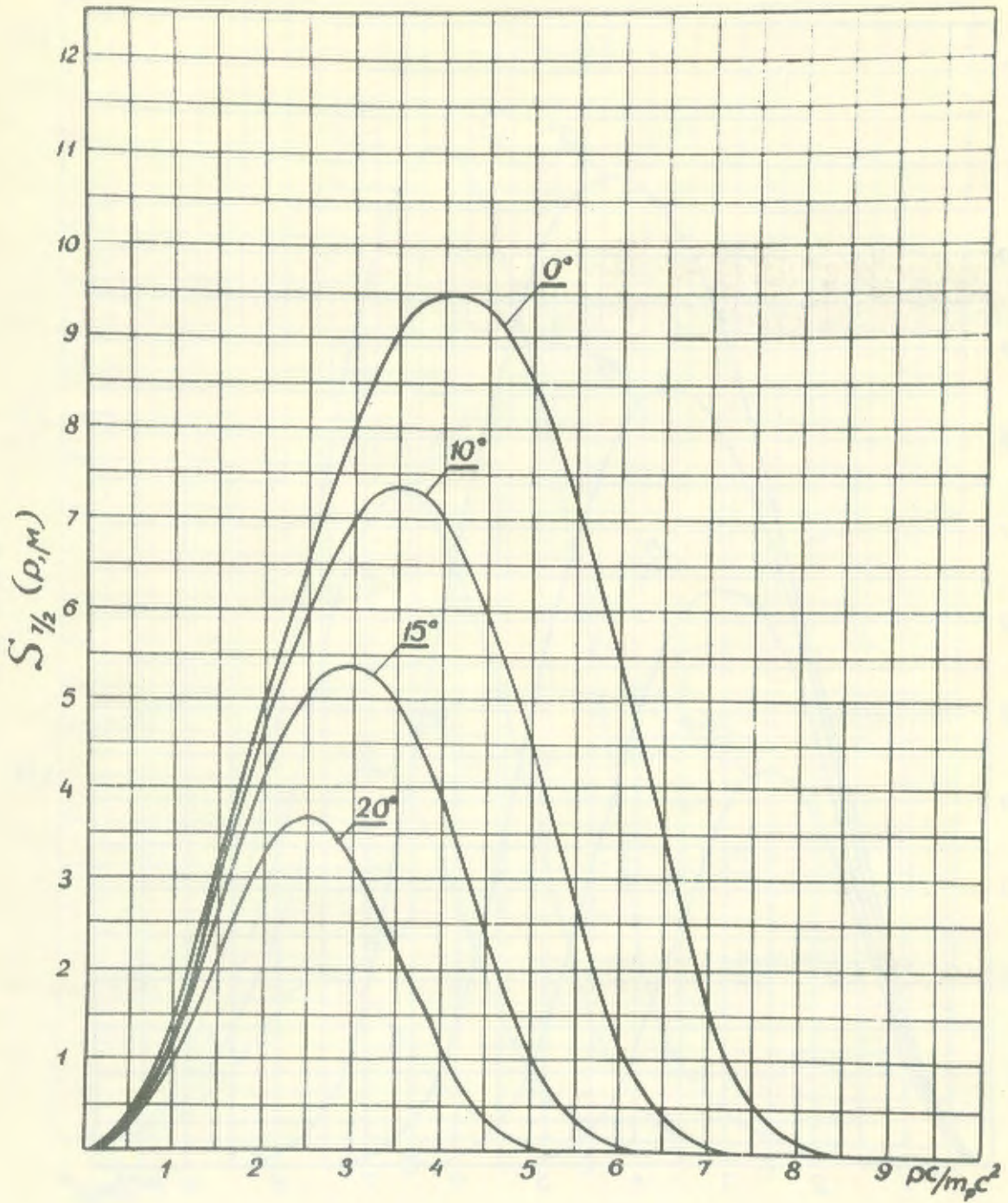


Рис. 1 Импульсное распределение антинуклонов под различными углами вылета при генерации протонами с энергией 10 Бэв

