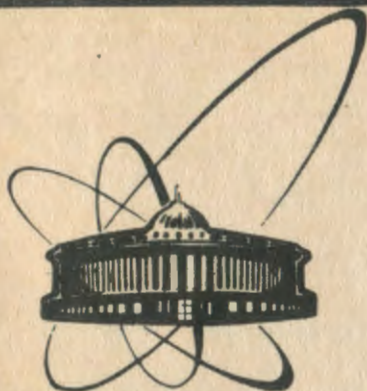


90-158



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

Б 245

P2-90-158

В. С. Барашенков

ПИОН-ЯДЕРНЫЕ СЕЧЕНИЯ

1990

Настоящая работа является продолжением работы<sup>1/</sup>, посвященной нуклон-ядерным сечениям. Приводимые ниже сечения также получены путем аппроксимации известных экспериментальных точек аналитическими (интегральными) выражениями квазиклассической оптической модели с подгончными параметрами, определенными из сравнения с экспериментом. При небольших энергиях  $T < 100$  МэВ (здесь и везде ниже  $T$  – кинетическая энергия налетающего мезона в лабораторной системе координат) использовалось феноменологическое выражение

$$\sigma(T, A) = \pi \left\{ r_0 \lambda^{1/3} + \chi(T, A) \right\}^2 [1 - v(A)/T] f(T), \varphi(A) \alpha(T),$$

где  $\lambda$  – длина дебройлевской волны в системе центра масс,  $v$  – кулоновский барьер,  $f$ ,  $\varphi$ ,  $\alpha$  – полиномиальные функции,  $A$  – массовое число ядра мишени.

Следует подчеркнуть: поскольку в области энергий порядка нескольких десятков МэВ известно еще очень мало экспериментальных данных, полученные таким образом сечения имеют лишь ориентировочное значение.

Сечение упругих взаимодействий может быть получено как разность приводимых ниже сечений:  $\sigma_{el} = \sigma_{tot} - \sigma_{in}$ .

Полные сечения  $\sigma_{\text{tot}}$ , мб и сечения неупругих взаимодействий  $\sigma_{\text{in}}$  мб для  $\pi^+$ - и  $\pi^-$ -мезонов с энергией T, ГэВ

T	He		Be			
	$\sigma_{\text{tot}} (\pi^{\pm})$	$\sigma_{\text{in}} (\pi^{\pm})$	$\sigma_{\text{tot}} (\pi^-)$	$\sigma_{\text{in}} (\pi^-)$	$\sigma_{\text{tot}} (\pi^+)$	$\sigma_{\text{in}} (\pi^+)$
0,02	40	18	150	90	96	60
0,04	70	38	210	126	150	95
0,06	108	62	294	177	222	142
0,08	152	98	396	240	320	194
0,1	208	136	520	320	430	262
0,12	276	176	600	380	514	319
0,13	300	190	623	400	545	345
0,14	320	200	635	410	565	361
0,15	329	209	642	414	574	364
0,16	333	212	640	410	574	364
0,17	332	212	630	400	564	354
0,18	328	208	615	387	552	350
0,19	322	204	600	371	535	330
0,2	310	196	576	360	522	319
0,22	288	176	540	333	490	298
0,24	260	164	504	312	462	280
0,26	240	150	470	285	432	256
0,28	216	134	435	260	398	237
0,3	196	124	400	237	367	216
0,35	144	97,5	340	216	314	200
0,4	125	90	294	198	276	189
0,45	112	85	258	187	248	183
0,5	108,5	82,5	236	182	232	182
0,55	109	83,5	230	180	230	180
0,6	110,5	86,5	233	182		
0,7	117	93	244	187		
0,8	123	97,5	257	193		
0,9	128,5	100	270	202		
1	135	102	276	207		
2	110	83	250	179		
3	96	77	230	172		
5	87	75	215	165		
10	85	74	205	159		

30	83,5	72,5	194	155		
50	83,5	72,5	188	144		
100	83,5	72,5	186	144		
500	83,5	72,5	186	144		
$10^3$	83,5	72,5	186	144		

