

## **Η ασφάλεια στον LHC**

Ο Μεγάλος Επιταχυντής Συγκρουόμενων Δεσμών Αδρονίων (Large Hadron Collider, LHC) είναι ικανός να επιτύχει ενέργειες που κανένας άλλος επιταχυντής έως σήμερα δεν έχει προσεγγίσει. Ωστόσο, η Φύση πολύ συχνά παράγει ακόμα υψηλότερες ενέργειες σε συγκρούσεις κοσμικών ακτίνων. Εδώ και πολλά χρόνια, υπάρχει έντονο ενδιαφέρον γύρω από θέματα ασφαλείας σε σχέση με ο,τιδήποτε μπορεί να προκύψει από αυτές τις συγκρούσεις σε πολύ υψηλές ενέργειες. Εν όψη νέων πειραματικών δεδομένων και θεωρητικών εμβαθύνσεων, η Ομάδα Διαχείρισης Ασφάλειας του LHC (LHC Safety Assessment Group, LSAG) ανανέωσε την ανάλυση που είχε κάνει το 2003 η Ομάδα Μελέτης Ασφάλειας του LHC, που απαρτιζόταν από ανεξάρτητους επιστήμονες.

Η LSAG επιβεβαιώνει και επεκτείνει τα συμπεράσματα της έκθεσης του 2003, ότι οι συγκρούσεις στον LHC δεν κρύβουν κανένα κίνδυνο οπότε και δεν υπάρχει κανένας λόγος ανησυχίας. Ο,τιδήποτε μπορεί να γίνει στον LHC η Φύση το έχει ήδη κάνει πάρα πολλές φορές κατά τη διάρκεια ζωής της Γης και των άλλων αστρονομικών σωμάτων. Η έκθεση της LSAG ελέγχθηκε και επικυρώθηκε από τη Επιτροπή Επιστημονικής Πολιτικής (Scientific Policy Committee) του CERN, μια ομάδα εξωτερικών επιστημόνων που δρα συμβουλευτικά προς το Συμβούλιο του CERN.

*Παρακάτω συνοψίζονται τα βασικά επιχειρήματα της έκθεσης της LSAG. Όποιος ενδιαφέρεται για περισσότερες πληροφορίες μπορεί να ανατρέξει στην ίδια την έκθεση ή στα σχετικά τεχνικά άρθρα στα οποία αναφέρεται.*

## **Κοσμικές ακτίνες**

Ο LHC, όπως και άλλοι επιταχυντές σωματιδίων, επαναδημιουργεί το φυσικό φαινόμενο των κοσμικών ακτίνων σε ελεγχόμενο εργαστηριακό περιβάλλον, με σκοπό την λεπτομερή μελέτη του. Οι κοσμικές ακτίνες είναι σωματίδια που δημιουργούνται στο έξω διάστημα, μερικά από τα οποία επιταχύνονται σε ταχύτητες πολύ μεγαλύτερες από αυτές που μπορεί να επιτύχει ο LHC. Η ενέργεια και ο ρυθμός με τους οποίους φθάνουν στη Γη έχουν μετρηθεί σε πειράματα των τελευταίων 70 χρόνων. Η Φύση, στα δισεκατομμύρια χρόνια που έχουν περάσει, έχει δημιουργήσει στη Γη τόσες συγκρούσεις όσες μπορούν να παράγουν εκατομμύρια πειράματα σαν τον LHC – και ο πλανήτης μας ακόμα υπάρχει. Οι αστρονόμοι παρατηρούν στο Σύμπαν ένα τεράστιο αριθμό μεγάλων αστρονομικών σωμάτων που και αυτά δέχονται κοσμικές ακτίνες. Το Σύμπαν εκτελεί πάνω από 10 τρισεκατομμύρια πειράματα σαν αυτό του LHC κάθε δευτερόλεπτο. Η πιθανότητα για οποιαδήποτε επικίνδυνη συνέπεια έρχεται σε πλήρη αντίθεση με τις παρατηρήσεις των αστρονόμων – τα αστέρια και οι γαλαξίες ακόμα υπάρχουν.

