

19.9.63.

6

K-143

1375



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

Ю.М. Казаринов, В.С. Киселев

P-1375

ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ
НУКЛОН-НУКЛОННОГО РАССЕЯНИЯ
ПРИ ЭНЕРГИИ 830 МЭВ

ЖСЭТФ, 1964, т46, 62, с797-803.

Дубна 1963

Ю.М. Казаринов, В.С. Киселев

P-1375

ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ
НУКЛОН-НУКЛОННОГО РАССЕЯНИЯ
ПРИ ЭНЕРГИИ 830 МЭВ

Направлено в ЖЭТФ

Дубна 1963

2041/3 48.

ИЗДАТЕЛЬСТВО
АКАДЕМИИ НАУК
СССР

В настоящее время известно несколько работ по фазовому анализу pp -рассеяния при энергии 680 Мэв, выполненных в предположении справедливости резонансной модели для процессов мезообразования^{/1,2/}. В данной работе была сделана попытка, опираясь на результаты работ^{/1,2/}, по известным pp -данным при энергии 630 Мэв восстановить амплитуду рассеяния нуклонов нуклонами в состояниях с полным изотопическим спином $t=0$

Начиная совместный фазовый анализ при энергии 630 Мэв, авторы понимали, что при той сравнительно небольшой экспериментальной информации, которой они располагали, вряд ли можно будет восстановить амплитуду нуклон-нуклонного рассеяния столь же однозначно, как это сделано в области энергий до порога мезообразования. Тем не менее можно надеяться, что полученные результаты окажутся полезными прежде всего для планирования будущих экспериментов.

В результате фазового анализа pp -данных при энергии 680 Мэв в работах^{/1,2/} получены два заметно различающихся решения. Оба эти решения были использованы для поиска со случайных начальных значений фазовых сдвигов $t=0$. На первом этапе поиск решений производился при $l_{max}=4$, т.е., начиная с $l=5$, амплитуда бралась в одномезонном приближении. Фазовые сдвиги $t=1$ были взяты либо из работы^{/1/}, либо из работы^{/2/}. В соответствии с этим принималось, что мезообразование идет в основном из состояний с полным изотопическим спином $t=1$, состояний ${}^3P_{0,1,2}$ и 1D_2 в случае использования результатов работы^{/1/} и ${}^3P_{0,1,2}$; 1D_2 ; ${}^3F_{2,3}$ при использовании результатов работы^{/2/} (х). Фазовые сдвиги волн с $t=0$ находились из условия минимума суммы квадратов взвешенных отклонений расчетных кривых от экспериментальных pp -данных (таблица 1).

Большая величина $\chi^2/\bar{\chi}^2$ и заметные ошибки фазовых сдвигов $t=1$, которые на первом этапе не учитывались, заставили уточнить все найденные результаты, варьируя фазовые сдвиги всех волн и константу связи l^2 . Одновременно была сделана попытка определить мнимые части фазовых сдвигов 3S_1 и 3D_1 и параметра смешивания ϵ_1 . Эта попытка, однако, не увенчалась успехом, указанные параметры были найдены с ошибкой более ста процентов ($\delta \delta_{S_1} = (25 \pm 125)^\circ$; $\delta \delta_{D_1} = (18 \pm 118)^\circ$; $\epsilon_1 = (-35 \pm 134)^\circ$). Результаты поиска решений даны в таблице 2.

Завершение эксперимента по измерению параметра тройного pp -рассеяния $A^{/3/}$ дало возможность провести дальнейшее уточнение найденных решений. В результате было обнаружено, что фазовые наборы, найденные на базе решения работы^{/1/}, имеют χ^2 , вероятность появления которых при данном числе степеней свободы ($\bar{\chi}^2 = 49$) меньше одного процента. При этом наибольший вклад в χ^2 для всех четырех решений этого типа дают точки $R_{pp}(72^\circ)$ и $C_{nn}^{pp}(54^\circ)$, в сумме примерно 20 единиц для каждого решения. Следует

х) При этом в отличие от работы^{/2/}, где неупругие столкновения учитывались с помощью усредненных для данного l коэффициентов поглощения, мнимые добавки к фазам указанных состояний в данной работе считались независимыми параметрами.