T	C				N			
	$\bar{\sigma}_{tot}(\pi^-)$	$\bar{\sigma}_{in}(\pi^-)$	$\bar{\sigma}_{tot}(\pi^+)$	$\bar{\sigma}_{in}(\pi^+)$	$\bar{\sigma}_{tot}(\pi^-)$	$\bar{\sigma}_{in}(\pi^-)$	$\bar{\sigma}_{tot}(\pi^+)$	$\bar{\sigma}_{in}(\pi^+)$
0,02	204	138	140	94	246	155	150	90
0,04	260	160	192	132	308	188	212	140
0,06	366	234	294	184	424	256	328	208
0,08	517	315	428	260	590	360	500	300
0,1	630	388	594	370	729	456	680	426
0,11	673	416	642	398	776	492	735	467
0,12	694	430	662	408	800	512	762	490
0,13	704	438	678	420	821	526	781	504
0,14	710	444	685	426	822	526	782	504
0,15	711	445	688	428	817	520	779	500
0,16	706	440	684	424	800	504	770	484
0,17	694	432	672	416	778	491	748	474
0,18	676	416	656	400	768	475	740	460
0,2	648	400	630	386	728	450	706	437
0,22	616	380	598	366	690	425	672	413
0,24	584	354	567	340	654	396	633	381
0,26	548	320	533	308	615	376	600	365
0,28	518	304	504	294	584	360	569	350
0,3	489	288	474	280	556	340	541	330
0,35	426	264	416	257	480	300	467	292
0,4	376	246	369	241	430	282	419	276
0,45	342	240	336	236	393	270	385	267
0,5	323	233	319	231	373	265	368	263
0,55	310	232	310	232	367	265	364	264
0,575	312	233			368	266	366	265
0,6	313	234			370	268	368	267
0,7	319	238			375	273	375	273
0,8	333	246			388	280		
0,9	342	252			390	288		
I	348	256			397	288		

2	310	320			364	250	
3	290	310			337	237	
5	268	198			310	226	
10	250	187			291	218	
20	245	183			275	208	
50	237	176			268	202	
100	234	174			268	202	
500	234	174			268	202	
$10^3$	234	174			268	202	

T	O				Na			
	$\bar{\sigma}_{\text{tot}}(\pi^-)$	$\bar{\sigma}_{\text{in}}(\pi^-)$	$\bar{\sigma}_{\text{tot}}(\pi^+)$	$\bar{\sigma}_{\text{in}}(\pi^+)$	$\bar{\sigma}_{\text{tot}}(\pi^-)$	$\bar{\sigma}_{\text{in}}(\pi^-)$	$\bar{\sigma}_{\text{tot}}(\pi^+)$	$\bar{\sigma}_{\text{in}}(\pi^+)$
0,02	280	190	170	100	450	275	210	115
0,04	360	207	240	145	545	315	320	210
0,06	500	300	390	240	705	413	530	340
0,08	685	420	570	340	910	545	795	495
0,1	812	500	740	470	1020	620	960	565
0,12	861	540	818	518	1075	660	1035	630
0,14	870	550	830	530	1087	670	1050	645
0,16	865	542	822	522	1080	662	1040	637
0,18	835	520	800	505	1042	630	1007	605
0,2	800	490	765	477	987	593	957	572
0,22	755	460	725	448	943	570	918	550
0,25	700	423	675	412	885	520	865	505
0,3	600	360	585	350	790	465	773	455
0,35	537	339	525	330	700	420	685	410
0,4	493	321	483	316	650	410	636	401
0,45	468	314	458	310	610	395	598	388
0,5	441	312	444	308	585	390	575	383
0,6	436	314	447	311	575	400	565	393
0,7	443	319	453	317	585	410	578	405
0,8	449	324	449	324	595	418	590	414
0,9	460	328			600	420	598	418
1	463	330			610	422	610	422
2	432	300			556	372		
3	385	275			524	348		
5	350	250			494	330		
10	325	240			458	320		
20	312	229			445	310		
50	307	225			429	294		

