

Częstochowski
Kalendarz Astronomiczny
2010

Rok VI

Redaktor naukowy
Bogdan Wszolek

Częstochocki Kalendarz Astronomiczny 2010

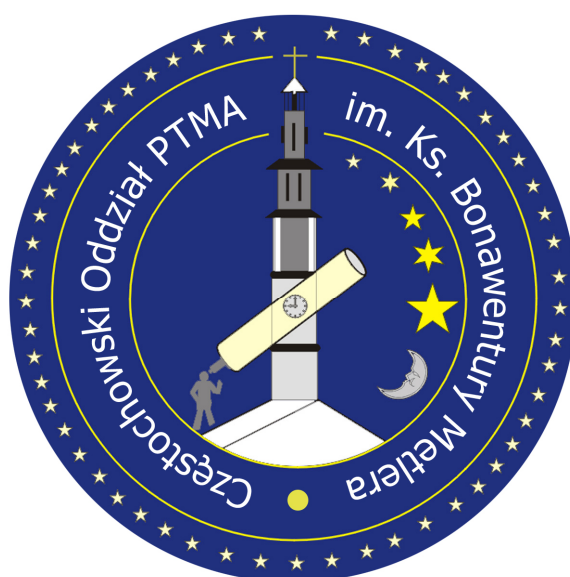
Redakcja Naukowa

Bogdan Wszolek

Autorzy przyczynków:

Ivan L. Andronov
Katarzyna Bajan
Więnczysław Bykowski
Grzegorz Czepiczek
Joanna Drązkowska
Roman Adam Janiczek
Paulina Karczmarek
Piotr Koperski
Janusz Krywult
Elżbieta Kuligowska
Agnieszka Kuźmicz

Adam Musiał
Gregory Polinovsky
Milena Ratajczak
Szymon Sikora
Michał Silarski
Andrzej Szary
Tomasz Szymański
Ilona Śledź
Bogdan Wszolek
Magdalena Żurawska



Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
Oddział im. Ks. Bonawentury Metlera w Częstochowie

Częstochowa 2010

Recenzenci przyczynków

Prof. dr hab. Michał Hanasz
Prof. dr hab. Marek Kutschera
Prof. dr hab. Giorgi Melikidze
Prof. dr hab. Paweł Moskal

Redaktor

Bogdan Wszolek

Korektorzy

Magdalena Wszolek i Agnieszka Kuźmicz

Redakcja techniczna

Bogdan Wszolek

Projekt okładki

Bogdan Wszolek

© Copyright by Bogdan Wszolek

ISSN 1895-0787

Wydano przez Częstochowski Oddział PTMA
42-200 Częstochowa
Al. Armii Krajowej 13/15
tel. (034) 361 49 18 wewn. 298
e-mail: bogdan@ajd.czyst.pl

