

Πλησιάζοντας στη "Μεγάλη Έκρηξη"!

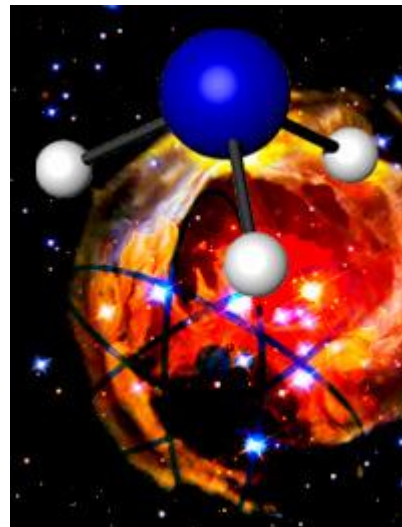
PATHFINDER

10 Σεπ. 08, ανανέωση: 10 Σεπ. 08

Μετά από 14 χρόνια προετοιμασίας, ένα νέο επιστημονικό παγκόσμιο θαύμα τέθηκε σε εφαρμογή, με την επίσημη λειτουργία του Μεγάλου Επιταχυντή Αδρονίων (LHC).

Ο αξίας 10 δις δολαρίων επιταχυντής είναι το μεγαλύτερο και ακριβότερο επιστημονικό όργανο του κόσμου και σχεδιάστηκε για να διερευνήσει μυστήρια όπως η μαύρη ύλη και η χαμένη αντιύλη στις άγνωστες διαστάσεις του Σύμπαντος.

Επιστήμονες, δημοσιογράφοι και αξιωματούχοι παρακολούθησαν για πρώτη φορά από την αίθουσα ελέγχου του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Έρευνας Στοιχειωδών Σωματιδίων ([CERN](#)) στα γαλλο-ελβετικά σύνορα, κοντά στη Γενεύη, την πρώτη διοχέτευση πρωτονίων στον τεράστιο υπόγειο Επιταχυντή Αδρονίων ([LHC](#)), μήκους 27 χλμ.



«Σήμερα είναι μία πολύ σημαντική μέρα για το CERN,» δήλωσε ο διευθυντής του Οργανισμού, Robert Aymar, κατά την έναρξη του πειράματος.

Η λειτουργία του Επιταχυντή ξεκίνησε σταδιακά, με τους ελεγκτές να ελέγχουν την ευθυγράμμιση της δέσμης σε κάθε επίπεδο της διαδρομής.

Χειροκροτήματα και πανηγυρισμοί διαδέχονταν τις αναφορές της προόδου του τούνελ, που βρίσκεται σε βάθος 100 μέτρων, ενώ η κορύφωση ήρθε με την πρώτη πλήρη περιστροφή της δέσμης.

«Ευχαριστούμε όλο τον κόσμο!» δήλωσε ο επικεφαλής του προγράμματος, Lyn Evans.

Καθώς η σαμπάνια έρεε άφθονη στην αίθουσα ελέγχου, ο πρώην αρχηγός του CERN, Luciano Maiani σημείωσε ότι τα χρήματα που δαπανήθηκαν για την κατασκευή του Επιταχυντή τα 14 αυτά χρόνια είναι το ¼ από τα 40 δις δολάρια που ξόδεψε η Κίνα για τη διεξαγωγή των φετινών Ολυμπιακών Αγώνων του Πεκίνου. «Αυτοί είναι οι Ολυμπιακοί Αγώνες της Επιστήμης,» δήλωσε η εκπρόσωπος του CERN, Paola Catapano στους δημοσιογράφους.

Παρόλο που οι κανονικές υποατομικές συγκρούσεις θα ξεκινήσουν μέσα στον Οκτώβριο, το CERN όρισε τη σημερινή «Πρώτη Δέσμη» ως την επίσημη έναρξη του προγράμματος. Με 10.000 επιστήμονες και μηχανικούς να συμμετέχουν στο πρόγραμμα, ο Μεγάλος Επιταχυντής Αδρονίων αποτελεί μία επαναστατική ευκαιρία για νέες έρευνες καθώς και ένα άνευ προηγουμένου μηχανολογικό επίτευγμα.

«Ο συνδυασμός του μεγέθους, της κλίμακας, της πολυπλοκότητας και της τεχνολογίας αντιστοιχεί με τις πυραμίδες που κατασκευάστηκαν πριν από 4.000 χρόνια,» δήλωσε ο Peter Limon, Αμερικανός φυσικός στο Fermilab, ο οποίος συμμετείχε στη συναρμολόγηση του Επιταχυντή.