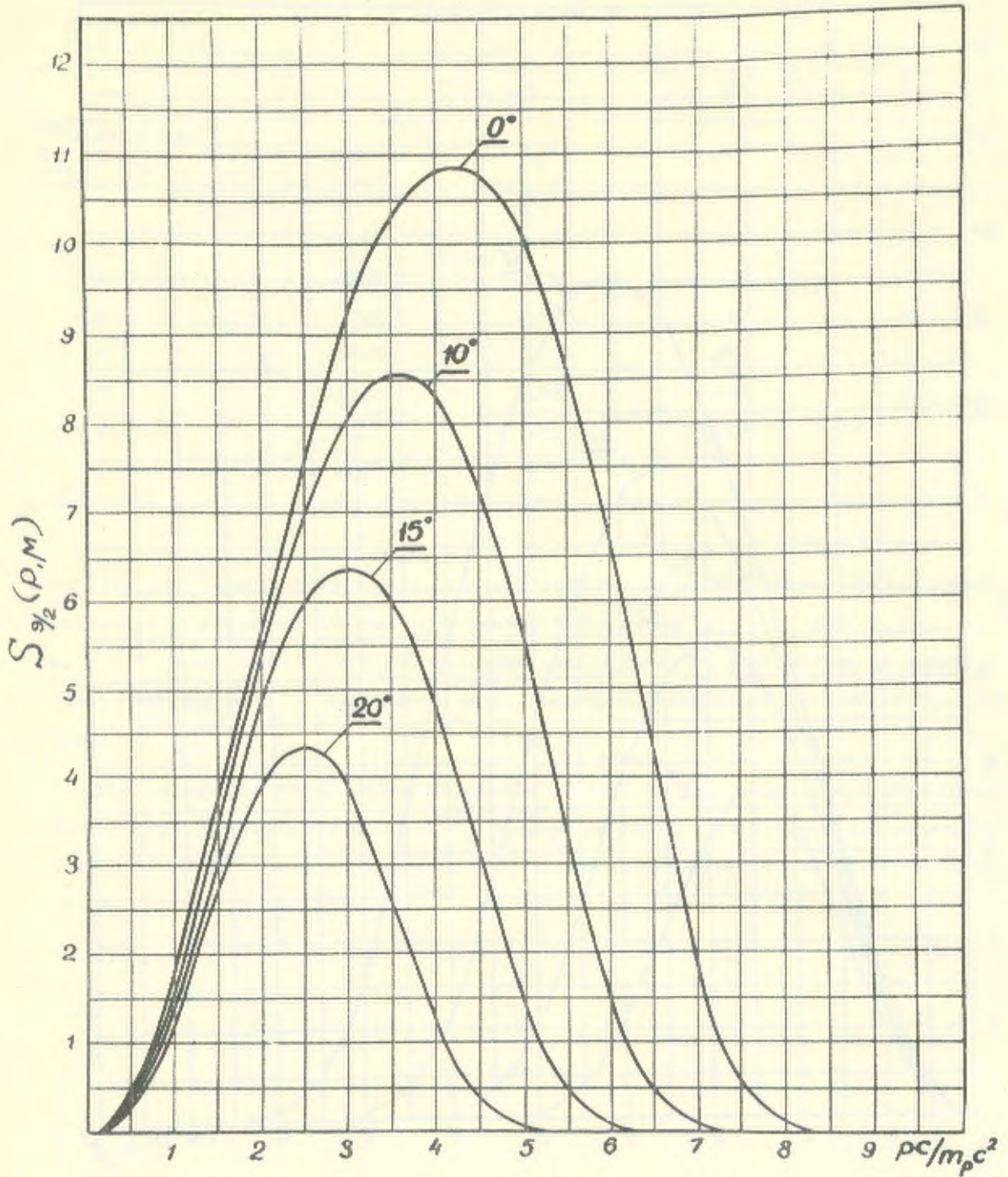


Рис. 2 Импульсное распределение антинуклонов по различным углам влета при генерации протонами с энергией 10 Бэв

