

ΟΤΑΝ Ο ΧΟΚΙΝΓΚ ΣΥΝΑΝΤΗΣΕ ΤΟΝ ΕΣΕΡ (της Λίζα Γκρόσμαν)



Το Σύμπαν ενδέχεται να έχει την ίδια σουρεαλιστική γεωμετρία με τις παράξενες εικόνες του *M. K. Εσερ*. Αυτό είναι το συμπέρασμα μιας μελέτης από τον διασημότερο εν ζωή επιστήμονα, τον **Στίβεν Χόκινγκ** του Πανεπιστημίου του Κέιμπριτζ.

Η διαπίστωση ενθουσιάζει ίσως τους λάτρεις του ολλανδού χαρακτήρα, ο κ. Χόκινγκ όμως και η ομάδα του υποστηρίζουν ότι η μελέτη τους προσφέρει έναν τρόπο ώστε να συμβιβάσουμε τις γεωμετρικές απαιτήσεις της θεωρίας των χορδών – μιας υποθετικής προς το παρόν «θεωρίας των πάντων» – με το Σύμπαν που παρατηρούμε γύρω μας.

Οι υπολογισμοί τους βασίζονται σε έναν μαθηματικό ελιγμό ο οποίος ως τώρα εθεωρείτο αδύνατος. Αν όμως αποδειχθεί ότι ισχύει, ίσως μπορεί να εξηγήσει πώς το Σύμπαν αναδείχθηκε από τη Μεγάλη Εκρηξη και να ενώσει τη θεωρία της βαρύτητας με την κβαντομηχανική.

«Έχουμε έναν νέο δρόμο προς την κατασκευή μοντέλων του κόσμου μας με βάση τη θεωρία των χορδών» λέει ο συνεργάτης του κ. Χόκινγκ **Τόμας Χέρτογκ**, κοσμολόγος του Ινστιτούτου Θεωρητικής Φυσικής του Καθολικού Πανεπιστημίου του Λέβεν στο Βέλγιο.

Σύμπαν σε υπερβολική ψηφίδωση

Εκ πρώτης όψεως η ιδέα ότι τα χαρακτηριστικά του Εσερ μπορούν να

περιγράψουν τη διάταξη του Σύμπαντος φαίνεται να αντιφάσκει με όσα γνωρίζουμε γι' αυτό.

Τα χαρακτηριστικά στα οποία αναφερόμαστε είναι ψηφιδώσεις, εικόνες από επαναλαμβανόμενα σχήματα, όπως η αλληλοδιαδοχή αγγέλων και νυχτερίδων που βλέπουμε στο «Όριο του κύκλου IV». Αν και τα σχήματα αυτά είναι επίπεδα, χρησιμεύουν ως «προβολές» μιας διαφορετικής γεωμετρίας, της λεγόμενης υπερβολικής γεωμετρίας – περίπου όπως ένας επίπεδος χάρτης αποτελεί προβολή της σφαίρας της Υδρογείου. Για παράδειγμα, παρ' ότι οι νυχτερίδες στην επίπεδη προβολή φαίνεται να μικραίνουν με γεωμετρική πρόοδο προς το όριο του κύκλου, στον χώρο της υπερβολικής γεωμετρίας έχουν όλες το ίδιο μέγεθος. Οι στρεβλώσεις προκύπτουν στην προβολή επειδή ο υπερβολικός χώρος δεν μπορεί να είναι επίπεδος. Αντ' αυτού μοιάζει με ένα στρεβλό, κυματιστό τοπίο με λόφους σαν σαμάρια.

Το Σύμπαν μας όμως δεν μοιάζει καθόλου με κάτι τέτοιο. Οι μετρήσεις της κοσμικής μικροκυματικής ακτινοβολίας υποβάθρου – του αποήχου της Μεγάλης Εκρηξης – και των αποστάσεων των σουπερνόβα έχουν αποκαλύψει ότι το Σύμπαν μας είναι επίπεδο και όχι στρεβλό.

Επίσης επεκτείνεται με επιταχυνόμενο ρυθμό εξαιτίας μιας μυστηριώδους οντότητας η οποία είναι γνωστή ως σκοτεινή ενέργεια. Δεν ξέρουμε τι είναι η σκοτεινή ενέργεια ούτε από πού προήλθε, η μαθηματική γλώσσα όμως της θεωρίας της Γενικής Σχετικότητας του Αϊνστάιν έχει βρει έναν τρόπο να περιγράψει αυτή την επιταχυνόμενη επέκταση. Η εισαγωγή μιας σταθεράς – γνωστής ως Κοσμολογική Σταθερά – στις εξισώσεις της Γενικής Σχετικότητας κάνει το Σύμπαν να επεκτείνεται επ' άπειρον, μόνο όμως αν η σταθερά έχει θετικό πρόσημο. Ως τώρα το να λέμε ότι ζούμε σε ένα επ' άπειρον επεκτεινόμενο Σύμπαν είναι το ίδιο με το να λέμε ότι το Σύμπαν μας έχει μια Κοσμολογική Σταθερά με θετική τιμή.