Μόλις ο Επιταχυντής τεθεί σε πλήρη λειτουργία, δύο δέσμες αόρατων πρωτονίων θα συγκρουστούν μετωπικά μέσα στο υπόγειο τούνελ, κινούμενες με ταχύτητα που φτάνει το 99.999999% της ταχύτητας του φωτός. Όταν οι δύο δέσμες πρωτονίων συγκρουστούν, οι επιστήμονες αναμένουν ότι θα παραχθεί θερμοκρασία 100.000 φορές υψηλότερη από αυτή που έχει ο πυρήνας του ήλιου – θα αναπαραχθούν

δηλαδή στιγμιαία συνθήκες σαν αυτές που επικρατούσαν λίγες στιγμές μετά τη «Μεγάλη Έκρηξη» ("Big Bang") που γέννησε το Σύμπαν.

Πως όμως θα μπορέσει ο Μεγάλος Επιταχυντής Αδρονίων να αναπαράγει τέτοιες συνθήκες; Και εδώ είναι που ξεκινάει το θαύμα.

Κατεβαίνοντας...

Κανείς δεν επιτρέπεται να κατέβει στο υπόγειο τούνελ τη μέρα της παρθενικής λειτουργίας του, αλλά μία επίσκεψη κατά τη διάρκεια της τελικής φάσης συναρμολόγησης του LHC μας επέτρεψε να έχουμε μία εκ των έσω εικόνα του πως δουλεύει.

Κατά τη διάρκεια της 7χρονης φάσης συναρμολόγησής του, οι επιστήμονες κατέβασαν σταδιακά από τις αίθουσες συναρμολόγησης του CERN εξαρτήματα και ανιχνευτές, που στη συνέχεια ενώθηκαν σε υπόγειες γιγάντιες σπηλιές.

Παρόλο που το μέγεθος της κατασκευής είναι εντυπωσιακό, οι σπηλιές αυτές δεν είναι πρωτόγνωρες για την επιστήμη. Η αίσθηση που δίνουν είναι σαν να βρίσκεται κάποιος στα έγκατα μίας παλιάς μονάδας παραγωγής ενέργειας ή στην υπόγεια σήραγγα του μετρό.

Και αυτό γιατί το μεγαλύτερο μέρος του τούνελ σκάφτηκε τη δεκαετία του '80 για έναν προγενέστερο συγκρουστή του CERN, τον Μεγάλο Επιταχυντή Ηλεκτρονίων-Ποζιτρονίων (LEP). Τα τελευταία 7 χρόνια, το CERN ασχολήθηκε με την αναδιαμόρφωση αυτού του χώρου για τη συναρμολόγηση του Μεγάλου Επιταχυντή Αδρονίων.

Ο Steven Nahn, φυσικός στο MIT, πραγματοποιούσε έρευνες στο CERN την περίοδο του LEP. Ο Nahn, ο Limon και χιλιάδες άλλοι ερευνητές εργάστηκαν για τον σχεδιασμό και τη συναρμολόγηση του LHC, εγκαταλείποντας τα ήσυχα εργαστήριά τους για το θορυβώδες τούνελ.

Το τούνελ του Μεγάλου Επιταχυντή Αδρονίων: οι μαγνήτες

Ο Limon είναι βετεράνος του Tevatron του Fermilab, που απετέλεσε τον ισχυρότερο επιταχυντή παγκοσμίως, αλλά που εκθρονίστηκε από τον LHC. Σε πλήρη ισχύ, οι δέσμες πρωτονίου του LHC θα συγκρουστούν μετωπικά με δύναμη ίση με αυτή δύο υπερταχειών τραίνων 400 τόνων που κινούνται με 100mph. Αυτό αντιστοιχεί σε 14 τρισεκατομμύρια ηλεκτρονιοβόλτ, ή σχεδόν 7 φορές τη μέγιστη δύναμη του Tevatron.