Т а б л и ц а 1

Данные, использованные для проведения фазового анализа

| Эксперимент. величина | Энергия, при которой велась измерения, Мэв | Число точек | Литерат. источник | Примечание |
|--------------------------|--|----------------|----------------------|--|
| σ_{pp} | 660 | 12 | 5, 6 | |
| P_{pp} | 635 | 14 | 7 | |
| D_{pp} | 635 | 5 | 8 | |
| R_{pp} | 635 | 5 | 9 | |
| C_{nn}^{pp} | 660 | 3 | 10 | |
| C_{kp}^{pp} | 660 | 1 | 11 | |
| σ_t^{pp} | 660 | 1 | 12 | |
| σ_{np} | 630 | 19 | 13, 14 | |
| P_{np} | 635 | 8 | 15 | |
| σ_t^{np} | 580 | 1 | 16 | |
| $\sigma_{nd} (0^\circ)$ | | | | |
| $\sigma_{np} (0^\circ)$ | 630 | 1 | Данные авторов | |
| A_{pp} | 608 | 5 | 3 | Использовались только для уточ- нения на послед- нем этапе. |

Обозначения: σ - дифференциальное сечение; P - поляризация; D, R, A - параметры тройного рассеяния; σ_t - полное сечение взаимодействия; σ_{nd} - дифференциальное сечение обменного nd - рассеяния. В рамкахимпульсного приближения отношение $\frac{\sigma_{nd}}{\sigma_{np}}$, в некотором смысле, эквивалентно параметрам тройного np -рассеяния^{/17/}.

заметьте, что это обстоятельство было обнаружено также в работе^{/4/} при уточнении фазового анализа pp -данных по результатам измерения параметра A . Таким образом, решения, найденные на базе набора фазовых сдвигов $t = 1$, полученных в работе^{/2/}, заметно лучше описывают существующие экспериментальные данные. Необходимо, правда, отметить, что мнимые части фазовых сдвигов воли 3P_0 и 3P_1 во всех трех решениях этого типа отрицательны и, следовательно, по этим параметрам решения несколько уходят в нефизическую область.

Т а б л и ц а 2

Результаты поиска решений со случайных начальных условий

| Тип решения по фазовым сдвигам $t = 1$ | ℓ_{max} | χ^2 | Число поисков со случ. точек | Номер решения | χ^2 | χ^2 после уточнения по результатам измерения А |
|--|--------------|-------------------|------------------------------|---------------|----------|---|
| $\delta_{t=1}$ из работы /1/x) | 4 | 44 ^{xx)} | 70 | I | 80 | 95 |
| | | | | 2 | 74 | 83 |
| | | | | 3 | 76 | 83 |
| | | | | 4 | 82 | 92 |
| $\delta_{t=1}$ из работы /2/ | 4 | 42 ^{xx)} | 50 | I | 59 | 70 |
| | | | | 2 | 44 | 53 |
| | | | | 3 | 49 | 61 |
| | 5 | 37 ^{xx)} | - | I | | 46 |
| | | | | 2 | | 38 |
| | | | | 3 | | 41 |

x) Решения подробно описаны в работе /18/.

xx) Без учета данных по А (5 точек).

Три наиболее низко расположенных по χ^2 решения были проверены на устойчивость относительно увеличения числа параметров, определяемых из эксперимента. Для этого было проделано уточнение этих решений при $\ell_{max}=5$. При этом число параметров, определяемых из экспериментальных данных, возросло с 28 до 33. Из сравнения величин, приведенных в таблицах 3 и 4, видно, что решения оказались достаточно устойчивыми, средние значения фазовых сдвигов в большинстве случаев изменились меньше чем на одну ошибку. χ^2 снизилось, минимум, на 15 единиц. Решения заметно меньше уходят в нефизическую область по мнимым частям фазовых сдвигов P - волн. Все это, по-видимому, указывает на то, что одномерным приближением следует пользоваться при энергии 630 Мэв, начиная с моментов $\ell = 6$ и выше. Однако для надежного определения параметров H - волн необходимо заметное увеличение экспериментальной информации.

В настоящее время вряд ли можно выбрать из найденных решений наиболее вероятное. Это, по-видимому, можно будет сделать только после проведения дополнительных экспериментов. Для облегчения сравнения результатов анализа с результатами эксперимента на рисунках 1-4 даны расчетные зависимости экспериментально наблюдаемых величин от угла рассеяния. Черными точками показаны экспериментальные данные, использованные в данной работе. Коридор ошибок расчетных кривых указан вертикальными отрезками.