100	303	322			427	292		
500	303	322			427	292		
10 <sup>3</sup>	303	322			427	292		

T	Al				Ca			
	$\bar{C}_{tot} (\%)$	$\bar{C}_{in} (\%)$	$\bar{C}_{tot} (\%)$	$\bar{C}_{in} (\%)$	$\bar{C}_{tot} (\%)$	$\bar{C}_{in} (\%)$	$\bar{C}_{tot} (\%)$	$\bar{C}_{in} (\%)$
0,02	532	300	325	120	800	470	275	160
0,04	637	360	350	238	980	550	445	315
0,06	832	495	615	390	1240	620	790	500
0,08	1057	665	945	610	1460	860	1195	745
0,1	1207	750	1122	712	1570	955	1440	870
0,12	1230	765	1175	735	1600	980	1485	905
0,14	1210	750	1157	720	1580	960	1475	900
0,16	1174	730	1128	703	1535	920	1435	860
0,18	1133	700	1088	655	1475	860	1385	810
0,2	1095	660	1045	635	1425	820	1335	770
0,22	1038	615	988	590	1375	780	1295	740
0,25	970	570	935	550	1295	740	1245	710
0,3	890	520	870	505	1200	665	1160	640
0,35	807	490	787	475	1083	637	1050	617
0,4	750	470	730	455	1000	615	970	595
0,45	710	450	690	438	948	600	923	585
0,5	675	448	660	440	915	590	895	575
0,6	665	450	652	445	895	590	877	575
0,7	670	450	660	445	900	600	887	590
0,8	673	452	668	450	908	608	897	600
0,9	678	456	678	456	915	610	904	602
1	682	460			922	615	913	608
2	618	408			855	550	855	550
3	574	392			795	525		
5	546	376			740	510		
10	520	356			705	488		
20	507	347			682	470		
50	495	338			660	450		
100	488	332			660	450		
500	488	332			660	450		
10 <sup>3</sup>	488	332			660	450		

T	Fe				Cu			
	$\bar{C}_{tot}(\%)$	$\bar{C}_{in}(\%)$	$\bar{C}_{tot}(\%)$	$\bar{C}_{in}(\%)$	$\bar{C}_{tot}(\%)$	$\bar{C}_{in}(\%)$	$\bar{C}_{tot}(\%)$	$\bar{C}_{in}(\%)$
0,02	1175	635	330	210	1400	725	355	330
0,04	1363	725	575	410	1600	810	605	425
0,06	1670	910	1010	707	1875	1000	1120	780
0,08	1950	1180	1500	1010	2088	1300	1630	1035
0,1	2050	1275	1837	1125	2200	1395	1940	1155
0,12	2040	1250	1875	1150	2220	1300	2010	1190
0,14	1975	1200	1820	1100	2175	1367	2010	1190
0,16	1886	1150	1751	1070	2135	1340	1980	1180
0,18	1834	1100	1691	1010	2075	1313	1925	1125
0,2	1773	1040	1636	960	2012	1175	1895	1100
0,22	1720	995	1590	920	1950	1125	1830	1050
0,25	1635	925	1450	775	1855	1042	1730	1000
0,3	1474	825	1396	780	1670	950	1585	900
0,35	1380	810	1305	760	1530	900	1490	870
0,4	1269	780	1219	750	1430	860	1400	835
0,45	1225	760	1190	740	1370	840	1340	815
0,5	1182	745	1148	720	1315	830	1290	810
0,55	1162	740	1138	725	1315	832	1290	812
0,6	1159	740	1134	725	1315	835	1290	815
0,7	1162	740	1144	730	1330	840	1310	825
0,8	1178	750	1163	740	1345	850	1330	840
0,9	1190	760	1175	750	1360	860	1345	850
I	1197	765	1183	755	1365	865	1350	855
2	1102	690	1098	690	1250	785	1240	780
3	1035	660	1035	660	1185	735	1185	735
5	975	635			1128	705		
10	945	615			1070	680		
20	925	600			1035	650		
50	905	585			1010	630		
100	905	585			1010	630		
500	905	585			1010	630		
10 <sup>3</sup>	905	585			1010	630		