## **Μικροσκοπικές μελανές οπές**

Η Φύση δημιουργεί μελανές οπές όταν ορισμένα αστέρια, πολύ μεγαλύτερα από τον Ήλιο μας, κατακρημνίζονται προς το εσωτερικό τους κατά το τέλος της ζωής τους. Συμπυκνώνουν ένα τεράστιο ποσό ύλης σε πολύ μικρό χώρο. Υποθέσεις για δημιουργία μικροσκοπικών μελανών οπών στον LHC

αναφέρονται στην δημιουργία σωματιδίων από τη σύγκρουση ζεύγους πρωτονίων που η ενέργεια καθενός από αυτά είναι συγκρίσιμη με την αντίστοιχη ενός κουνουπιού που πετάει. Οι αστρονομικές μελανές οπές είναι πολύ βαρύτερες από ο,τιδήποτε είναι δυνατόν να παραχθεί στον LHC.

Σύμφωνα με τις πλήρως καθιερωμένες ιδιότητες της βαρύτητας, που περιγράφονται από την Θεωρία της Βαρύτητας του Einstein, η δημιουργία μικροσκοπικών μελανών οπών στον LHC είναι απαγορευτική. Υπάρχουν όμως, άλλες θεωρίες που αναμένουν τη δημιουργία τέτοιων σωματιδίων στον LHC. Όλες αυτές οι θεωρίες προβλέπουν ότι αυτά τα σωματίδια θα διασπαστούν σχεδόν ακαριαία. Οι μελανές οπές, λοιπόν, δεν θα έχουν το χρόνο να προσαρτήσουν ύλη και να δημιουργήσουν μακροσκοπικές συνέπειες.

Παρ' όλο που θεωρητικά δεν αναμένονται σταθερές μελανές οπές, μελέτη των συνεπειών από τη δημιουργία τους δείχνει ότι είναι ακίνδυνες. Οι συγκρούσεις στον LHC διαφέρουν από τις αντίστοιχες των κοσμικών ακτίνων με αστρονομικά σώματα (όπως η Γη) στο ότι τα σωματίδια που δημιουργούνται στον LHC κινούνται πολύ πιο αργά από τα αντίστοιχα που δημιουργούνται στις κοσμικές ακτίνες. Οι σταθερές μελανές οπές μπορεί να είναι ηλεκτρικά φορτισμένες ή ουδέτερες. Αν έχουν ηλεκτρικό φορτίο, θα αλληλεπιδράσουν με την συνήθη ύλη και θα σταματήσουν καθώς διαπερνούν την Γη, ανεξάρτητα αν δημιουργήθηκαν από κοσμικές ακτίνες ή τον LHC. Το γεγονός ότι η Γη είναι ακόμα στη θέση της αποκλείει την πιθανότητα δημιουργίας μελανών οπών από κοσμικές ακτίνες άρα και από τον LHC. Αν οι σταθερές μικροσκοπικές μελανές οπές είναι αφόρτιστες, η αλληλεπίδραση με την Γη θα είναι πολύ ασθενής. Αυτές που θα δημιουργούνταν από τις κοσμικές ακτίνες θα διαπερνούσαν χωρίς κανένα πρόβλημα όλη τη Γη ενώ αυτές που θα παράγονταν από τον LHC θα παρέμεναν εγκλωβισμένες στη Γη. Αλλά υπάρχουν αστρονομικά σώματα στο Σύμπαν πολύ πιο πυκνά από τη Γη. Αστέρρες νετρονίων ή άσπροι νάνοι θα ακινητοποιούσαν μελανές οπές που θα δημιουργούσαν οι κοσμικές ακτίνες. Η συνεχής ύπαρξη τέτοιων πυκνών αστρονομικών σωμάτων, όπως και η Γη, αποκλείει την πιθανότητα δημιουργίας επικίνδυνων μελανών οπών στον LHC.