Spis treści

Słowo wstępne.....	9
Część pierwsza (tabelaryczna)	
Kalendarz na rok 2010 (<i>B. Wszolek</i>).....	11
W roku 2010 (<i>B. Wszolek</i>).....	23
II Konferencja Naukowa młodych „Wybrane zagadnienia astrofizyki” (<i>B. Wszolek</i>)	24
Konkurs URANIA (<i>B. Wszolek</i>).....	25
Tabele astronomiczne(<i>B. Wszolek</i>).....	27
Wschody, górowania i zachody Słońca w Częstochowie (<i>B. Wszolek</i>).....	27
Świty i zmiernicy w Częstochowie (<i>B. Wszolek</i>).....	33
Wschody, górowania i zachody Księżyca w Częstochowie (<i>B. Wszolek</i>).....	39
Czas gwiazdowy (<i>B. Wszolek</i>).....	45
Część druga (dydaktyczno-informacyjna)	
Międzynarodowy Rok Astronomii w Częstochowie (<i>B. Wszolek</i>).....	51
Częstochowska aktywność astronomiczna w roku 2009 (<i>B. Wszolek</i>)	61
Roman Karol Janiczek – wspomnienie wnuka (<i>R.A. Janiczek</i>)	81
Prof. Roman Janiczek – wspomnienie ucznia (<i>G. Czepiczek</i>)	85
Relacje	87
Krymska przygoda (<i>M. Żurawska</i>).....	87
Polecane książki, czasopisma i strony internetowe (<i>B. Wszolek</i>).....	95
Część trzecia (artykuły popularnonaukowe)	
Klasyfikacja gwiazd zmiennych (<i>I.L. Andronov</i>)	99
Tajemnicza gwiazda – Słońce (<i>G. Polinovsky</i>)	105
Kosmiczna Symfonia – astrosejsmologia (<i>P. Karczmarek</i>)	111
Okołoziemski akcelerator cząstek (<i>P. Koperski</i>)	115
Dlaczego niebo jest niebieskie (<i>K. Bajan</i>).....	121
Projekt”Pi of the Sky” – polski wkład w badanie Wszechświata (<i>A. Musiał</i>).....	125
Feniks – nauczanie i popularyzacja astronomii (<i>J. Krywult</i>)	129
Część czwarta (przyczynki naukowe)	
Słowo o Keplerze (<i>B. Wszolek</i>).....	133
Poszukiwanie planet pozaziemskich z zastosowaniem zjawiska tranzytów planetarnych (<i>W. Bykowski</i>).....	139
Dynamika pyłu w symulacjach dynamicznych (<i>J. Drążkowska</i>)	145
Najdalsze gigantyczne radiogalaktyki typu FR II (<i>E. Kuligowska</i>)	155
Radioźródła podwójno-podwójne (<i>A. Kuźmich</i>)	161
Wyznaczanie parametrów gwiazd podwójnych przy użyciu metody korelacji dwuwymiarowej (TODCOR) (<i>M. Ratajczak</i>)	167
Soczewkowanie grawitacyjne. Czy można wyznaczyć masę soczewki tylko na podstawie kąta ugięcia światła? (<i>S. Sikora</i>)	175
Badania reakcji pp – ppK ⁺ K ⁻ pod kątem oddziaływania kaon-proton i kaon-antykaon (<i>M. Silarski</i>)	181
Generacja cząstek w niedipolowym polu magnetycznym gwiazdy neutronowej (<i>A. Szary</i>)	189
Ekscentryczny dysk akrecyjny układu KU Cyg (<i>T. Szymański</i>)	199
Obserwacje astrometryczne komet w OA UJK w Kielcach (<i>I. Śledź</i>)	205

Badania reakcji $pp \rightarrow ppK^+K^-$ pod kątem oddziaływania kaon-proton i kaon-antykaon

Michał Silarski, w imieniu międzynarodowej grupy badawczej COSY-11

Instytut Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

Streszczenie

Poznanie oddziaływania K^+K^- i pK^- jest bardzo ważne ze względu na wiele zagadnień współczesnej fizyki cząstek elementarnych, w szczególności w odniesieniu do struktury mezonów skalarnych a_0 i f_0 , a także hiperonu $\Lambda(1405)$. W astrofizyce wiedza ta ma zastosowanie w modelowaniu struktury gwiazd neutronowych i jest kluczowa ze względu na postulowaną możliwość produkcji i kondensacji mezonów K^- w rdzeniach gwiazd neutronowych. Istnienie takiego kondensatu wpływałoby istotnie na parametry tych gwiazd, np. na ich maksymalną masę.