T	Mo				Cd			
	$\sigma_{tot}(\pi^-)$	$\sigma_{in}(\pi^-)$	$\sigma_{tot}(\pi^+)$	$\sigma_{in}(\pi^+)$	$\sigma_{tot}(\pi^-)$	$\sigma_{in}(\pi^-)$	$\sigma_{tot}(\pi^+)$	$\sigma_{in}(\pi^+)$
0,03	2430	925	410	270	3060	1025	455	310
0,04	2610	1125	730	540	3125	1275	780	580
0,05	2710	1250	1110	825	3170	1440	1170	880
0,06	2790	1375	1530	975	3220	1625	1700	1060
0,07	2880	1500	1920	1140	3255	1740	2120	1270
0,08	2940	1600	2200	1285	3280	1800	2400	1400
0,09	2965	1680	2385	1400	3290	1880	2600	1530
0,1	2970	1750	2520	1480	3360	1920	2720	1610
0,12	2970	1770	2600	1555	3270	1980	2820	1660
0,14	2920	1730	2630	1580	3200	1920	2840	1680
0,16	2840	1660	2575	1525	3120	1850	2800	1640
0,18	2720	1580	2470	1470	3080	1810	2760	1600
0,2	2570	1500	2320	1360	3090	1720	2720	1560
0,22	2500	1450	2285	1340	2920	1650	2640	1500
0,25	2365	1330	2185	1255	2810	1560	2560	1430
0,3	2200	1250	2053	1160	2640	1450	2450	1330
0,35	2050	1190	1945	1120	2362	1330	2252	1280
0,4	1926	1140	1852	1085	2230	1290	2130	1230
0,45	1825	1100	1776	1060	2115	1245	2035	1200
0,5	1768	1075	1719	1045	2050	1210	1985	1180
0,6	1749	1075	1710	1045	2020	1200	1970	1170
0,7	1750	1070	1716	1045	2025	1200	1975	1175
0,8	1778	1088	1746	1065	2040	1205	2005	1180
0,9	1789	1095	1759	1075	2070	1205	2035	1180
I	1808	1110	1778	1090	2100	1230	2070	1210
2	1690	1035	1675	1025	1900	1130	1880	1120
3	1645	1005	1645	1005	1795	1085	1785	1080
5	1530	940			1740	1060	1740	1060
10	1492	917			1675	1000		
20	1450	880			1645	985		
50	1425	860			1625	975		
100	1425	860			1620	970		
500	1425	860			1620	970		
10 <sup>3</sup>	1425	860			1620	970		



T	Sn				W			
	$\sigma_{tot}(\pi^-)$	$\sigma_{in}(\pi^-)$	$\sigma_{tot}(\pi^+)$	$\sigma_{in}(\pi^+)$	$\sigma_{tot}(\pi^-)$	$\sigma_{in}(\pi^-)$	$\sigma_{tot}(\pi^+)$	$\sigma_{in}(\pi^+)$
0,02	3000	1050	465	315	5200	1450	480	325
0,04	3180	1350	800	590	5115	1850	900	680
0,05	3250	1520	1200	880	5025	2100	1500	990
0,06	3300	1650	1760	1220	4975	2350	2350	1500
0,07	3380	1800	2170	1460	4900	2550	3020	1850
0,08	3410	1980	2480	1580	4850	2700	3420	2150
0,09	3470	2070	2730	1700	4780	2825	3650	2250
0,1	3450	2120	2885	1770	4725	2900	3775	2300
0,12	3410	2090	2970	1810	4600	2850	3875	2350
0,14	3350	2050	2980	1810	4490	2750	3830	2330
0,16	3280	1980	2970	1800	4355	2630	3750	2280
0,18	3200	1920	2890	1730	4255	2525	3700	2230
0,2	3120	1830	2840	1680	4125	2400	3630	2200
0,22	3050	1770	2790	1630	4040	2300	3550	2120
0,25	2900	1670	2620	1530	3830	2200	3550	2130
0,3	2630	1500	2450	1400	3580	2070	3290	1900
0,35	2500	1435	2335	1335	3330	1880	3070	1780
0,4	2325	1350	2205	1270	3110	1770	2890	1670
0,45	2190	1300	2080	1210	2955	1715	2840	1635
0,5	2100	1230	2020	1180	2860	1680	2730	1600
0,55	2060	1220	2010	1190	2852	1680	2725	1602
0,6	2055	1235	1990	1190	2845	1680	2720	1605
0,7	2055	1235	1990	1190	2885	1685	2770	1610
0,8	2055	1235	2015	1205	2900	1690	2805	1615
0,9	2067	1237	2030	1210	2915	1700	2828	1630
1	2085	1240	2045	1210	2940	1720	2865	1660
2	2000	1160	1980	1150	2800	1635	2770	1620
3	1900	1120	1890	1115	2660	1560	2640	1550
5	1835	1090	1835	1090	2580	1530	2570	1525
10	1770	1065			2490	1460	2490	1460
20	1720	1040			2460	1440		
50	1700	1020			2425	1410		
100	1695	1015			2420	1410		
500	1695	1015			2420	1410		
$10^3$	1695	1015			2420	1410		