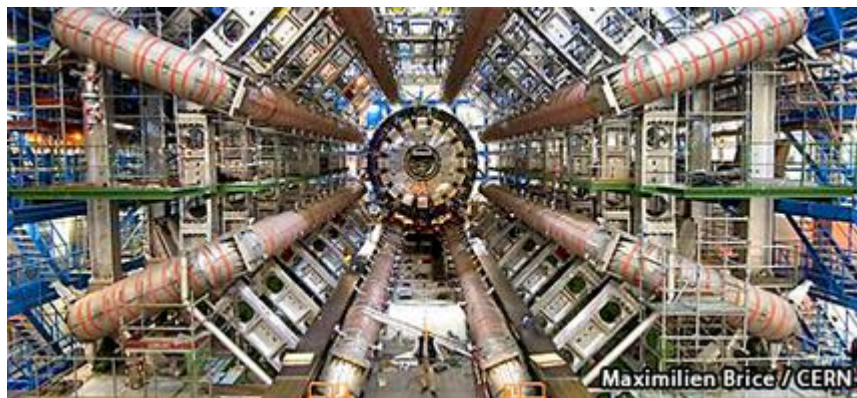
Για να καμφθούν αυτά τα υποατομικά υπερταχεία τρένα μέσα σε μία κυκλική περίμετρο απαιτείται μία αλυσίδα περισσότερων από 1.800 υπεραγωγίμων μαγνητών που έχουν ψυχθεί με 10.080 τόνους υγρό άζωτο, αρχικά σε θερμοκρασία -193,2 βαθμών Κελσίου. Στη συνέχεια, 60 τόνοι υγρού ηλίου θα κατεβάσουν τη θερμοκρασία των μαγνητών στους -271,3 βαθμούς Κελσίου – τη χαμηλότερη θερμοκρασία που επιτρέπει η φύση – σχηματίζοντας τη μεγαλύτερη κατάψυξη στον κόσμο.



Ο Μεγάλος Επιταχυντής Αδρονίων (LHC) μέσα στο μήκος 27 χιλιομέτρων υπόγειο τούνελ του CERN

**“ Αυτοί είναι οι
Ολυμπιακοί Αγώνες
της Επιστήμης ”**

- Paola Catapano, εκπρόσωπος
CERN



Κάποιοι από αυτούς τους μαγνήτες θα πρέπει να ευθυγραμμιστούν ώστε να εστιάζουν με τεράστια ακρίβεια τις δέσμες στα 4 σημεία σύγκρουσης του τούνελ, όπως ακριβώς εστιάζει ένα τηλεσκόπιο το φως πάνω στους καθρέπτες του. Λόγω της εμπειρίας που διαθέτει από το Tevatron, το Fermilab ανέλαβε μεγάλο μέρος αυτών των μαγνητών. Τον Μάρτιο όμως του 2007, ένα κατασκευαστικό ελάττωμα οδήγησε σε μία βίαιη διακοπή του ελέγχου ψύξης τους. Τα στηρίγματα που συγκρατούσαν τους μαγνήτες στη θέση τους χαλάρωσαν, προκαλώντας μία τεράστια έκρηξη και ένα μεγάλο σύννεφο σκόνης.

Η προγραμματισμένη εκκίνηση του LHC αναγκάστηκε να καθυστερήσει για 10 μήνες, προκειμένου να εγκατασταθούν και να ελεγχθούν οι επισκευές των ελαττωματικών μαγνητών. Ακόμα και μετά την επισκευή, τίποτα δεν εγγυάται ότι δεν θα ξαναυπάρξει πρόβλημα στο μαγνητικό πεδίο. Μία ανεξέλεγκτη δέσμη πρωτονίων θα μπορούσε να προκαλέσει έκρηξη μέσα στο παγωμένο με ήλιο τούνελ και να σκοτώσει οτιδήποτε βρεθεί στο δρόμο της. Αυτός είναι και ο λόγος που το τούνελ είναι ερμητικά σφραγισμένο κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του. Εάν κάτι πάει στραβά, ένα ηλεκτρονικό σύστημα θα απενεργοποιήσει τον Επιταχυντή και θα στείλει την ανεξέλεγκτη δέσμη σε ένα αδιέξοδο σε χιλιοστά του δευτερολέπτου.

Αν, όμως, όλα πάνε καλά, κάθε αντιπαράλληλη δέσμη πρωτονίων θα «τρέξει» το τούνελ 11.245 φορές το δευτερόλεπτο, διανύοντας μία απόσταση που ισοδυναμεί με ένα ταξίδι στον Ποσειδώνα και πίσω, πριν να συγκρουστούν στα τέσσερα σημεία σύγκρουσης του τούνελ. Τέσσερις ανιχνευτές θα παρακολουθούν τι θα γίνει από εκεί και έπειτα.