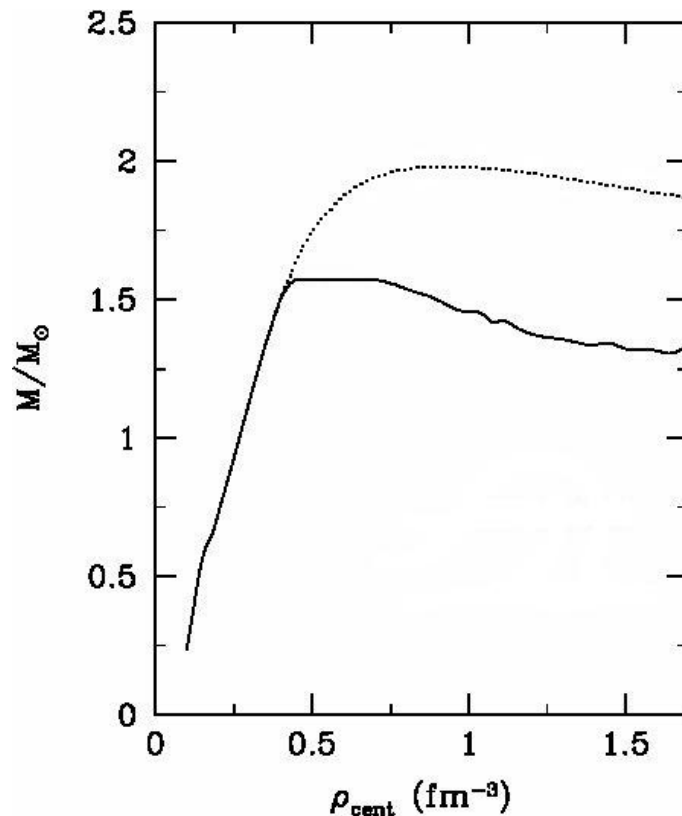
Jednym ze sposobów badania wyżej wymienionych oddziaływań jest przyprogowa produkcja par kaon-antykaon w reakcjach takich jak np. $pp \rightarrow ppK^+K^-$. Pomiary tej reakcji przeprowadzone przez grupę COSY-11 wykazują znaczące różnice pomiędzy otrzymaną funkcją wzbudzenia a przewidywaniami teoretycznymi zanedbującymi oddziaływanie z kaonami. Obserwowane wzmocnienie całkowitych przekrojów czynnych w stosunku do przewidywań teoretycznych może być spowodowane oddziaływaniem w układach K^+K^- i pK^- , które przejawia się jeszcze silniej na rozkładach różniczkowych przekrojów czynnych. Dlatego, w celu pogłębienia wiedzy o dynamice niskoenergetycznego układu ppK^+K^- , przeprowadziliśmy analizę różniczkowych przekrojów czynnych na reakcję $pp \rightarrow ppK^+K^-$ w funkcji mas niezmienniczych układów pp i K^+K^- . W szczególności, w analizie wykorzystano uogólnienie wykresu Dalitza na układy czterech cząstek.

Wstęp

Poznanie oddziaływania w układzie ppK^+K^- jest kluczowe dla toczącej się obecnie bardzo żywo dyskusji na temat struktury mezonów skalarnych a_0 i f_0 . Poza standardową interpretacją jako układ kwark-antykwark [1] cząstki te są rozpatrywane również m.in. jako molekuły K^+K^- [2]. Poza wspomnianymi cząstkami również hiperon $\Lambda(1405)$ jest potencjalnym stanem związanym pK^- [3]. Wiedza na temat oddziaływania pomiędzy K^+ i K^- oraz protonem i mezonem K^- pozwala na ograniczenie możliwości spekulacji co do istotności powyższych hipotez. W astrofizyce dobra znajomość tych oddziaływań jest niezbędna do dobrego zrozumienia struktury i wielu własności gwiazd neutronowych takich jak np. ich maksymalna masa [4]. Ze względu na duże gęstości (przekraczające gęstości ciężkich jąder atomowych) i wysokie ciśnienia panujące wewnątrz gwiazdy neutronowej kluczowe znaczenie dla jej struktury ma równanie stanu materii jądrowej [5]. Poza neutronami w

gwiazdach tych znajdują się stosunkowo niewielkie ilości protonów, elektronów i mionów. W latach 60-tych XX wieku teoretycy zasugerowali, że przy dostatecznie dużych gęstościach w rdzeniach gwiazd neutronowych mogą pojawiać się również hiperony, piony lub kaony. Te ostatnie mogłyby być produkowane przy odpowiednio dużych ciśnieniach w procesach takich jak:

$e \rightarrow K\nu_e$ lub $n \rightarrow Kp$. Progowa gęstość materii, przy której takie procesy mogłyby zachodzić jest silnie zależna od oddziaływania kaonów z nukleonami, ponieważ w znacznym stopniu wpływa na ich efektywną masę [6]. Produkowane kaony mogą utworzyć w jądrze gwiazdy kondensat Bosego-Einsteina [7]. W wyniku tego przejścia fazowego gwałtownie spada ciśnienie wewnątrz gwiazdy, co może doprowadzić nawet do jej zapadnięcia się w czarną dziurę [8]. Obecność kondensatu wpływa więc na równanie stanu gwiazdy neutronowej i w konsekwencji ma wpływ również na jej maksymalną masę. Rys. 1 przedstawia teoretyczną zależność masy gwiazdy neutronowej od ciśnienia materii w centrum gwiazdy. Jak widać postulowane kondensaty kaonowe obniżają maksymalną masę z ok. $2 M_{\odot}$ do ok. $1.5 M_{\odot}$ (M_{\odot} - masa Słońca).