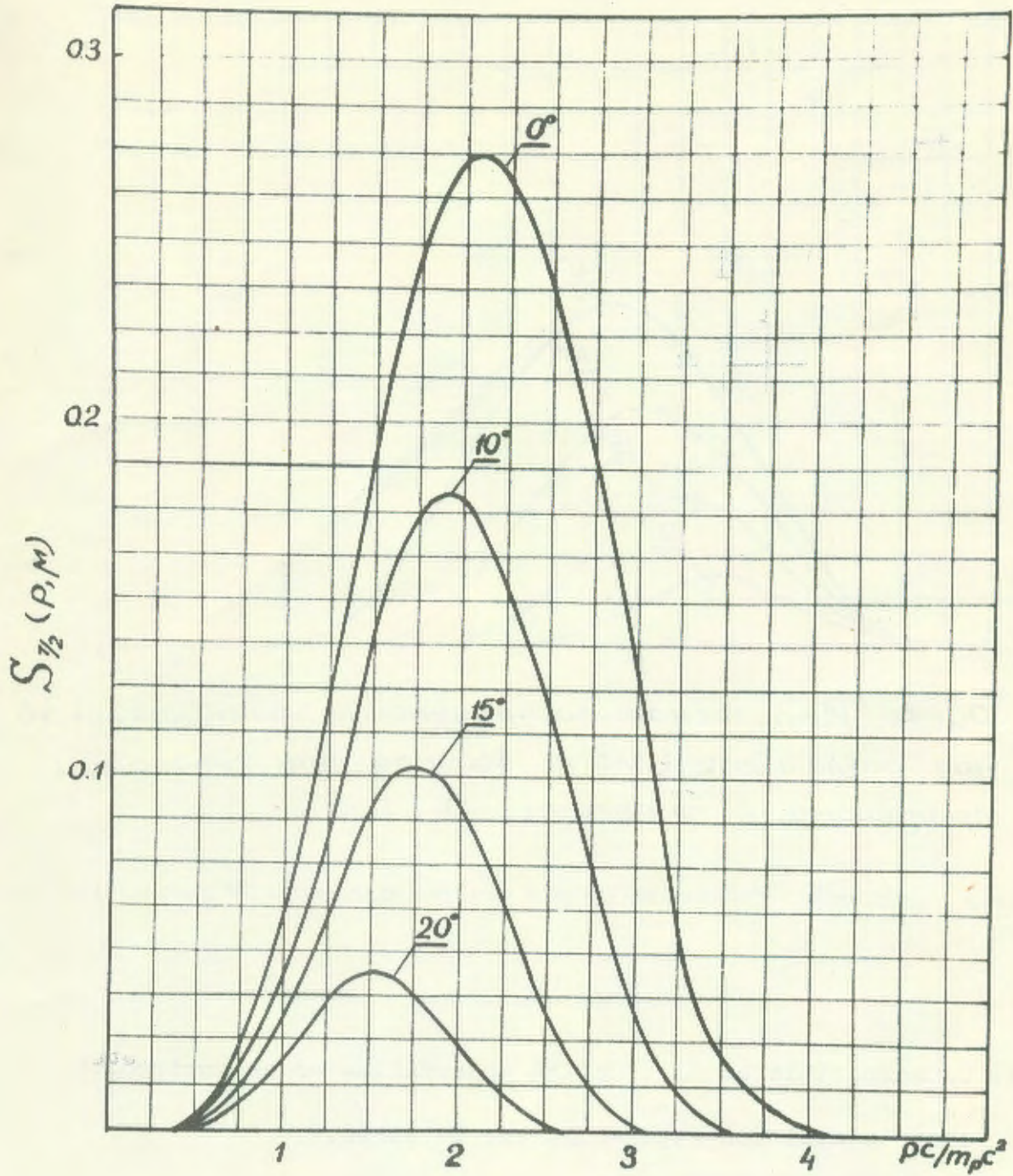
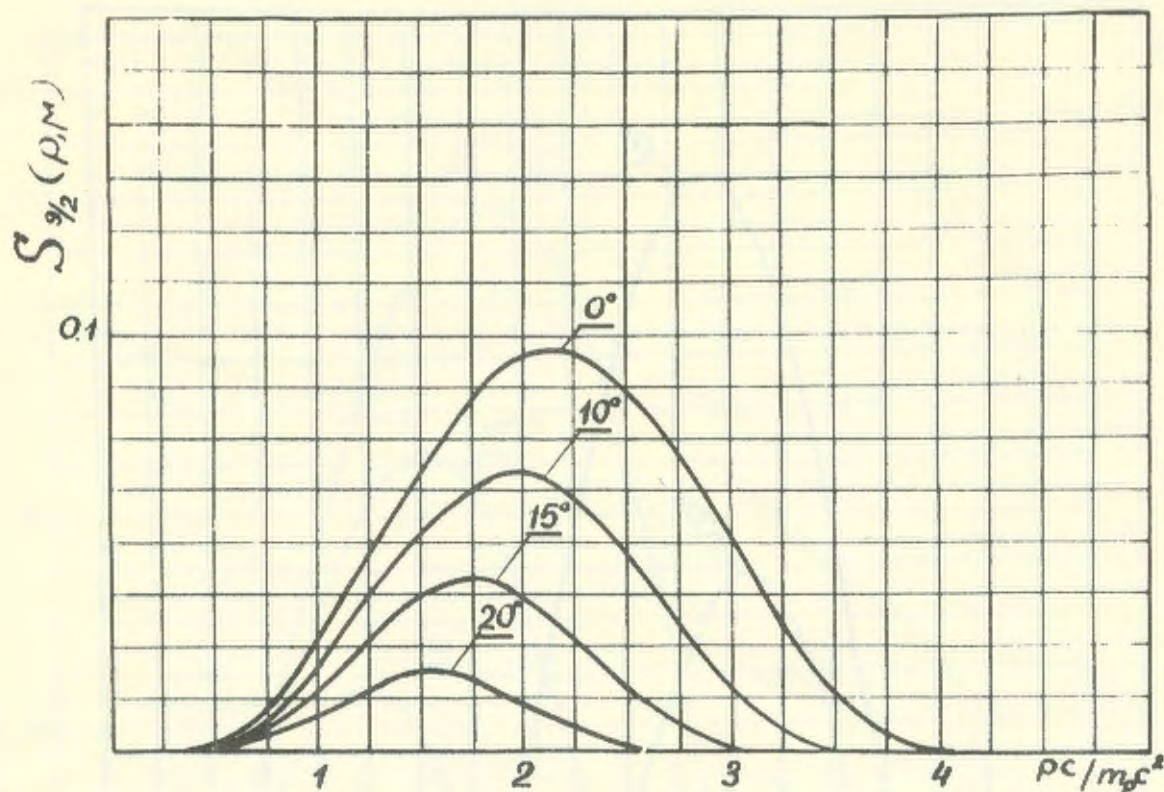


Рис. 3 Импульсное распределение антинуклонов под различными углами влета при генерации протонами с энергией 6.1 Бэв



Дис.4 Импульсное распределение антинуклонов по различным углам вылета при генерации протонами с энергией 6.1 Бэв

Работа поступила в издательский отдел 10 февраля 1959 года

Л и т е р а т у р а

1. O.Chamberlain et al. "On the observation of an antiproton star in emulsion exposed at the bevatron." Nuovo Cimento 3,447,1956.
2. O.Chamberlain et al. "Observation of antiprotons!" Phys. Rev. 100,947,1955.
3. L.E.Agnew et al. "Experiments on antiprotons: cross sections of complex nuclei." Phys.Rev.108,1545,1957.