

Πειραματικές διαπιστώσεις της διαστολής του χρόνου

Παράταση του χρόνου ζωής των μιονίων

Τα μόνια είναι ασταθή στοιχειώδη σωματίδια, τα οποία έχουν φορτίο ίσο με το φορτίο ενός ηλεκτρονίου και μάζα 207 φορές μεγαλύτερη της μάζας του ηλεκτρονίου. Τα μόνια μπορούν να παραχθούν με την απορρόφηση κοσμικών ακτίνων ψηλά στην ατμόσφαιρα. Αυτά τα ασταθή σωματίδια έχουν χρόνο ζωής μόνο 2,2 μs (εκατομμυριοστά του δευτερολέπτου) όταν η μέτρηση γίνεται από ένα σύστημα αναφοράς που ηρεμεί σε σχέση με αυτά. Αν θεωρήσουμε ότι ο μέσος χρόνος ζωής ενός μιονίου είναι 2,2 μs και υποθέσουμε ότι τα σωματίδια αυτά έχουν ταχύτητα που προσεγγίζει την ταχύτητα του φωτός, θα βρούμε ότι τα μόνια θα διανύσουν μια απόσταση μόνο 660 m πριν να διασπαστούν σε κάτι άλλο. Συνεπώς, δεν μπορούν να φτάσουν στη Γη από τα άνω στρώματα της ατμόσφαιρας όπου παράγονται. Ωστόσο, πειράματα δείχνουν ότι ένας μεγάλος αριθμός μιονίων φθάνουν στη Γη. Αυτό το γεγονός εξηγείται με το φαινόμενο της διαστολής του χρόνου. Σε σχέση με έναν παρατηρητή στη Γη, λόγω του φαινομένου της διαστολής του χρόνου, τα μόνια έχουν χρόνο ζωής ίσο με περίπου 16 μs. Επομένως, η μέση απόσταση που διανύουν όταν η μέτρηση γίνεται από παρατηρητή που βρίσκεται πάνω στη Γη είναι 4800 m, και έτσι προλαβαίνουν να φθάσουν στη Γη και να ανιχνευθούν.

Το 1976, πειράματα με μόνια πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο του Ευρωπαϊκού Κέντρου Πυρηνικών Ερευνών (CERN) στη Γενεύη. Μόνια διοχετεύθηκαν σε μεγάλο κυκλικό επιταχυντή, όπου απέκτησαν ταχύτητες περίπου 0,9994c (δηλ. 99,94% της ταχύτητας του φωτός). Ηλεκτρόνια που παρήχθησαν από τη διάσπαση των μιονίων ανιχνεύθηκαν από απεριθμητές γύρω από τον επιταχυντή, γεγονός που επέτρεψε στους επιστήμονες να μετρήσουν τον ρυθμό διάσπασης και επομένως τον χρόνο ζωής των μιονίων. Ο χρόνος ζωής των κινούμενων μιονίων μετρήθηκε ότι είναι 30 φορές μεγαλύτερος από τον χρόνο ζωής ενός ακίνητου μιονίου σε συμφωνία με την πρόβλεψη της σχετικότητας και με ενδεχόμενη απόκλιση 2%.

Κινούμενα ρολόγια

Τα αποτελέσματα ενός πειράματος που ανακοινώθηκε από τους Hafele και Keating έδωσαν άμεσες ενδείξεις για το φαινόμενο της διαστολής του χρόνου. Το πείραμα αφορούσε τη χρήση πολύ σταθερών ατομικών ρολογιών δέσμης καισίου. Χρονικά διαστήματα που μετρήθηκαν με τέσσερα τέτοια ρολόγια σε πτήση συγκρίθηκαν με χρονικά διαστήματα που μετρήθηκαν με ατομικά ρολόγια αναφοράς που βρίσκονταν στο Ναυτικό Αστεροσκοπείο των ΗΠΑ (λόγω της περιστροφής της Γης γύρω από τον άξονά της, ένα ρολόι στην επιφάνεια της Γης δεν βρίσκεται σε ένα πραγματικό αδρανειακό σύστημα αναφοράς). Προκειμένου να συγκριθούν αυτά τα αποτελέσματα με τη Θεωρία, έπρεπε να ληφθούν υπ' όψιν αρκετοί παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των περιόδων επιτάχυνσης και επιβράδυνσης ως προς τη Γη, των μεταβολών της κατεύθυνσης της κίνησης, και του ελαττωμένου βαρυτικού πεδίου που υφίσταντο τα κινούμενα ρολόγια σε σχέση με αυτά

που βρίσκονταν στην επιφάνεια της Γης. Τα αποτελέσματά τους βρέθηκαν σε καλή συμφωνία με τις προβλέψεις της ειδικής θεωρίας της σχετικότητας. Στη δημοσίευσή τους, οι Hafele και Keating αναφέρουν τα ακόλουθα: «Σε σχέση με την ατομική κλίμακα χρόνου του Ναυτικού Αστεροσκοπείου των ΗΠΑ, τα κινούμενα ρολόγια έχασαν 59 ± 10 ns (δισεκατομμυριοστά του δευτερολέπτου) κατά τη διάρκεια της πτήσης προς την Ανατολή και κέρδισαν 273 ± 7 ns κατά τη διάρκεια της πτήσης προς τη Δύση... Τα αποτελέσματα αυτά παρέχουν, αναμφίβολα, μια εμπειρική επιβεβαίωση του περίφημου παραδόξου των ρολογιών με χρήση μικροσκοπικών ρολογιών».

Πηγή: «Σύγχρονη Φυσική» - Κεφάλαιο 1^ο
των R.A.Serway – C.J.Moses – C.A.Moyer,
Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης 2001