Rys. 1. Masa gwiazdy neutronowej (wyrażonej w masach Słońca) w funkcji ciśnienia centralnego. Linia ciągła odpowiada obliczeniom uwzględniającym kondensację kaonów, natomiast linia przerywana przedstawia wyniki uzyskane z pominięciem tego zjawiska. Wykres pochodzi z pracy [6]

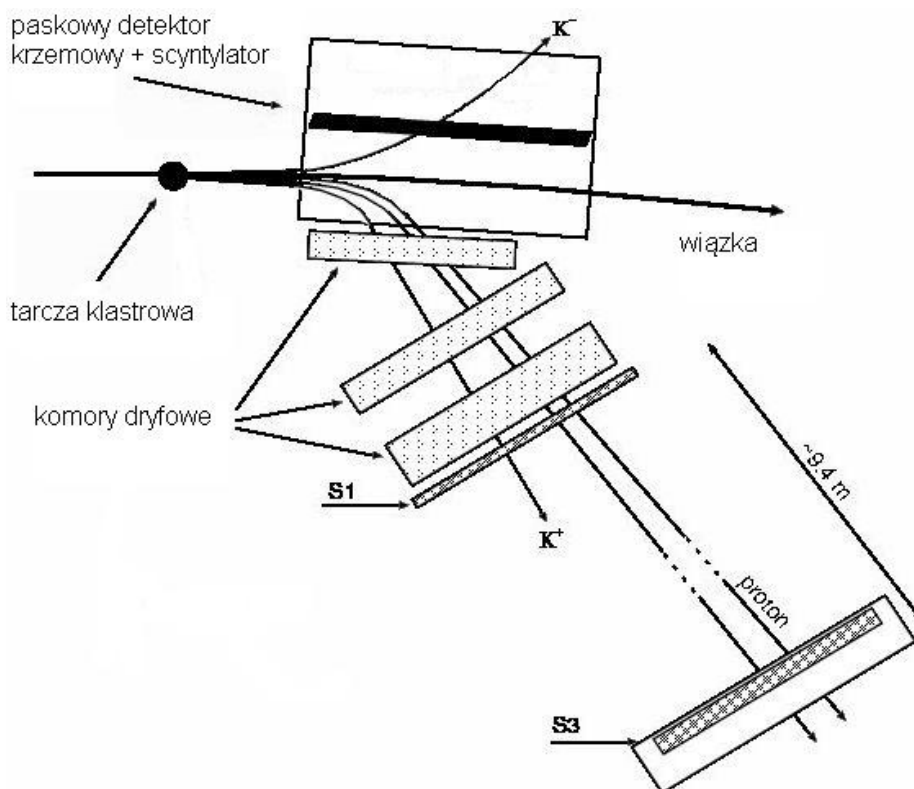
Dotychczasowe pomiary obserwowanych gwiazd neutronowych dają masy w zakresie $1.3 M_{\odot} - 2.2 M_{\odot}$ [5,9], co sugeruje, że nie zawierają one w sobie kondensatów. Warto jednak wspomnieć, że pomiary najbardziej masywnych gwiazd obarczone są wciąż dość znacznymi niepewnościami, co utrudnia wyciąganie jednoznacznych wniosków. Dlatego wyniki badań oddziaływań kaon-nukleon i kaon-antykaon, jakie dostarcza fizyka jądrowa są kluczowe w dyskusji na temat struktury materii wewnątrz gwiazd neutronowych.

Badania własności cząstek zanurzonych w gęstej materii jądrowej przeprowadza się głównie w zderzeniach ciężkich jonów [6,10]. Ich oddziaływanie można jednak również analizować w przyprogowych reakcjach takich jak np. zderzenia protonów. W reakcjach tego typu pęd względny produkowanych cząstek jest na tyle mały, że ich oddziaływanie przejawia się w różniczkowych rozkładach na przykład masy niezmienniczej. W niniejszym artykule przedstawiamy pomiary przyprogowej reakcji $pp \rightarrow ppK^+K^-$ wykonane pod kątem niskoenergetycznego oddziaływania w układzie ppK^+K^- przez grupę COSY-11, które przeprowadzono na synchrotronie COSY w Jülich w Niemczech [11-13]. Opisujemy również analizę oddziaływania w układzie K^+K^- , w której wykorzystano uogólnienie wykresu Dalitza dla czterech cząstek.

