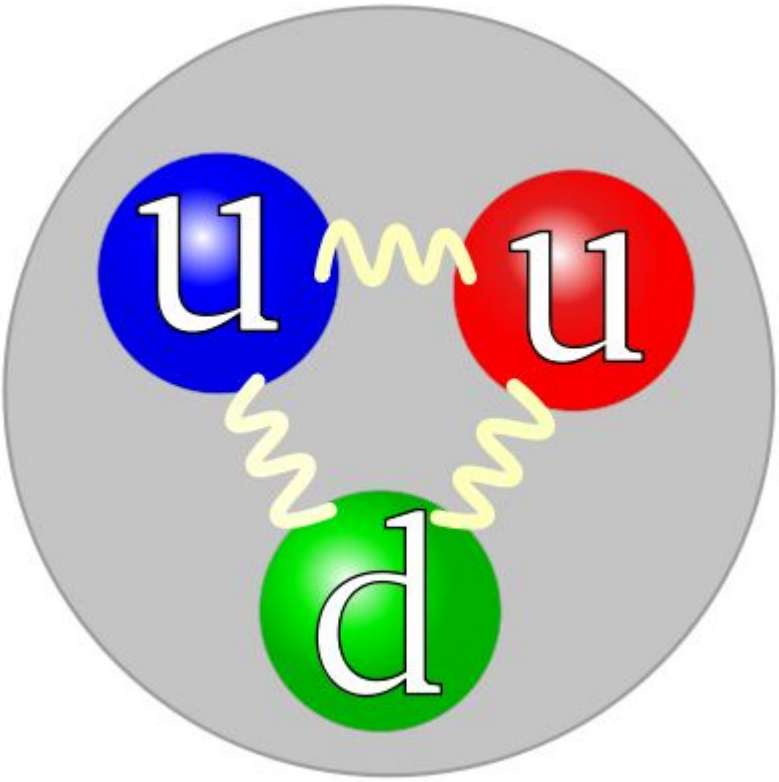
15 Αυγούστου 2016

Πόση είναι η ακτίνα του πρωτονίου; Ένα μυστήριο που επανέρχεται

/ Πεμπτουσία

Image not found or type unknown

Το μυστήριο με την ακτίνα του πρωτονίου επανέρχεται... δριμύτερο στα μιονικά άτομα

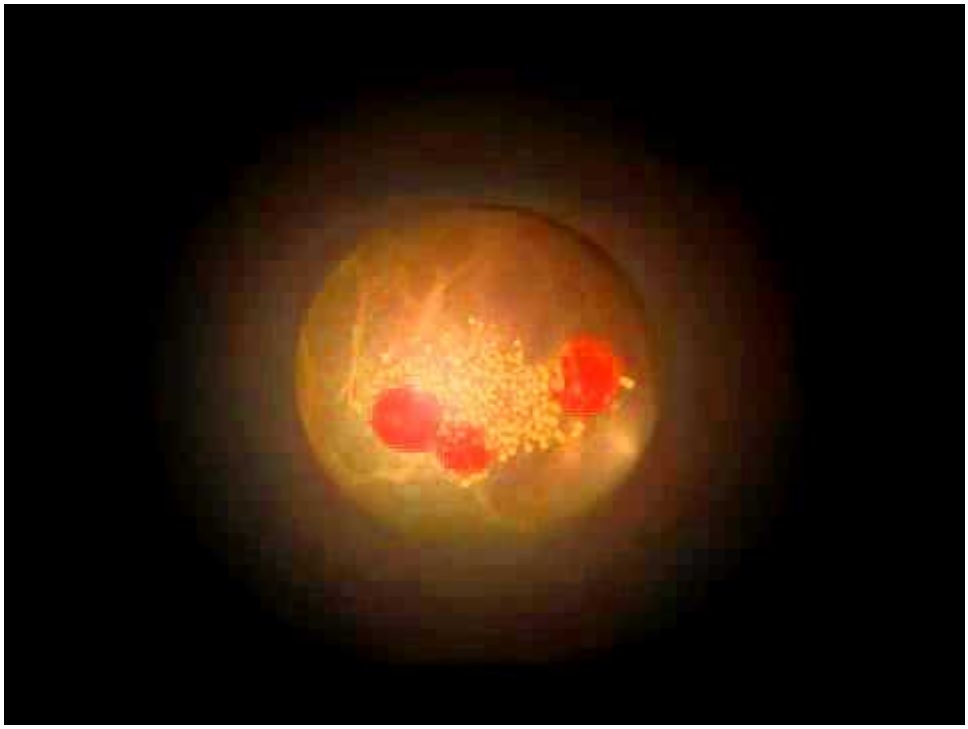


Αν και ελάχιστα μικρό, το πρωτόνιο διαθέτει ένα πεπερασμένο μέγεθος, αρκετό για να χωρέσει τρία κουάρκ, ένα πλήθος από εικονικά σωματίδια και τα σχετικά τους γλοιόνια. Η ακτίνα του πρωτονίου καθορίζεται από αυτά τα σωματίδια και τις αλληλεπιδράσεις τους, και έτσι είναι θεμελιωδώς συνδεδεμένη με τις θεωρίες όπως το Καθιερωμένο πρότυπο και η Κβαντική Χρωμοδυναμική.