Авторы благодарны И.Н.Силину и Л.И.Лалндусу за многочисленные полезные обсуждения.

Т а б л и ц а 3

Фазовые сдвиги при $\ell = 4$ в градусах (параметризация Стаппа и др. /19/)

| | Набор 1 | Набор 2 | Набор 3 | |
|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| l^2 | 0,082±0,005 | 0,065±0,009 | 0,071±0,007 | |
| 1S_0 | -27,84 ±4,02 | -25,85 ±3,87 | -28,05 ±4,17 | } $Re\delta$ |
| 3S_1 | -4,99 ±4,63 | 3,83 ±6,37 | -5,88 ±7,93 | |
| 3P_0 | -43,10 ±10,0 | -48,03 ±8,14 | -50,86 ±7,23 | |
| 1P_1 | -3,25 ±5,0 | -54,13 ±7,60 | 40,19 ±5,74 | |
| 3P_1 | -36,74 ±4,00 | -31,76 ±3,04 | -35,80 ±3,96 | |
| 3P_2 | 17,04 ±1,50 | 15,41 ±1,64 | 15,95 ±1,25 | |
| ϵ_1 | 4,45 ±8,34 | 8,09 ±6,39 | 9,54 ±3,16 | |
| 3D_1 | -35,70 ±6,73 | 26,78 ±6,09 | 20,09 ±3,82 | |
| 1D_2 | 10,27 ±2,69 | 7,60 ±2,37 | 6,05 ±2,33 | |
| 3D_2 | 8,06 ±5,33 | 22,16 ±4,50 | -16,28 ±4,85 | |
| 3D_3 | -6,49 ±1,76 | 9,37 ±3,08 | 11,20 ±1,61 | |
| ϵ_2 | -2,77 ±1,43 | -0,05 ±2,31 | -3,91 ±2,31 | |
| 3F_2 | -6,11 ±1,36 | -1,41 ±1,64 | -4,79 ±2,17 | |
| 1F_3 | -17,39 ±2,55 | 4,78 ±2,78 | -2,42 ±2,22 | |
| 3F_3 | -0,90 ±1,37 | -2,11 ±2,53 | 0,35 ±2,23 | |
| 3F_4 | 2,00 ±0,72 | 2,77 ±0,75 | 1,96 ±0,64 | |
| ϵ_3 | -2,88 ±2,58 | 3,73 ±5,25 | 6,85 ±3,02 | |
| 3G_3 | -1,84 ±3,02 | -1,48 ±2,42 | 6,83 ±1,35 | |
| 1G_4 | 6,97 ±0,79 | 6,51 ±0,81 | 6,60 ±0,71 | |
| 3G_4 | 24,58 ±2,16 | -0,60 ±2,80 | 18,42 ±2,40 | |
| 3G_5 | 0,36 ±1,14 | -1,50 ±1,34 | 0,64 ±1,23 | |
| 3P_0 | -2,10 ±3,94 ♣ | -2,29 ±5,15 | 5,00 ±4,89 | } $Im\delta$ |
| 3P_1 | -3,51 ±2,04 ♣ | -9,13 ±2,06 | -3,84 ±3,04 | |
| 3P_2 | 3,05 ±2,14 ♣ | 11,42 ±2,70 | 6,55 ±3,09 | |
| 1D_2 | 14,43 ±4,94 ♣ | 8,82 ±5,00 | 6,63 ±4,18 | |
| 3F_2 | 3,45 ±2,35 • | 4,28 ±1,71 | 4,38 ±1,65 | |
| 3F_3 | 10,19 ±3,05 • | 14,60 ±3,19 | 12,74 ±3,40 | |
| χ^2 | 70,2 | 53,47 | 61,0 | |