Pomiary reakcji $pp \rightarrow ppK^+K^-$ za pomocą detektora COSY11

Pomiary przyprogowej produkcji par K^+K^- w zderzeniach protonów były prowadzone na akceleratorze COSY z wykorzystaniem układu detekcyjnego COSY-11 [14] przedstawionego schematycznie na Rys.2. Strumień tarczy, który stanowią klastry złożone z ok. 10^5 molekuł wodoru, wpada w obszar wiązki protonowej akceleratora COSY gdzie następują zderzenia. Dodatkowo naładowane produkty reakcji są kierowane przez pole magnetyczne dipola w stronę układu detekcyjnego COSY-11 i opuszczają komorę próżniową przez okno zbudowane z cienkiej folii [14]. Ich tory są następnie rejestrowane za pomocą komór dryfowych. Rekonstrukcja trajektorii przez znane pole magnetyczne do punktu reakcji pozwala na wyznaczenie pędu produktów reakcji.

Wyznaczenie pędu oraz niezależne pomiary prędkości wykonywane za pomocą układu hodoskopów scyntylacyjnych S1 i S3 umożliwiają identyfikację cząstek. Znajomość pędów i energii dodatkowo naładowanych cząstek pozwala na obliczenie masy nieobserwowanego obiektu X^- , która w przypadku reakcji $pp \rightarrow ppK^+K^-$ powinna odpowiadać masie mezonu K^- . Poza sygnałem obserwujemy również tło pochodzące z reakcji typu $pp \rightarrow pp\pi^+X^-$, gdzie mezon π^+ został zidentyfikowany jako K^+ , jak również z produkcji K^+ związanej z hiperonami $\Lambda(1405)$ i $\Sigma(1385)$ [15].



Rys.2. Schemat układu detekcyjnego COSY-11 wraz z przykładowym zdarzeniem reakcji $pp \rightarrow ppK^+K^-$

Poprzez porównanie pozycji cząstki X , zarejestrowanej przez detektor krzemowy umieszczony wewnątrz dipola z oczekiwaną pozycją mezonu K^- wynikającą z kinematyki zdarzenia uzyskuje się praktycznie całkowitą redukcję tła. Czysta identyfikacja reakcji $pp \rightarrow ppK^+K^-$ pozwala na wyznaczenie całkowitych i różniczkowych przekrojów czynnych.