T	Pb				U			
	$\sigma_{tot}(\pi^-)$	$\sigma_{in}(\pi^-)$	$\sigma_{tot}(\pi^+)$	$\sigma_{in}(\pi^+)$	$\sigma_{tot}(\pi^-)$	$\sigma_{in}(\pi^-)$	$\sigma_{tot}(\pi^+)$	$\sigma_{in}(\pi^+)$
0,02	5890	1575	515	348	7080	1740	485	334
0,04	5700	2025	940	707	6830	2220	960	720
0,05	5610	2300	1500	1040	6650	2500	1580	1020
0,06	5580	2575	2400	1650	6530	2820	2700	1560
0,07	5550	2850	3270	2100	6400	3080	3550	2100
0,08	5480	3000	3750	2400	6280	3300	4050	2300
0,09	5400	3115	4050	2580	6100	3420	4320	2550
0,1	5300	3180	4140	2640	5840	3500	4420	2700
0,12	5100	3080	4260	2650	5660	3420	4620	2880
0,14	4930	2940	4200	2520	5520	3330	4660	2880
0,16	4750	2800	4080	2410	5330	3200	4580	2760
0,18	4600	2670	3990	2330	5160	3060	4470	2660
0,2	4400	2550	3990	2250	4990	2940	4350	2550
0,22	4280	2450	3810	2190	4810	2850	4295	2510
0,25	4170	2370	3730	2130	4630	2710	4187	2430
0,3	3915	2220	3520	2000	4323	2470	3938	2270
0,35	3650	2110	3370	1930	4130	2380	3755	2130
0,4	3470	2000	3186	1870	3870	2250	3573	2060
0,45	3260	1920	3110	1830	3700	2160	3450	2000
0,5	3150	1880	3010	1790	3550	2080	3342	1970
0,55	3120	1850	2990	1770	3490	2040	3310	1950
0,6	3070	1800	2985	1765	3465	2045	3295	1950
0,7	3085	1805	3005	1775	3467	2047	3310	1960
0,8	3100	1810	3020	1780	3475	2050	3330	1960
0,9	3120	1820	3040	1790	3495	2055	3375	1970
I	3160	1840	3080	1800	3515	2060	3405	1980
2	3070	1800	3020	1775	3440	2010	3350	1950
3	2930	1720	2905	1710	3360	1980	3338	1978
5	2820	1640	2790	1620	3150	1830	3135	1830
10	2750	1620	2750	1620	3040	1780	3040	1780
20	2710	1570			2985	1735		
50	2655	1530			2955	1710		
100	2640	1530			2940	1700		
500	2640	1530			2940	1700		
10 <sup>3</sup>	2640	1530			2940	1700		

#### Литература

1. Барашенков В.С. Сообщение ОИЯИ, P2-89-770, Дубна, 1989.

Рукопись поступила в издательский отдел  
5 марта 1990 года.