Т а б л и ц а 4

Фазовые сдвиги при $\ell_{max} = 5$ в градусах (параметризации Стаппа и др. /19/)

| | Набор 1 | Набор 2 | Набор 3 | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| l^2 | 0,060±0,007 | 0,066±0,009 | 0,065±0,008 | |
| 1S_0 | -26,18 ±3,90 | -25,82 ±4,25 | -30,17 ±10,3 | } $Re \delta$ |
| 3S_1 | -3,06 ±5,69 | -5,45 ±14,7 | -1,51 ±10,8 | |
| 3P_0 | -41,16 ±17,2 | -50,46 ±14,2 | -45,16 ±16,4 | |
| 1P_1 | -24,45 ±7,32 | -38,21 ±16,1 | 53,02 ±7,33 | |
| 3P_1 | -35,47 ±5,32 | -35,21 ±4,14 | -36,99 ±5,76 | |
| 3P_2 | 19,41 ±2,79 | 16,36 ±2,63 | 17,97 ±3,31 | |
| ϵ_1 | 7,32 ±9,24 | 14,05 ±10,7 | -0,41 ±4,65 | |
| 3D_1 | -36,01 ±9,03 | 23,63 ±9,92 | 13,83 ±4,14 | |
| 1D_2 | 10,64 ±3,03 | 8,57 ±3,08 | 3,91 ±4,00 | |
| 3D_2 | 14,56 ±7,14 | 26,43 ±9,84 | -15,88 ±4,89 | |
| 3D_3 | -4,64 ±2,48 | 5,81 ±5,24 | 11,96 ±2,27 | |
| ϵ_2 | -3,14 ±2,00 | -1,20 ±3,02 | -4,33 ±2,32 | |
| 3F_2 | -6,46 ±2,07 | -2,25 ±2,19 | -6,62 ±2,59 | |
| 1F_3 | -17,91 ±3,51 | 6,61 ±3,95 | 2,68 ±3,62 | |
| 3F_3 | -1,55 ±1,54 | -1,09 ±2,66 | 2,83 ±3,08 | |
| 3F_4 | 1,94 ±1,11 | 2,54 ±0,75 | 1,44 ±0,99 | |
| ϵ_3 | 4,15 ±3,54 | 11,34 ±5,53 | 6,60 ±3,09 | |
| 3G_3 | 3,36 ±3,48 | 0,32 ±3,14 | 6,70 ±1,89 | |
| 1G_4 | 6,40 ±0,89 | 6,55 ±1,19 | 4,39 ±1,83 | |
| 3G_4 | 19,00 ±3,89 | 3,92 ±3,25 | 13,25 ±2,79 | |
| 3G_5 | 2,00 ±1,78 | 1,39 ±2,43 | 2,19 ±2,20 | |
| ϵ_4 | -5,75 ±0,90 | 4,65 ±1,15 | -5,50 ±1,14 | |
| 3H_4 | 0,69 ±0,74 | 0,27 ±0,64 | 0,39 ±0,98 | |
| 1H_5 | 2,67 ±2,17 | 3,09 ±2,40 | -6,65 ±1,82 | |
| 3H_5 | -3,39 ±1,02 | -3,37 ±1,27 | -0,81 ±1,17 | |
| 3H_6 | 0,86 ±0,47 | 0,80 ±0,41 | 1,05 ±0,59 | |
| 3P_0 | 1,75 ±6,11 | 4,08 ±7,32 | 1,24 ±6,14 | } $Im \delta$ |
| 3P_1 | -2,58 ±3,11 | -6,02 ±3,47 | -3,37 ±5,20 | |
| 3P_2 | 1,82 ±2,34 | 6,69 ±3,80 | 3,89 ±6,11 | |
| 1D_2 | 13,19 ±8,06 | 7,35 ±5,12 | 7,61 ±7,38 | |
| 3F_2 | 3,80 ±3,56 | 3,40 ±2,46 | 4,41 ±2,61 | |
| 3F_3 | 9,12 ±4,05 | 13,21 ±4,05 | 12,03 ±5,69 | |
| χ^2 | 43 | 38 | 41 | |