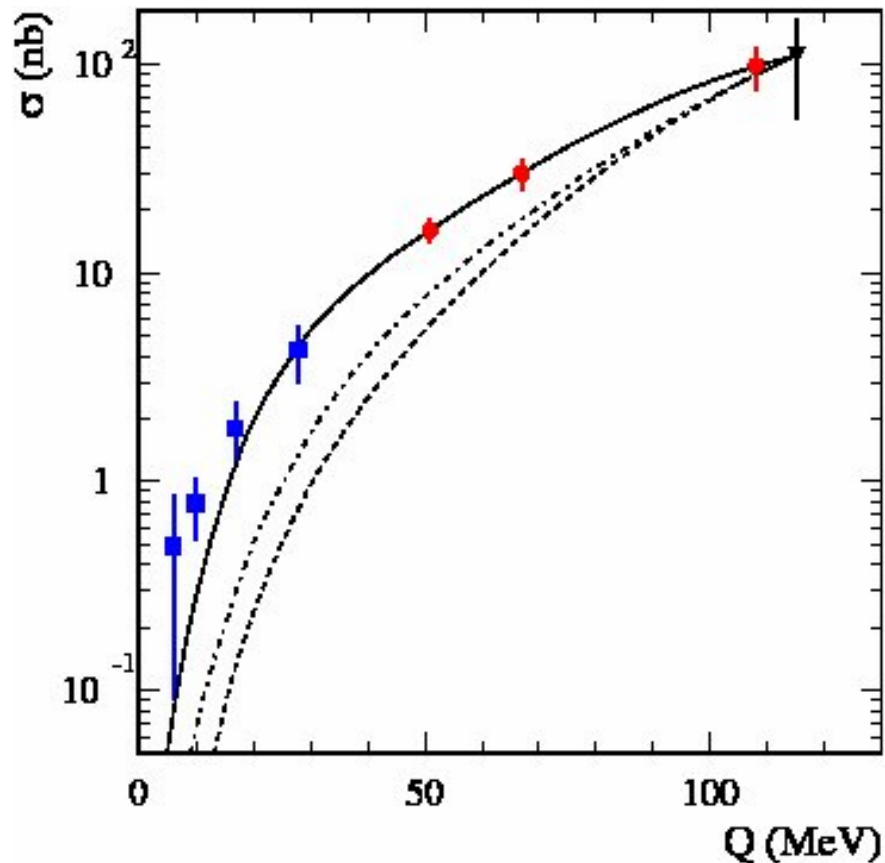
Badanie dynamiki układu ppK^+K^-

Pomiary reakcji $pp \rightarrow ppK^+K^-$ w pobliżu progu kinematycznego były prowadzone nie tylko przez grupę COSY-11 [15-17] ale również przez grupy ANKE [18] i DISTO [19]. Wyniki wszystkich pomiarów przedstawione zostały na Rys. 3. wraz z przewidywaniami modelowymi znormalizowanymi do pomiaru DISTO przy energii dostępnej w środku masy wynoszącej $Q = 114$ MeV. Krzywa przerywana przedstawia wyniki obliczeń przy założeniu, że w stanie końcowym cząstki nie oddziałują. Przewidywania te różnią się od danych eksperymentalnych o rząd wielkości dla energii $Q = 10$ MeV i o czynnik ok. pięć dla $Q = 28$ MeV. Uwzględnienie oddziaływania między protonami (kropkowana krzywa) daje lepszy, ale wciąż niewystarczający opis danych (opis użytej parametryzacji można znaleźć np. w [20]). Sugeruje to, że na kształt funkcji wzbudzenia przedstawionej na Rys. 3 ma wpływ również oddziaływanie innych cząstek. Istotnie, model zaproponowany przez grupę ANKE uwzględniający oddziaływanie pK^- (krzywą ciągłą), daje dobry opis danych eksperymentalnych aż do energii $Q = 10$ MeV. Model ten zakłada niezależne oddziaływania par cząstek, tzn. protonu z protonem i K^- z każdym