ATLAS και CMS: Τι κάνουν οι ανιχνευτές

Για χιλιετίες, οι άνθρωποι μελετούσαν πως δουλεύουν τα πράγματα, σπάζοντάς τα και παρατηρώντας τι συμβαίνει στο κάθε κομμάτι. Οι φυσικοί ξεκίνησαν να εφαρμόζουν αυτή την τακτική με τα άτομα πριν από 90 περίπου χρόνια, επιβεβαιώνοντας πως τα άτομα αποτελούνται από ηλεκτρόνια, πρωτόνια και νετρόνια – καθώς και από ένα πλήθος άλλων σωματιδίων που δεν περίμεναν ποτέ να ανακαλύψουν. (Μετά την ανακάλυψη των Μιονίων, ο φυσικός Isidor Rabi εξέφρασε μία αξιοσημείωτη απορία, «Ποιος το παρήγγειλε αυτό;»)

Οι φυσικοί προσδιόρισαν ότι τα πρωτόνια αυτά, τα νετρόνια και τα υπόλοιπα άλλα σωματίδια αποτελούνταν από ακόμη μικρότερα θεμελιώδη συστατικά, γνωστά και ως κουάρκς. Τα σωματίδια που αποτελούνται από κουάρκς ονομάζονται αδρόνια και από εκεί προέρχεται και το όνομα του LHC: Είναι ένας μεγάλος επιταχυντής που προκαλεί τη σύγκρουση αδρονίων.

Τι θα προκύψει, λοιπόν, από αυτές τις μικροσκοπικές συγκρούσεις σε τρισεκατομμυριοστά του δευτερολέπτου; Ο LHC αναμένεται να ανιχνεύσει σωματίδια υψηλής ενέργειας, που οι επιστήμονες εικάζουν ότι δημιουργήθηκαν μετά τη «Μεγάλη Έκρηξη», όπως για παράδειγμα το μποζόνιο Higgs, γνωστό και ως το «Σωματίδιο του Θεού», το οποίο δεν έχει βρεθεί ακόμα πειραματικά και εικάζεται ότι ίσως ευθύνεται για

μεγάλο μέρος της σκοτεινής ύλης.

Τα σωματίδια αυτά δεν μπορούν να εντοπιστούν απευθείας, διότι αλληλεπιδρούν αδύναμα με την συνηθισμένη ύλη. Αυτό που θα κάνουν οι ανιχνευτές του LHC είναι να καταγράψουν πως αυτά τα σωματίδια θα διασπαστούν σε πιο ανιχνεύσιμα σωματίδια καθώς θα φεύγουν από τα σημεία σύγκρουσης.

Είναι σαν να αναπαρίσταται η σκηνή ενός εγκλήματος για τη συσχέτιση των αποδεικτικών στοιχείων: οι επιστήμονες θα προσπαθήσουν να εντοπίσουν τους συνήθεις υπόπτους (ή ελπίζουν να εντοπίσουν τους εξαιρετικά ασυνήθεις υπόπτους) αναλύοντας τα υποατομικά στοιχεία που αφήνουν πίσω τους οι ένοχοι.

Για να λυθεί το μυστήριο, οι επιστημονικοί ανιχνευτές του LHC θα χρησιμοποιήσουν τα τελευταία και καλύτερα εργαλεία της αγοράς, αξίας πολλών δισεκατομμυρίων δολαρίων. Η δομή των δύο βασικών ανιχνευτών – του [ATLAS](#) (A Toroidal LHC ApparatuS) και του [CMS](#) (Compact Muon Solenoid) μοιάζει με αυτή του κρεμμυδιού που είναι σε στρώσεις και είναι έτσι κατασκευασμένοι ώστε να εντοπίζουν διαφορετικά είδη σωματιδίων:

Η διερεύνηση της μικρότερης υπάρχουσας ύλης απαιτεί ένα από τα μεγαλύτερα μηχανήματα που επινοήθηκαν ποτέ. Ο ATLAS είναι ο μεγαλύτερος απ' όλους τους ανιχνευτές, έχει μήκος 46 μέτρα και ύψος 25 μέτρα, κάτι που τον κάνει μεγαλύτερο και από μία τυπική πολυκατοικία.