### **Strangelet (παράξενη ύλη)**

Strangelet είναι ο όρος που έχει δοθεί σε μικροσκοπικά συσσωματώματα «παράξενης» ύλης η οποία συγκροτείται από σχεδόν τον ίδιο αριθμό τριών (από τα έξι) θεμελιωδών σωματιδίων της ύλης: άνω κουάρκ, κάτω κουάρκ και παράξενου κουάρκ. Σύμφωνα με τις περισσότερες θεωρητικές μελέτες, αυτά τα συσσωματώματα μπορούν να μετατραπούν στη συνήθη ύλη σε εκατομμυριοστά του δευτερολέπτου. Αλλά μήπως είναι δυνατόν αυτά τα συσσωματώματα να αλληλεπιδράσουν με τη συνήθη ύλη και να μετατρέψουν την τελευταία σε παράξενη ύλη; Αυτή η ερώτηση είχε τεθεί πολύ πριν την λειτουργία του Σχετικιστικού Επιταχυντή Βαρέων Ιόντων (Relativistic Heavy Ion Collider, RHIC) το 2000 στις ΗΠΑ. Μία μελέτη, εκείνη την εποχή, έδειξε ότι δεν υπήρχε κανένας λόγος ανησυχίας, και ο RHIC λειτουργεί πια για 8 χρόνια ψάχνοντας γι' αυτή την παράξενη ύλη χωρίς επιτυχία. Στο μέλλον, ο LHC θα λειτουργήσει με δέσμες βαρέων ιόντων, όπως ακριβώς ο RHIC. Η

ενέργειες που θα αναπτύξει ο LHC θα είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες του RHIC και αυτό το γεγονός κάνει ακόμα πιο απίθανη τη δημιουργία αυτής της παράξενης ύλης. Είναι πολύ δύσκολη η συσσωμάτωση αυτής της ύλης στις πολύ υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στους επιταχυντές κατ' αναλογία με τη δυσκολία δημιουργίας πάγου μέσα σε ζεστό νερό. Επιπλέον, η συγκέντρωση των κουάρκ στον LHC θα είναι πολύ μικρότερη από την αντίστοιχη στον RHIC κάνοντας ακόμα δυσκολότερη τη μετατροπή τους σε παράξενη ύλη. Συμπερασματικά, η δημιουργία παράξενης ύλης στον LHC είναι ακόμα πιο δύσκολη από ότι στον RHIC και η αποκτηθείσα πείρα επιβεβαιώνει τα επιχειρήματα για τη μη παραγωγή της στον LHC.

### **Φυσαλίδες κενού**

Διάφορες υποθέσεις έχουν προταθεί ότι το Σύμπαν δεν βρίσκεται στην πλέον σταθερή του κατάσταση και ότι διαταραχές που θα μπορούσε να δημιουργήσει ο LHC πιθανόν να το οδηγήσουν σε μια πιο σταθερή κατάσταση που ονομάζεται φυσαλίδα κενού μέσα στην οποία δεν μπορούμε να υπάρχουμε. Αν ο LHC μπορεί να προκαλέσει κάτι τέτοιο το ίδιο θα είχε προκληθεί από συγκρούσεις της κοσμικής ακτινοβολίας. Εφ' όσον τέτοιες φυσαλίδες κενού δεν έχουν δημιουργηθεί ποτέ στο ορατό Σύμπαν δεν αναμένεται να δημιουργηθούν στον LHC.

### **Μαγνητικά μονόπολα**

Ορισμένες θεωρίες προβλέπουν την ύπαρξη μαγνητικών μονοπόλων που είναι σωματίδια με απομονωμένο μαγνητικό φορτίο (βόριο ή νότιο πόλο). Αυτές οι θεωρίες υποδεικνύουν ότι η ύπαρξη μαγνητικών μονοπόλων μπορεί να οδηγήσει σε διάσπαση του πρωτονίου όπως επίσης ότι τέτοια μονόπολα έχουν πολύ μεγάλη μάζα για να μπορέσουν να δημιουργηθούν στον LHC. Παρ' όλα αυτά, εάν τα μαγνητικά μονόπολα έχουν αρκετά μικρή μάζα για να δημιουργηθούν, οι κοσμικές ακτίνες που βομβαρδίζουν την ατμόσφαιρα της Γης θα τα είχαν ήδη δημιουργήσει και η Γη θα τα είχε εγκλωβίσει με επιτυχία. Επομένως, η συνεχής ύπαρξη της Γης και άλλων αστρονομικών σωμάτων αποκλείει την επικίνδυνη δημιουργία (από τον LHC) μαγνητικών μονοπόλων ικανών να καταστρέψουν τα πρωτόνια.