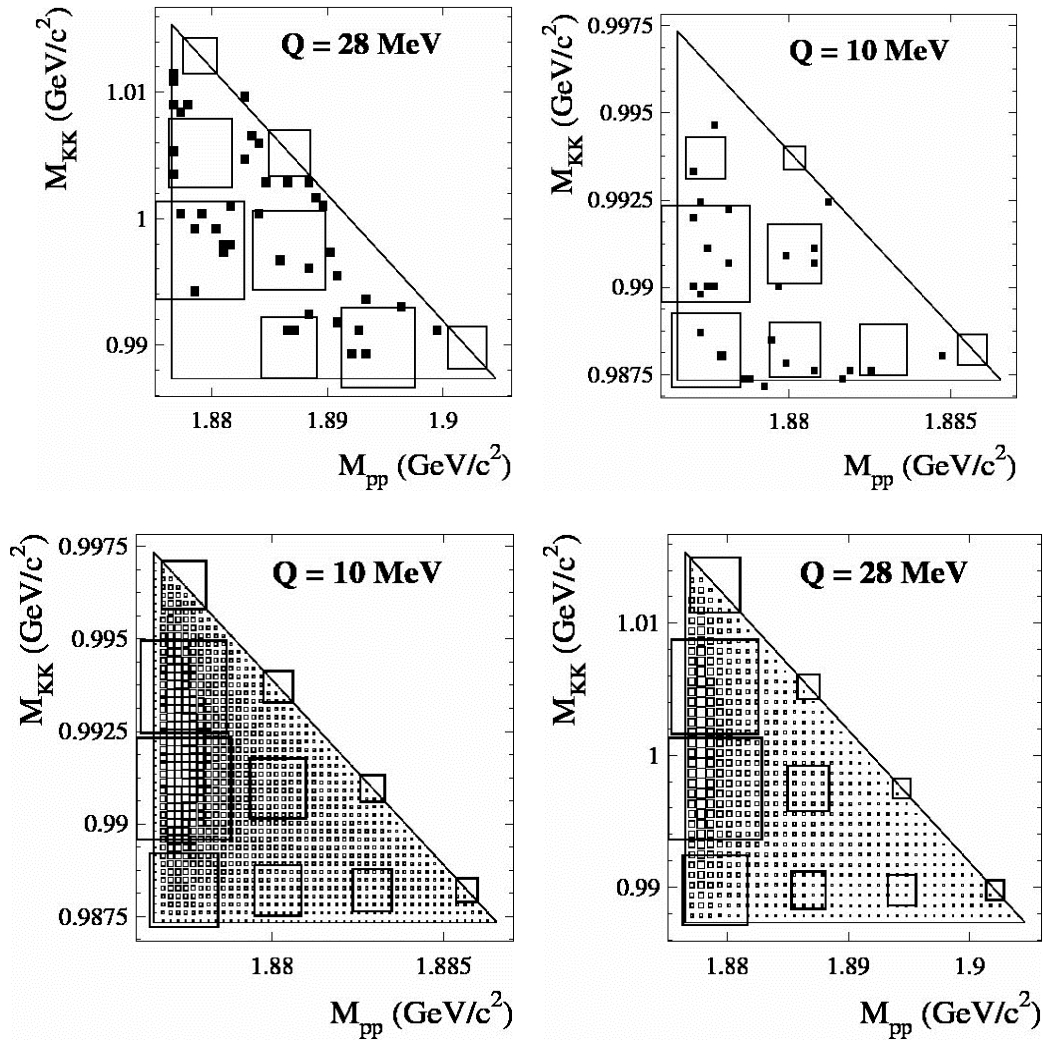
z protonów [13,18]. Wyznaczona przez grupę ANKE długość rozpraszania oddziaływania pK^- wynosi $a_{pK^-} = (0 + 1.5i)$ fm.

Jednak uwzględnienie oddziaływania pp oraz pK^- nie jest wystarczające, aby opisać dane najbliższej progę na reakcję. Może być to wynikiem oddziaływania w układzie K^+K^- pomijanego dotychczas w obliczeniach. Oddziaływanie to powinno przejawiać się znacznie silniej w rozkładach różniczkowych.

Ta hipoteza zachęciła nas do przeprowadzenia analizy różniczkowych przekrojów czynnych dla reakcji $pp \rightarrow ppK^+K^-$, która została zmierzona przez grupę COSY-11 przy energiach $Q = 10$ MeV i $Q = 28$ MeV (łącznie ok. 60 zdarzeń). Dla reakcji prowadzących do trzech cząstek w stanie końcowym bardzo wygodnym narzędziem analizy jest wykres Dalitza [21], na którym oddziaływanie objawia się jako modyfikacja jednorodnego rozkładu zdarzeń [22].



Rys. 3. Wyniki pomiarów całkowitego przekroju czynnego na reakcję $pp \rightarrow ppK^+K^-$ przeprowadzone przez grupy DISTO(trójkąt), ANKE (kółka) i COSY-11 (kwadraty), wraz z krzywymi teoretycznymi opisanymi w tekście



Rys. 4. Wykresy Goldhabera dla reakcji $pp \rightarrow ppK^+K^-$. Linie ciągłe to granice obszaru dostępnego kinematycznie. Część górna rysunku to eksperymentalne rozkłady, natomiast na dole znajdują się wyniki symulacji uwzględniające oddziaływanie pp i pK^- . Duże kwadraty reprezentują te same rozkłady dla zdarzeń pogrupowanych w przedziały $\Delta M = 2.5 \text{ MeV}/c^2$ dla energii $Q = 10 \text{ MeV}$ i $\Delta M = 7 \text{ MeV}/c^2$ dla $Q = 28 \text{ MeV}$

Uogólnienie tego wykresu na układy czterech cząstek można przeprowadzić na wiele sposobów [23,24], jednym z nich jest wykres Goldhabera [25,26] używany w opisywanej tu analizie. Rys. 4 przedstawia rozkłady Goldhabera otrzymane z danych eksperymentalnych i odpowiadające im symulacje uwzględniające oddziaływania proton-proton i proton- K^- . W celu określenia oddziaływania K^+K^- wykonaliśmy symulację rozkładów Goldhabera w funkcji długości rozpraszania układu K^+K^- i za pomocą metody największej wiarygodności wybraliśmy taką jej wartość, dla której symulowane rozkłady najlepiej oddają eksperymentalne wykresy Goldhabera. Najlepsze dopasowanie do danych otrzymaliśmy dla długości rozpraszania $a_{K^+K^-} = [(0.5^{+4.0}_{-0.5}) + i(3.0 \pm 3.0)] \text{ fm}$ [12].