«Στο εσωτερικό του υπάρχει τεράστιος ελεύθερος χώρος,» εξηγεί ο θεωρητικός φυσικός του CERN, John Ellis. «Ο λόγος είναι ότι θέλουμε να μπορεί να μετρήσει σωματίδια που θα δημιουργηθούν από την σύγκρουση... ακόμα και αν το εσωτερικό του έχει μπλοκαριστεί από συντρίμια της σύγκρουσης που δεν μπορούμε να μετρήσουμε εκεί, όπως θα έπρεπε.»

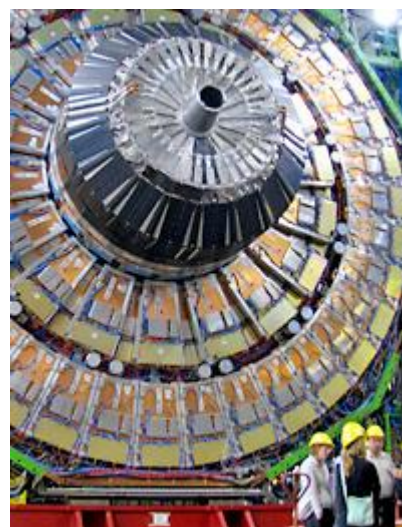
Στην άλλη πλευρά του τούνελ, ο CMS καταλαμβάνει λιγότερο από το μισό χώρο του ATLAS , αλλά ζυγίζει σχεδόν το διπλάσιο βάρος.

Ο CMS περιέχει περισσότερο σίδηρο από τον Πύργο του Άιφελ, τοποθετημένο μέσα σε εναλλασσόμενα μαγνητικά στρώματα με ανιχνευτές σωματιδίων. Οι ενσωματωμένοι μαγνήτες του CMS και ο πανάκριβος καταγραφέας σιλικόνης υψηλής ανάλυσης αποτελούν μέρος μίας διαφορετικής στρατηγικής, που θα κάνει τα ίδια πράγματα με τον ATLAS.

«Υπάρχει μία κόντρα ανάμεσα στους άντρες του ATLAS και στους άντρες του CMS σχετικά με το ποιος από τους δύο θα μπορέσει να καταγράψει καλύτερα τα σωματίδια,» είπε χαρακτηριστικά ο Ellis. «Ο ATLAS θα κάμψει τα σωματίδια προς τη μία πλευρά και ο CMS προς την άλλη και θα δούμε σε λίγα χρόνια ποιος από τους δύο είναι ο καλύτερος.»

“ Ο συνδυασμός του μεγέθους, της κλίμακας, της πολυπλοκότητας και της τεχνολογίας αντιστοιχεί με τις πυραμίδες που κατασκευάστηκαν πριν από 4.000 χρόνια ”

- Peter Limon, φυσικός



ALICE: Η Μεγάλη Έκρηξη μέσα στον Επιταχυντή

Ο ATLAS και ο CMS τραβούν τη μεγαλύτερη προσοχή αλλά το εργαλείο που αξίζει περισσότερο τον τίτλο της «Μηχανής της Μεγάλης Έκρηξης» βρίσκεται 1.5 χλμ πιο πέρα από το ATLAS.

Ο ανιχνευτής [ALICE](#) (A Large Ion Collider Experiment) έχει σχεδιαστεί αποκλειστικά για να μελετήσει την ύλη από την οποία δημιουργήθηκε το Σύμπαν σε λιγότερο από το 1 εκατομμυριοστό του δευτερολέπτου μετά από τη Μεγάλη Έκρηξη.

Ο ανιχνευτής ALICE θα λειτουργεί μόνο ένα μήνα το χρόνο, και θα διεξάγονται πειράματα που θα απαιτούν από τον Επιταχυντή να αλλάξει από διασπασμένα πρωτόνια σε διασπασμένα ιόντα μολύβδου, τα οποία είναι 100 φορές πιο βαριά από τα πρωτόνια. Οι υψηλής ενέργειας συγκρούσεις θα συντρίβουν αυτά τα ιόντα με τέτοια δύναμη που θα μετατρέπονται στιγμιαία σε πλάσμα ελεύθερων κουάρκς και γλιονίων, τα σωματίδια που συνδέουν συνήθως μεταξύ τους τα κουάρκς.