Ωστόσο υπάρχουν ορισμένα τεράστια προβλήματα. Η Γενική Σχετικότητα καλύπτει μεν αυτή την πλευρά του Σύμπαντος, αλλά

δεν μπορεί να περιγράψει τη Μεγάλη Εκρηξη. Ούτε μπορεί να ενώσει τη βαρύτητα, η οποία επενεργεί σε μεγάλες κλίμακες, με την κβαντομηχανική, η οποία επενεργεί σε πολύ μικρές κλίμακες. «Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί κάποιος να προβλέψει γιατί ζούμε στο Σύμπαν στο οποίο ζούμε» λέει ο κ. Χέρτογκ.

Εσερ και θεωρία των χορδών

Η θεωρία των χορδών από την πλευρά της προσφέρει μια ωραία ολοκληρωμένη εικόνα της ιστορίας του Σύμπαντος και ενώνει τη βαρύτητα με την κβαντομηχανική. Ταιριάζει όμως περισσότερο σε ένα Σύμπαν με αρνητικά καμπυλωμένη, παρόμοια με τα χαρακτηριστικά του Εσερ γεωμετρία και με μια αρνητική Κοσμολογική Σταθερά.

Αυτό έχει φέρει τους φυσικούς μπροστά σε ένα τεράστιο χάσμα: από τη μια πλευρά βρίσκεται ένα Σύμπαν το οποίο λειτουργεί αλλά δεν περιγράφεται από μια πλήρη θεωρία και από την άλλη βρίσκεται μια πλήρης θεωρία η οποία δεν περιγράφει το υπάρχον Σύμπαν.

Γέφυρα στο χάσμα

Τώρα ο κ. Χόκινγκ, ο κ. Χέρτογκ και ο **Τζέιμς Χαρτλ** του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνιας στη Σάντα Μάρμπαρα προτείνουν μια γέφυρα. Βρήκαν έναν τρόπο για να παραγάγουν ένα επεκτεινόμενο, επιταχυνόμενο Σύμπαν χρησιμοποιώντας μια αρνητική Κοσμολογική Σταθερά. Αυτό σημαίνει ότι η θεωρία των χορδών ίσως τελικά να περιγράφει το Σύμπαν που παρατηρούμε γύρω μας. Η πρόταση προέκυψε από μια ιδέα που ο κ. Χόκινγκ και ο κ. Χαρτλ είχαν τη δεκαετία του 1980 προκειμένου να ξεπεράσουν τις ελλείψεις της Γενικής Σχετικότητας όταν αναζητούσαν μια κβαντική εικόνα της κοσμολογίας.

Στην κβαντομηχανική μια απλή εξίσωση, η λεγόμενη κυματική εξίσωση, περιγράφει όλες τις πιθανές καταστάσεις στις οποίες μπορεί να περιέλθει ένα κβαντικό αντικείμενο και αποδίδει στην καθεμιά από αυτές μια συγκεκριμένη πιθανότητα. Ο κ. Χόκινγκ και ο κ. Χαρτλ έψαξαν να βρουν μια ανάλογη κυματική εξίσωση η οποία θα μπορούσε να παραγάγει την πιθανότητα διαφόρων συμπάντων τα οποία θα μπορούσαν να προκύψουν από τη Μεγάλη

Εκρηξη. Μια εξίσωση που θα περιέγραφε όλα τα πιθανά σύμπαντα που θα μπορούσαν να υπάρξουν, συμπεριλαμβανομένων κάποιων στα οποία το ηλιακό σύστημα δεν θα είχε αναπτυχθεί ποτέ ή στα οποία η ζωή θα μπορούσε να είχε εξελιχθεί πολύ διαφορετικά.

Επί 30 χρόνια ο κ. Χόκινγκ και ο κ. Χαρτλ επέβαλλαν στην κυματική τους εξίσωση μια θετική Κοσμολογική Σταθερά επειδή αυτό εθεωρείτο απαραίτητο. Αυτό όμως απέβαινε εις βάρος της ακρίβειας: κανένα από τα σύμπαντα που παρήγαγαν δεν έφθανε να είναι κάτι περισσότερο από μια χοντροκομμένη, κατά προσέγγιση έκφραση της πραγματικότητας.

Η στροφή της πλάστιγγας

Οι θεωρητικοί των χορδών βασανίζονταν επίσης με σύμπαντα με θετικές κοσμολογικές σταθερές τα οποία έτειναν να είναι ασταθή. Η κατασκευή τους μοιάζει λιγάκι με το να προσπαθεί κάποιος να ισορροπήσει ένα μολύβι όρθιο με τη μύτη: μπορεί να κρατηθεί για λίγο, όμως η ενεργητικά πιο σταθερή κατάσταση ενός μολυβιού είναι να κάθεται ξαπλωμένο στο τραπέζι, οπότε κάποια στιγμή θα πέσει. Οι πιο επιτυχημένες εκδοχές της θεωρίας των χορδών θα προτιμούσαν να ζουν σε ένα σύμπαν σαν αυτό του Εσερ.