Л и т е р а т у р а

1. Р.Я.Зулькарнеев, И.Н.Силин. Препринт ОИЯИ Д-1107, Дубна (1962); ЖЭТФ, 3, 265 (1963).
Р.Я.Зулькарнеев, И.Н.Силин. Препринт ОИЯИ Р-1217, Дубна, 1963; ЖЭТФ (в печати).
- И.Быстрицкий, Р.Я.Зулькарнеев. Препринт ОИЯИ Д-1236, Дубна, 1963; ЖЭТФ(в печати).
2. Л.С.Ажгирей, Н.П.Клепиков, Ю.П.Кумекин, М.Г.Мещеряков, С.Б.Нурушев, Г.Д.Столетов. Препринт ОИЯИ Р-1266, Дубна, 1963; ЖЭТФ (в печати).
3. Ю.П.Кумекин, М.Г.Мещеряков, С.Б.Нурушев, Г.Д.Столетов. Препринт ОИЯИ Р-1337, Дубна, 1963; ЖЭТФ (в печати).
4. Л.С.Ажгирей, Н.П.Клепиков, Ю.П.Кумекин, М.Г.Мещеряков, С.Б.Нурушев, Г.Д.Столетов. Препринт ОИЯИ Е-1339, Дубна, 1963; Phys. Lett. (в печати).
5. Н.П.Богачев, И.К.Взоров. ДАН СССР, 99, 931 (1954).
6. Н.П.Богачев. ДАН СССР, 102, 806 (1956).
7. М.Г.Мещеряков, С.Б.Нурушев, Г.Д.Столетов. ЖЭТФ, 33, 37 (1957).
8. Ю.П.Кумекин, М.Г.Мещеряков, С.Б.Нурушев, Г.Д.Столетов. ЖЭТФ, 38, 1451 (1960).
9. Ю.П.Кумекин, М.Г.Мещеряков, С.Б.Нурушев, Г.Д.Столетов. ЖЭТФ, 38, 1665 (1962).
10. Б.М.Головин, В.П.Джелепов, Р.Я.Зулькарнеев. ЖЭТФ, 44, 142 (1962).
11. В.И.Никаноров, Г.Петер, А.Ф.Писарев, Х.Позе. ЖЭТФ, 42, 1909 (1962).
12. В.П.Джелепов, В.И.Москалев, С.В.Медведь. ДАН СССР, 104, 380 (1955).
13. Н.С.Амаглобели, Ю.М.Казаринов. ЖЭТФ, 37, 1587 (1962).
14. Ю.М.Казаринов, Ф.Легар, Ю.Н.Симонов. Препринт ОИЯИ Р-1207, Дубна (1963).
15. Б.М.Головин, В.П.Джелепов, В.И.Сатаров, В.С.Надеждин. ЖЭТФ, 36, 433 (1959).
16. В.П.Джелепов, В.И.Сатаров, Б.М.Головин. ЖЭТФ, 29, 369 (1955).
17. Л.И.Лапидус. ЖЭТФ, 32, 1437 (1957).
18. Ю.М.Казаринов, В.С.Киселев, И.Н.Силин. Препринт ОИЯИ Р-1221, Дубна, 1963.
19. H.P.Starr, T.I.Yrailantia, M.Metropolis. Phys. Rev., 105, 302 (1957).

Рукопись поступила в издательский отдел
26 июля 1963 г.

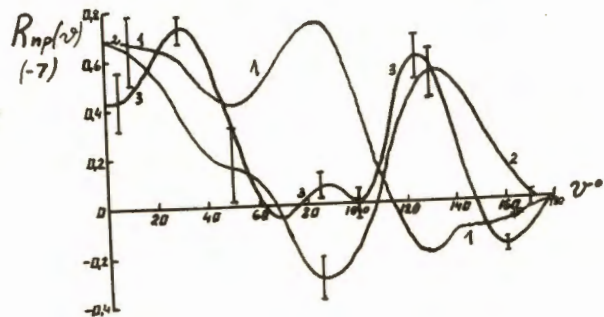
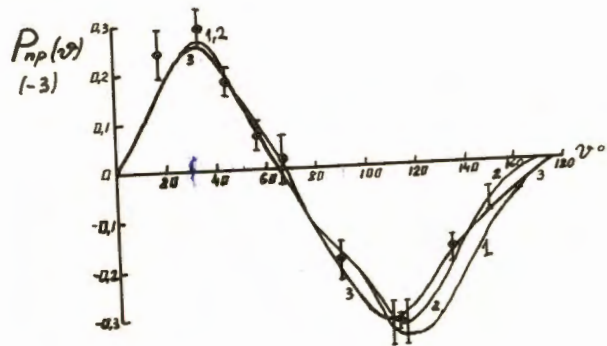
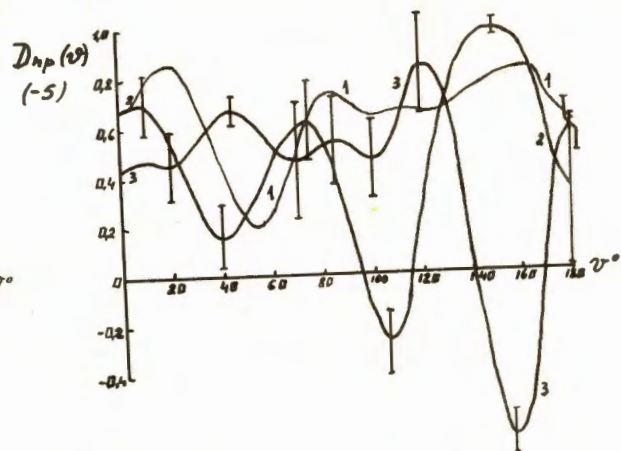
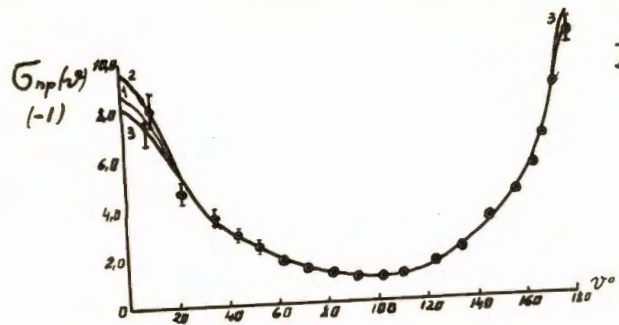