Παλαιότερα πειράματα έδειξαν πως το πλάσμα κουαρκ-γλιονίων συμπεριφερόταν σαν υγρό. Μόλις ο ανιχνευτής ALICE τεθεί σε λειτουργία «τότε μπορεί να φτάσουμε στην αέρια φάση», δήλωσε ο Jurgen Schukraft, εκπρόσωπος του CERN για το πείραμα ALICE.



LHCb: Το μυστήριο της αντιύλης

Ο τέταρτος ανιχνευτής σχεδιάστηκε επίσης για να δώσει απαντήσεις σε μία συγκεκριμένη κοσμική ερώτηση. Ο LHCb θα μελετήσει τα σωματίδια που περιέχουν συγκεκριμένα «είδη» κουάρκς και αντικουάρκς, γνωστά ως μεσόνια-B και αντι-μεσόνια B, με σκοπό να γίνει κατανοητό για ποιο λόγο η ύλη έχει τεράστιο περιθώριο πάνω από την αντιύλη στο Σύμπαν μας.

Προηγούμενες μελέτες έδειξαν πως τα σωματίδια και τα αντισωματίδια διασπώνται διαφορετικά, γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με την ιδέα ότι η ύλη και η αντιύλη θα πρέπει να είναι σε συμμετρία. Ο [LHCb](#) θα δώσει συνέχεια σε αυτές τις έρευνες, χρησιμοποιώντας μία συστοιχία ανιχνευτών υψηλής τεχνολογίας που θα βρίσκονται στη μία πλευρά του σημείου σύγκρουσης.

Μεταξύ αυτών των οργάνων, θα υπάρχει ένας καταγραφέας που θα εντοπίζει τα σωματίδια με ακρίβεια 10 μικρών ή το 1/10 του πάχους μίας ανθρώπινης τρίχας.

Δύο μικρότερα πειράματα ολοκληρώνουν τον κύκλο: ο [LHCf](#), που μελετά τα γεγονότα κοντά στον ATLAS, όπως οι κοσμικές ακτίνες και ο [TOTEM](#), που μετρά το ενεργό μέγεθος των πρωτονίων με τη βοήθεια ενός ανιχνευτή κοντά στον CMS.

Το Πλέγμα: η εξαγωγή των δεδομένων

Ο LHC είναι έτσι σχεδιασμένος ώστε να παράγει περισσότερες από 600 συγκρούσεις πρωτονίων ανά δευτερόλεπτο και αυτό δημιουργεί έναν τεράστιο όγκο ψηφιακών δεδομένων που διοχετεύονται μέσω των καλωδιώσεων των ανιχνευτών. Εάν τοποθετούσε κάποιος όλα αυτά τα δεδομένα από τον ένα μόνο ανιχνευτή σε CD, η στοίβα των CD θα έφτανε την τροχιά της Σελήνης μέσα σε 6 μήνες. Η πρόκληση είναι λοιπόν, να επιλεγούν μόνο οι πιο σημαντικές πληροφορίες.

Καθένας από τους ανιχνευτές διαθέτει αισθητήρες που επιλέγουν μόνο τις χρήσιμες πληροφορίες. Γύρω στα 100 γεγονότα ανά δευτερόλεπτο στέλνονται σε χιλιάδες υπολογιστές και δίσκους του CERN για αποθήκευση. Είναι δηλαδή σαν να μειώνεις τη στοίβα αυτή των CD που φτάνει στη Σελήνη σε μία άλλη στοίβα που φτάνει μόλις τα 10 χιλιόμετρα.

Προκειμένου να διοχετευθούν τα δεδομένα αυτά στους ερευνητές σε όλο τον κόσμο, το CERN έστησε ένα ηλεκτρονικό δίκτυο, το ονομαζόμενο "Πλέγμα". Ψηφιακές πληροφορίες πηγάζουν στα κέντρα δεδομένων μέσω ενός δικτύου οπτικών ινών και ταχύτητες μεγαλύτερες των 10 gigabits ανά δευτερόλεπτο – δηλαδή 1.000 μεγαλύτερη ταχύτητα από αυτή των τυπικών καλωδιακών συνδέσεων Internet.

Εάν το σύστημα δουλέψει σωστά, θα μπορούσε να αποτελέσει το μοντέλο για την πληροφορική του μέλλοντος – όχι μόνο στον τομέα της φυσικής αλλά και σε άλλους τομείς, όπως η γενετική ανάλυση.

MSNC, BBC