

# La fisica degli ipernuclei



## FINUDA

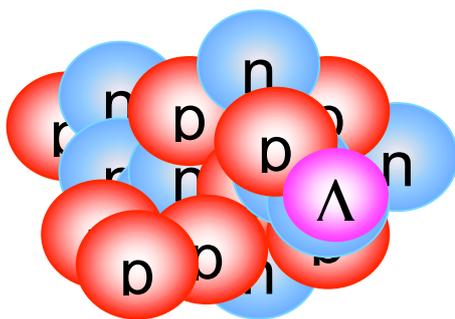
### COSA SONO GLI IPERNUCLEI?

Sono il frutto di una modifica nella struttura di un normale nucleo atomico.

I nuclei della materia ordinaria sono composti da due tipi di particelle, protoni e neutroni, a loro volta costituiti dall'insieme di due tipi di quark, up e down. Negli ipernuclei un neutrone è sostituito da un'altra particella, lambda, simile al neutrone, che contiene al posto di un quark down un altro tipo di quark chiamato strange.

Quest'ultimo è dotato di massa maggiore di quella dei quark up e down e si ritiene fosse abbondante nei primi istanti di vita dell'universo.

La particella lambda ha carica nulla come il neutrone, massa poco maggiore, ma è instabile e dopo un tempo infinitesimo si disintegra.



### DOVE SI TROVANO GLI IPERNUCLEI?

La scoperta degli ipernuclei avvenne nel 1953 ad opera dei fisici polacchi Marian Danysz e Jerzy Pniewski dall'osservazione di un'emulsione irraggiata da raggi cosmici. Oggi è possibile produrre in laboratorio questo tipo di materia colpendo un nucleo ordinario con una particella chiamata mesone K. Nella collisione avviene la sostituzione di un neutrone con la particella lambda che consente di formare, per un tempo effimero su scala macroscopica, un nuovo tipo di materia strana, diversa dalla materia ordinaria.

Lo studio della formazione e del successivo decadimento di questa materia strana, di cui il nucleo di alcune stelle particolarmente pesanti potrebbe essere formato, consente di approfondire le conoscenze fondamentali sulle interazioni che legano i quark all'interno dei barioni (particelle formate da tre quark come protone e neutrone) e dei mesoni (particelle formate da un quark e un antiquark) e che determinano, sia come la materia nucleare si aggrega (interazione forte), sia come si dissocia disintegrandosi

(interazione debole).

Ciò avviene per effetto dell'interazione debole, la medesima che è all'origine della radioattività naturale. Studiando questi meccanismi, Finuda è in grado di chiarire aspetti dell'interazione debole rimasti finora inesplorati.

### CHE COS'E' FINUDA?

**FINUDA (Fisica Nucleare a Dafne)** è un apparato sperimentale dedicato allo studio degli ipernuclei formati tramite la collisione con bersagli nucleari dei mesoni K (formati da un antiquark "u" e da un quark "s") negativi prodotti dal decadimento del mesone  $\Phi$  (formato da un antiquark "s" e da un quark "s") che si genera a seguito delle collisioni dei fasci di elettroni e positroni all'interno dell'acceleratore Dafne.



## A COSA SERVE FINUDA?

Finuda è stato progettato per studiare contemporaneamente sia la formazione degli ipernuclei sia il loro decadimento per poter comprendere alcuni aspetti sia della forza forte sia della forza debole, due delle quattro forze fondamentali della natura.

Studiando come la particella lambda si localizza all'interno del nucleo, si possono ottenere nuove informazioni sulla struttura dei nuclei atomici.

Protoni e neutroni infatti sono tenuti insieme all'interno del nucleo dalla cosiddetta forza forte, ma subiscono anche gli effetti del principio di esclusione di Pauli, il quale vieta che particelle identiche, come possono essere due protoni o due neutroni, si situino all'interno del nucleo nel medesimo livello di energia.

In un ipernucleo però si trova un'unica particella lambda, dunque essa è svincolata dalle conseguenze del principio di esclusione e nel localizzarsi all'interno del nucleo è soggetta solo alla forza nucleare forte. Un secondo tipo di informazione interessante deriva dal fatto che la particella lambda è instabile, cioè tende a decadere in tempi brevissimi, ritrasformandosi in un protone o in neutrone.

## COME E' FATTO FINUDA?

L'apparato sperimentale è costituito da un sistema di rivelatori di particelle, scintillatori plastici, microstrip al silicio, camere a deriva, tubi straw, inseriti in un grande magnete superconduttore solenoidale (4,20m x 4,20m x 2,40m) che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di 1,1 T. Il sistema di rivelatori, disposti in strati concentrici successivi, costituisce un spettrometro magnetico che consente di misurare le quantità di moto delle diverse particelle provenienti dalla formazione e dal decadimento di ipernuclei  $\Lambda$ .

