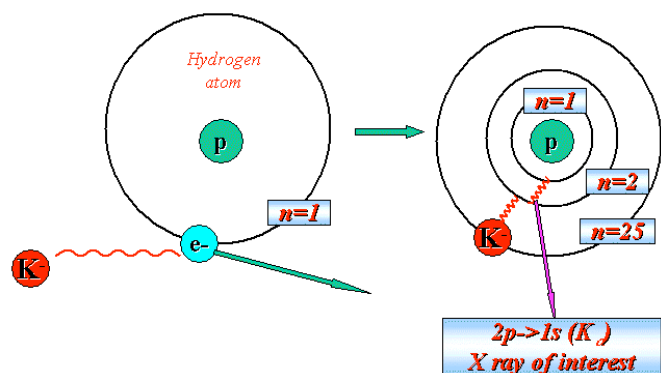


La fisica degli atomi kaonici

SIDDHARTA

COSA SONO GLI ATOMI KAONICI?

Gli atomi kaonici rappresentano un caso particolare di atomi esotici. Sono atomi in cui uno degli elettroni in orbita intorno al nucleo è stato sostituito da un'altra particella con carica negativa (un antiprotone, un muone, oppure un kaone). Gli atomi kaonici si formano nel momento in cui un fascio di kaoni, proveniente da un acceleratore di particelle, entra in un bersaglio: i kaoni rallentano, attraverso le interazioni con gli atomi della materia, fino a quando vengono catturati da uno degli atomi del bersaglio, sostituendo l'elettrone e formando l'atomo kaonico. Nel nostro caso l'acceleratore è il collisore elettroni-positroni DAΦNE in cui viene creata la particella ϕ che decade in kaoni. Essendo la massa del kaone circa 1000 volte più grande di quella dell'elettrone, l'orbita in cui il kaone viene a trovarsi intorno al nucleo sostituendo l'elettrone è un'orbita molto eccitata. Segue dunque una serie di processi di diseccitazione dell'atomo kaonico. Nell'ultima transizione (dal livello $n=2$ a quello $n=1$, lo stato fondamentale dell'atomo) si generano raggi X (fotoni come quelli della luce con un'energia però migliaia di volte più alta) che vengono misurati da SIDDHARTA.



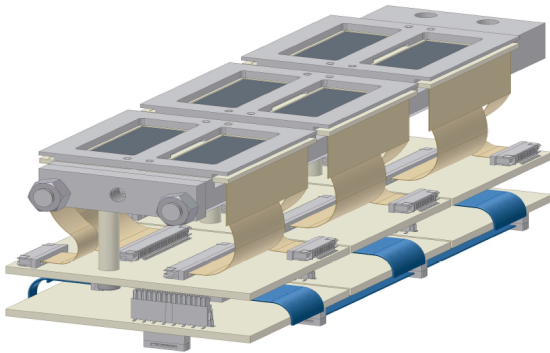
La formazione e il decadimento dell'idrogeno kaonico

COSA SI IMPARA?

I kaoni negativi, a differenza degli elettroni, non sono particelle elementari, ma particelle composte da quark: un antiquark up e un quark strano. Quando nell'atomo kaonico il kaone si avvicina al nucleo – in seguito ai processi di diseccitazione – subisce, oltre all'interazione elettromagnetica (come l'elettrone) col nucleo, anche quella forte (alla quale sono sottoposti solo i quark). E' possibile, dunque, dalle misure dei raggi X generati nelle diseccitazioni, avere delle informazioni sulla forza forte fra il kaone e il nucleo a energia molto bassa, quasi "in soglia" (cioè zero energia relativa fra il kaone e il nucleo). In particolare, dallo studio dell'idrogeno e del deuterio kaonici si ricava l'interazione forte fra il kaone negativo e il protone, oppure il neutrone in soglia. Tale informazione è ricavabile soltanto attraverso questo tipo di misure. Tale informazione serve per svelare i misteri sulla forza forte a bassissime energie (sulla Cromodinamica Quantistica – la teoria che descrive il comportamento dei quark). La forza forte è responsabile di tanti processi in Natura, dall'esistenza dei nuclei a quella delle stelle e della loro evoluzione. Mentre ad altissime energie questa forza è compresa abbastanza bene, lo studio del regime di basse energie è tutt'oggi una delle motivazioni di tanti esperimenti fatti in tutto il mondo. Tra l'altro, l'esistenza stessa dei nucleoni (protoni e neutroni) è uno degli effetti della forza forte a bassa energia – capirne dunque i dettagli può servire anche per capire meglio il mondo intorno a noi e noi stessi.

COME FUNZIONA SIDDHARTA?

SIDDHARTA (Silicon Drift Detector for Hadronic Atom Research by Timing Application) è una collaborazione internazionale fra 8 Istituti di 6 paesi (Austria, Canada, Italia, Germania, Giappone e Romania). Si avvale di un apparato innovativo che usa, per la prima volta al mondo, rivelatori di raggi X di tipo Silicon Drift Detectors (SDD) con elettronica integrata e un sistema di trigger. Tali rivelatori sono stati sviluppati nell'ambito della collaborazione – anche con fondi Europei. Circa 200 rivelatori – ognuno con una superficie attiva di 1 cm^2 - verranno posizionati intorno ad un bersaglio riempito di gas (idrogeno oppure deuterio) in condizioni criogeniche.



Unità contenente 18 rivelatori SDD

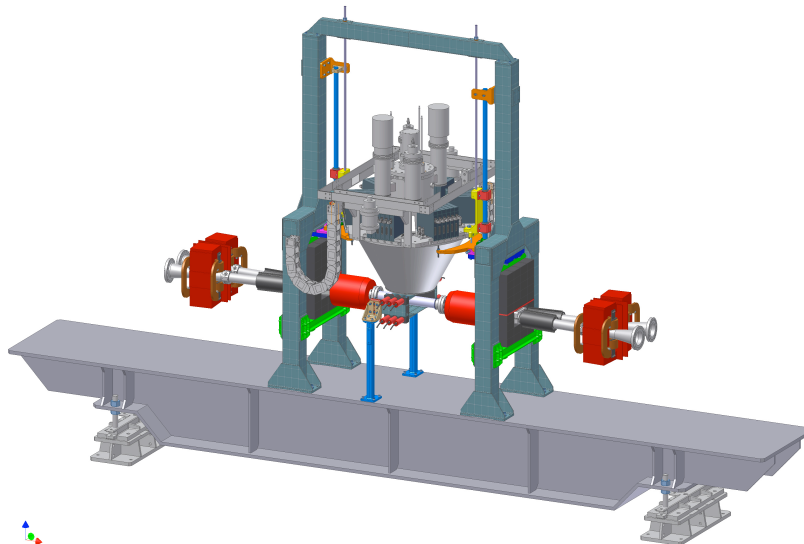
L'apparato, installato su DAΦNE, prenderà dati nel 2008. L'obiettivo è di effettuare la miglior misura al mondo – la più precisa – delle transizioni di raggi X sul livello fondamentale per l'idrogeno kaonico e la prima misura al mondo per il deuterio kaonico.

In tal modo SIDDHARTA darà un contributo fondamentale alla comprensione dell'interazione forte a bassa energia, in particolare in sistemi che contengono il quark strano.

RICADUTE

I rivelatori SDD per misure di raggi X di SIDDHARTA possono essere utilizzati con successo anche per:

- analisi non-distruttive nelle indagini del patrimonio artistico;
- analisi nel campo della sicurezza
- diagnostica medica



SIDDHARTA su DAΦNE