Рис. 1.

$T = 660$

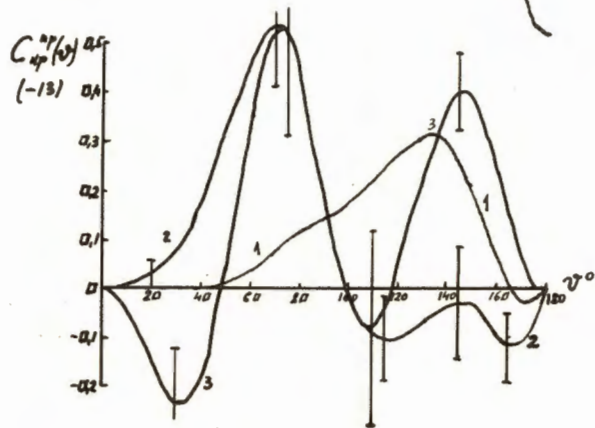
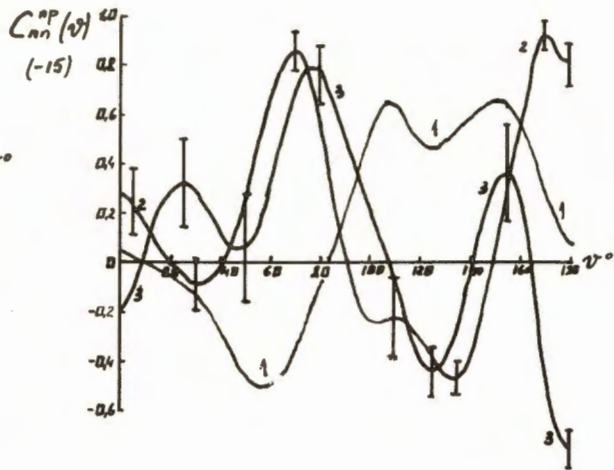
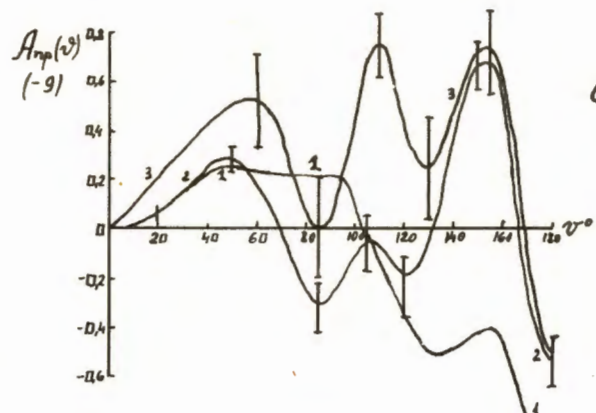


Рис. 2.