Podsumowanie

Wiedza na temat oddziaływań pK^- i K^+K^- jest kluczowa nie tylko ze względu na nierozwiązane kwestie w niskoenergetycznej fizyce cząstek, lecz może również przyczynić się do znacznie lepszego poznania struktury masywnych i gęstych obiektów astrofizycznych, takich jak gwiazdy neutronowe. W badaniu tych oddziaływań istotny wkład wnoszą reakcje przyprogowej produkcji mezonów K^+K^- , gdzie oddziaływanie może przejawiać się bardzo mocno. Na podstawie pomiarów reakcji $pp \rightarrow ppK^+K^-$ wykonanych przez grupę COSY-11 oszacowaliśmy długość rozpraszania oddziaływania kaon-antykaon $a_{K^+K^-} = [(0.5_{-0.5}^{+4.0}) + i(3.0 \pm 3.0)]$ fm, która ze względu na małą statystykę obarczona jest dużymi niepewnościami.

Literatura

- [1] D. Morgan, M. R. Pennington, Phys. Rev. D 48, 1185 (1993).
- [2] D. Lohse *et al.*, Nucl. Phys. A516, 513 (1990).
- [3] N. Kaiser, P. B. Siegel, W. Weise, Nucl. Phys. A594, 325 (1995).
- [4] G. Q. Li, C.-H. Lee, G. E. Brown, Nucl. Phys. A625, 372 (1997).
- [5] P. Haensel, „Urania” nr 3 (2006).
- [6] G. Q. Li, C.-H. Lee, G. E. Brown, Phys. Rev. Lett. 79, 5214 (1997).
- [7] D. B. Kaplan, A. E. Nelson, Phys. Lett. B291, 57 (1986).
- [8] M. Bejger, P. Haensel, L. Zdunik, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 359, 699 (2005).
- [9] G. E. Brown, C.-H. Lee, M. Rho, Phys.Rept., 462 1 (2008).
- [10] P. Senger *et al.*, Phys. Rev. C 75, 024906 (2007).
- [11] D. Prasuhn *et al.*, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 441, 167 (2000).
- [12] M. Silarski *et al.*, Phys. Rev. C, wysłane do rozpatrzenia.
- [13] M. Silarski, P. Moskal, D. Gil, J. Smyrski, Acta. Phys. Pol. B Proc. Supp. 2, 97 (2009).
- [14] S. Brauksiepe *et al.*, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 376, 397 (1996).
- [15] C. Quentmeier *et al.*, Phys. Lett. B515, 276 (2001).
- [16] M. Wolke, praca doktorska, IKP J`ul-3532 (1997).
- [17] P. Winter *et al.*, Phys. Lett. B635, 23 (2006).
- [18] Y. Maeda *et al.*, Phys. Rev. C 77, 01524 (2008).
- [19] F. Balestra *et al.*, Phys. Lett. B468, 7 (1999).
- [20] P. Moskal *et al.*, Phys. Lett. B482, 356 (2000).
- [21] R. H. Dalitz, Phil. Mag. 44, 1068 (1953).
- [22] P. Moskal *et al.*, Nucl. Phys. B Proc. Suppl. 181-182, 194-198 (2008).
- [23] P. Nyborg *et al.*, Phys. Rev. 140, 914 (1965).
- [24] D. Chodrow, Nuovo Cimento 50, 674 (1967).
- [25] W. Chinowsky, G. Goldhaber, S. Goldhaber, W. Lee, T. O'Halloran, Phys. Rev. Lett. 9, 330 (1962).
- [26] W. Chinowsky, G. Goldhaber, S. Goldhaber, W. Lee, T. O'Halloran, Phys. Rev. Lett. 6, 62 (1963).