

Projekt zaliczeniowy ROOT
Pokazanie zastosowania pakietu PLUTO na
przykładach różnych hiperonów

Hiperony

Dziwne bariony nazywane są hiperonami, zawierają one przynajmniej 1 kwark dziwny s, ale nie zawierają ani kwarku powabnego c ani kwarku b. Należą do fermionów, czyli charakteryzują się spinem połówkowym. Hiperony między sobą różnią się dziwnością i ładunkiem elektrycznym. Do hiperonów należą:

Symbol	Nazwa	Skład kwarków	Ładunek elektryczny	Dziwność	Masa [GeV/c ²]	Spin
Λ^0	lambda	uds	0	-1	1.1157	1/2
Σ^+	sigma	uus	+1	-1	1.1894	1/2
Σ^0	sigma	uds	0	-1	1.1926	1/2
Σ^-	sigma	dds	-1	-1	1.1974	1/2
Σ^{*+}	sigma	uus	+1	-1	-	3/2
Σ^{*0}	sigma	uds	0	-1	-	3/2
Σ^{*-}	sigma	dds	-1	-1	-	3/2
Ξ^0	ksi	uss	0	-2	1.315	1/2
Ξ^-	ksi	dss	-1	-2	1.321	1/2
Ω^-	omega	sss	-1	-3	1.672	3/2

Tabela 1: Odkryte hiprony

Dziwność jest zachowywana w oddziaływaniach silnych, dzięki którym obserwowano produkcję cząstek dziwnych, naruszana jest natomiast w oddziaływaniach słabych odpowiedzialnych za między innymi rozpady hiperonów.

Jednym z pierwszych dokładnie przebadanym procesem, w którym pojawiają się cząstki dziwne, była reakcja:

$$\pi^- + p \rightarrow K^0 + \Lambda^0$$

Działo się to w laboratorium Brookhaven National Laboratory w 1954 roku. Protony były bombardowane π^- przyspieszonymi w synchrotronie do energii 1.5 GeV. W efekcie zderzenia, za które odpowiedzialne są oddziaływania silne, powstawała para K^0 i Λ^0 . Zarówno dziwność stanu początkowego jak i końcowego wynosi zero, więc dziwność jest zachowywana w tym procesie. Po czasie rzędu 10^{-10} s następowały rozpady kaonu i lambdy:

$$K^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$$

$$\Lambda^0 \rightarrow \pi^- + p$$

Czas życia kaonu jest na tyle długi, że można było wytworzyć wtórną wiązkę kaonów i badać ich oddziaływania z protonami. W ten sposób odkryto 1953 roku w Berkeley hiperon Ξ^0 obserwując reakcje, za którą odpowiedzialne są oddziaływania silne. Dziwność wynoszącą $s = -1$ w stanie początkowym i końcowym jest zachowana. Energia cząstki K^- wynosiła 1.5 GeV [2]:

$$K^- + p \rightarrow \Xi^0 + K^0$$

Następuje kaskadowy rozpad:

$$\Xi^0 \rightarrow \Lambda^0 + \pi^-$$

$$\Lambda^0 \rightarrow n + \pi^0$$

Ta sama reakcja posłużyła do odkrycia hiperonu Ω^- w 1964 roku w Brookhaven National Laboratory przy zastosowaniu wodorowej komory pęcherzykowej. Badano zderzenia:

$$K^- + p \rightarrow \Omega^- + K^+ + K^0$$

$$\Omega^- \rightarrow \Xi^0 + \pi^-$$

$$\Xi^0 \rightarrow \Lambda^0 + \pi^0$$

$$\Lambda^0 \rightarrow p + \pi^-$$

$$\pi^0 \rightarrow 2\gamma \rightarrow 2(e^- + e^+)$$

W bibliotece pakietu PLUTO nie ma żadnej reakcji rozpadu cząstki Ξ_0 ani reakcji z udziałem takiego hiperonu.

Przykład użycia pakietu PDecayManager w dwóch lekko różnych makrach, dla reakcji produkcji mezonu phi [3]:

$$e^+ + e^- \rightarrow \phi$$

Jeden przykład został zrobiony z wykorzystaniem hiperjądra, a mianowicie ${}_{\Lambda}^{16}O$, który był wynikiem następującej reakcji, gdzie wiązka miała energie 2.1 GeV [4]:

$${}^{16}O + p \rightarrow {}_{\Lambda}^{16}O + n + K^+$$

Hiperjądro to szczególny typ jądra atomowego, w którym co najmniej jeden nukleon został zastąpiony hiperonem. Jego czas życia to zazwyczaj około 10^{-10} s. Najczęściej występują jądra z hiperonem Λ i z Σ^- .

Bibliografia:

- [1] Skrypt do zajęć PLUTO
- [2] L. W. Alvarez; et al. (1959). Physical Review Letters. 2 (5): 215.
- [3] <http://zefir.if.uj.edu.pl/cbm/Docs/Pluto/html/pluto.html>
- [4] www.ifj.edu.pl/popularyzacja/mnn2012/prezentacje/odkrycie-hiperjader.pdf