T=660

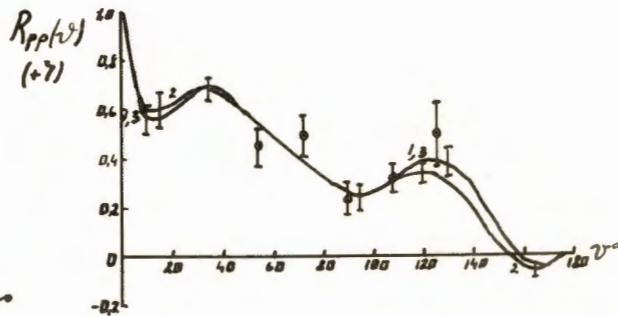
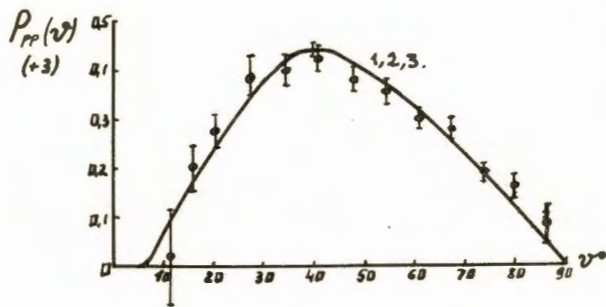
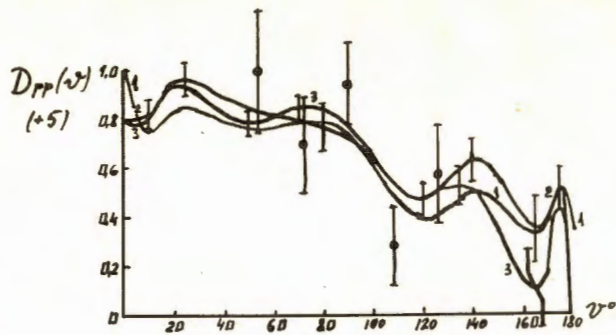
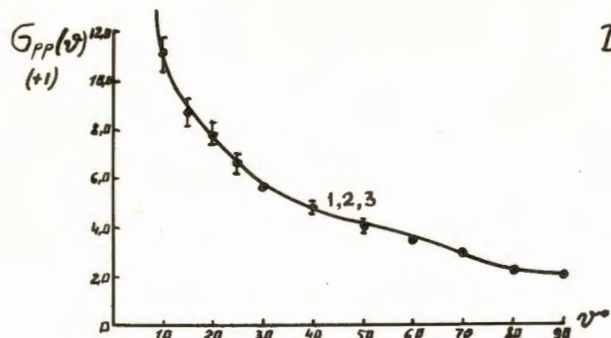


Рис. 3.

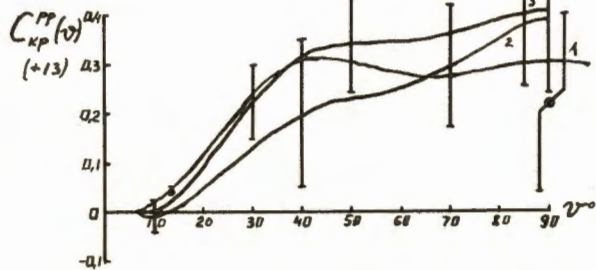
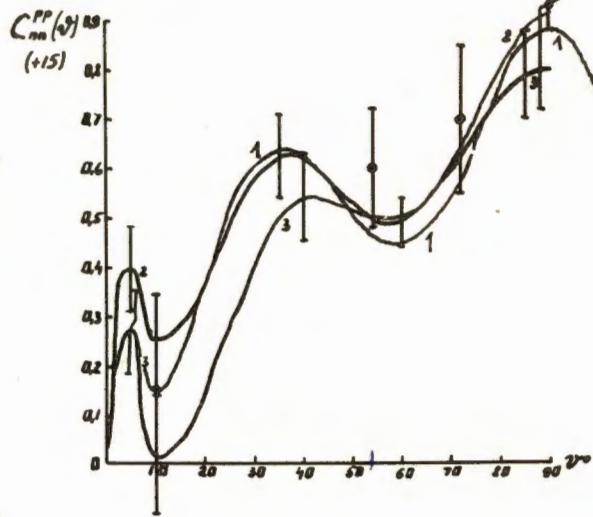


Рис. 4.