Όταν αναφερόμαστε στο μήκος της ακτίνας του πρωτονίου, εννοούμε την ακτίνα

της κατανομής του ηλεκτρικού φορτίου του. Δυο κλασικές μέθοδοι προσδιορισμού αυτής της ακτίνας είναι είτε με φασματοσκοπία ατόμων υδρογόνου ή δευτερίου είτε διαμέσου της ελαστικής σκέδασης ηλεκτρονίου – πρωτονίου.

Πριν από μερικά χρόνια οι Randolf Pohl et al, [“**The size of the proton**”] , εφάρμοσαν μια νέα μέθοδο μέτρησης της ακτίνας του πρωτονίου. Αρχικά δημιούργησαν μιονικά άτομα υδρογόνου, άτομα υδρογόνου στα οποία τα ηλεκτρόνια αντικαταστάθηκαν από μιόνια. Τα μιόνια είναι ασταθή σωματίδια με χρόνο ημιζωής 2,2 εκατομμυριοστά του δευτερολέπτου, έχουν το ίδιο ηλεκτρικό φορτίο με το ηλεκτρόνιο, και η μάζα τους είναι 207 φορές μεγαλύτερη από αυτή του ηλεκτρονίου. Η ακτίνα της κατανομής φορτίου του πρωτονίου μετρήθηκε από την μετατόπιση Lamb στο άτομο του μιονικού υδρογόνου. Η μέθοδος αυτή έδειξε ότι η ακτίνα του πρωτονίου είναι μικρότερη σε σχέση με τις αντίστοιχες μετρήσεις σε κανονικά άτομα υδρογόνου και δεν μπορεί να αποδοθεί στα πειραματικά σφάλματα.



Αυτό είναι το «πρόβλημα με την ακτίνα του πρωτονίου» και δείχνει ότι μπορεί να υπάρχει κάποιο θεμελιώδες λάθος στις υπάρχουσες θεωρίες.

Έτσι οι φυσικοί έκαναν ένα βήμα πιο πέρα. Πραγματοποίησαν παρόμοιες μετρήσεις με ένα βαρύτερο ισότοπο του υδρογόνου, το δευτέριο. Ο πυρήνας του δευτερίου περιέχει ένα πρωτόνιο και ένα νετρόνιο. Θέτοντας ένα μιόνιο σε τροχιά γύρω από τον πυρήνα του δευτερίου διαπίστωσαν ότι το πρόβλημα εξακολουθεί να υπάρχει.

Αξίζει στο σημείο αυτό να τονιστεί ότι οι μετρήσεις αυτού του είδους είναι

τρομερά δύσκολες. Τα μιόνια παράγονται σε έναν επιταχυντή σωματιδίων και έχουν υψηλές ενέργειες. Αυτό είναι χρήσιμο διότι μεγάλη ενέργεια σημαίνει και μεγάλες ταχύτητες, άρα και μεγαλύτερο χρόνο ζωής για τα μιόνια εξαιτίας της σχετικιστικής διαστολής του χρόνου. Όμως για να μπουν σε τροχιά γύρω από πυρήνες δευτερίου πρέπει να επιβραδυνθούν (οπότε και θα διασπώνται γρηγορότερα). Τα μιόνια εισέρχονται σε έναν θάλαμο γεμάτο από δευτέριο και επιβραδύνονται. Μόλις ο ανιχνευτής μιονίων δείχνει ότι τα μιόνια έφτασαν στον θάλαμο, λέιζερ αρχίζουν να στέλνουν παλμούς κατάλληλης συχνότητας για να διεγείρουν τα μιόνια από το τροχιακό 2S στο 2P, ενώ στη συνέχεια τα μιόνια αποδιεγείρονται στο τροχιακό με τη χαμηλότερη ενέργεια εκπέμποντας ακτινοβολία.

Από τις μετρήσεις των συχνοτήτων της ακτινοβολίας διέγερσης και αποδιέγερσης προκύπτει η ακτίνα του πυρήνα. Στην περίπτωση του μιονικού δευτερίου η ακτίνα του πυρήνα δευτερίου ήταν $\mathbf{r_d = 2.12562(78)\ fm}$ (1fm=10^{-15}m), ενώ η ακτίνα του πυρήνα ενός κανονικού ατόμου δευτερίου είναι μεγαλύτερη $\mathbf{r_d = 2.1424(21)\ fm}$. Από τις τιμές αυτές μπορεί να εκτιμηθεί η ακτίνα του πρωτονίου η οποία στην περίπτωση του μιονικού δευτερίου εξακολουθεί να είναι σημαντικά μικρότερη από την ακτίνα πρωτονίου που προκύπτει από κανονικό άτομο δευτερίου – μιλάμε για μια διαφορά 7,5 σίγμα που αποκλείεται να είναι στατιστικό λάθος. [Randolf Pohl et al, «**Laser spectroscopy of muonic deuterium**» .]

Κρύβεται άραγε νέα φυσική πίσω από αυτή την διαφορά ή πρόκειται για πειραματική αυταπάτη;

Διαβάστε περισσότερα: **Το πρωτόνιο αποκαλύπτει τις έξτρα διαστάσεις του σύμπαντος** και «**Researchers orbit a muon around an atom, confirm physics is broken**«

Πηγή: https://physicsgg.me/2016/08/14/το-μυστήριο-με-την-ακτίνα-του-πρωτονίο/