

Lavoro di tesi redatto da : Matteo Frascone
Relatore: Guglielmo Maria Tino (guglielmo.tino@unifi.it)
Titolo dell"elaborato:" Misura del raggio del protone tramite spettroscopia su idrogeno muonico"

Il lavoro di tesi consiste nella presentazione dell'articolo Randolph Pohl et al. , nature 466, 213216(08 July 2010), incentrato sulla determinazione del raggio di carica del protone(rms). La determinazione del valore avviene attraverso misure del lamb shift sull'idrogeno muonico. L'uso di atomi esotici, permette di studiare aspetti della struttura atomica che sono quantitativamente differenti da quello che si può ottenere con gli atomi elettronici. Il muone ha massa circa 207 volte superiore a quella dell'elettrone, si ha così che la funzione d'onda del muone, nel μp , si sovrappone a quella del protone di un fattore 10^7 volte maggiore rispetto al caso dell'idrogeno, dunque risente molto di più della dimensione fisica del protone. Questo fa sì, che anche la componente relativa di Lamb shift dovuta alle dimensioni del protone sia molto più grande del corrispettivo elettronico. Per ricavare il valore cercato bisogna integrare le misure sul μp , con valori calcolati dalla teoria, questo perchè non ci sono dati sull'idrogeno muonico. L'esperimento è complicato dalla vita media molto breve del muone ($2,2 \mu s$), bisogna realizzare le misure in un tempo inferiore a questo valore. Il muone deriva dal decadimento di pioni prodotti da urti di protoni ad alta energia su un bersaglio di carbonio. I muoni passano per un complesso sistema di rallentamento e filtraggio da altre particelle. I μ^- rallentati vengono fatti interagire, in una cavità, con idrogeno per formare il μp . Per la misura interessano solo gli atomi muonici che dopo la formazione si trovano nello stato 2S. Nella cavità, l'idrogeno muonico, interagisce con impulsi laser a $6 \mu m$, corrispondenti alla transizione 2S-2P_{1/2} lo stato 2P ha vita molto più breve del 2S e decade in 8.5 ps. I decadimenti dallo stato 2P corrispondono temporalmente all'immissione della radiazione risonante. Facendo variare il laser molto finemente si trova un valore di energia molto preciso per la transizione 2S-2P^{1/2}. La misura prodotta, $r_p=0.84184(67)$, risente di una componente di incertezza derivante dalla teoria e una dalla misura del Lamb shift, nonostante ciò questa risulta un ordine di grandezza più precisa di quella CODATA2014 $r_p=0.8751(61)$ e a circa 5σ di distanza. Questo valore inaspettato ha originato un problema ancora aperto denominato "proton puzzle".