«Η θεωρία των χορδών με μια αρνητική Κοσμολογική Σταθερά απλώς λειτουργεί πολύ καλύτερα» λέει ο κ. Χέρτογκ.

Η τελευταία δουλειά του κ. Χόκινγκ υποστηρίζει ότι αυτό το υποτιθέμενο ελάττωμα ίσως τελικά να είναι αυτό που «πλέκει» τη θεωρία των χορδών σε μια πραγματικότητα. Σε μια μελέτη την οποία δημοσίευσαν στον διαδικτυακό τόπο Arxiv.org ο αστροφυσικός και οι συνεργάτες του περιγράφουν πώς παρήγαγαν μια πληθώρα συμπάντων από κυματικές εξισώσεις με αρνητικές κοσμολογικές σταθερές, με κάποια από αυτά να επεκτείνονται και να επιταχύνονται.

«Ορισμένα από αυτά τα σύμπαντα επιταχύνονται ακριβώς σαν το Σύμπαν μας» λέει ο κ. Χέρτογκ. *«Αποκαλύπτεται ότι η κβαντική κατάσταση περιλαμβάνει και τα δύο είδη συμπάντων, αυτόματα».*

Σε μια συγκεκριμένη κυματική εξίσωση μάλιστα αυτά τα επιταχυνόμενα και επεκτεινόμενα σύμπαντα αποδεικνύονται και τα πιθανότερα.

✘ Μια κομψή σύνδεση

Το κλειδί σε αυτή τη θεωρία ήταν η συνειδητοποίηση ότι τα σύμπαντα που παρήγε η κυματική εξίσωση της ομάδας μπορούσαν να εξελιχθούν ώστε να μοιάζουν πολύ με μια συγκεκριμένη διατύπωση της θεωρίας των χορδών, την οποία έχει αναπτύξει ο **Χουάν Μαλντασένα** του Ινστιτούτου Προωθημένων Μελετών στο Πανεπιστήμιο του Πρίνστον το 1997. «Υπήρχε μια μαθηματική σύνδεση, μια πολύ κομψή σύνδεση» λέει ο κ. Χέρτογκ.

Από τη στιγμή που εντόπισαν αυτή τη σύνδεση με την κυματική τους εξίσωση, ο κ. Χόκινγκ και η ομάδα του αποφάσισαν να δοκιμάσουν να ενώσουν τις δύο θεωρίες διατυπώνοντας μια καινούργια κυματική εξίσωση με μια αρνητική Κοσμολογική Σταθερά. Θεώρησαν ότι αυτό θα τους επέτρεπε να δανειστούν την ωραία πλήρη μαθηματική εικόνα του Σύμπαντος που προσφέρει η θεωρία των χορδών για να παραγάγουν σύμπαντα που επεκτείνονται επιταχυνόμενα.

Τι γίνεται όμως με τις παρατηρήσεις που υποδηλώνουν ότι το Σύμπαν μας είναι επίπεδο; Κατά τον ίδιο τρόπο που οι νόμοι της κίνησης του *Νεύτωνα* λειτουργούν για τα καθημερινά αντικείμενα αλλά υποχωρούν παραχωρώντας τη θέση τους στους πιο αναλυτικούς νόμους του Αϊνστάιν στις κοσμολογικές κλίμακες, η ομάδα του κ. Χόκινγκ πιστεύει ότι η φαινομενικά επίπεδη κατάσταση του Σύμπαντος μπορεί να το περιγράφει καλά στο επίπεδο που μας είναι ορατό αλλά από εκεί και πέρα υποχωρεί παραχωρώντας τη θέση της σε μια υποκείμενη γεωμετρία σαν αυτή των έργων του Εσερ.

Ακόμη νωρίς για συμπεράσματα

Ακόμη ωστόσο είναι πολύ νωρίς για να διακηρύξουμε ότι το ζήτημα του Σύμπαντος λύθηκε. Ο κ. Μαλντασένα δηλώνει ότι το μοντέλο της ομάδας του κ. Χόκινγκ δεν καλύπτει ορισμένες πλευρές των ολοκληρωμένων εκδοχών της θεωρίας των χορδών, όπως

οι προβλέψεις για τη σταθερότητα ορισμένων σωματιδίων. «Θα ήταν θαυμάσιο αν αυτό ήταν το μόνο που έχουμε να κάνουμε» λέει. «Νομίζω όμως ότι είναι υπερβολικά απλουστευμένο. Είναι δύσκολο να δει κάποιος πώς μπορεί να επεκταθεί σε μια πληρέστερη θεωρία».

Ο κ. Χέρτογκ συμφωνεί ότι η δουλειά τους δεν είναι ολοκληρωμένη. Πιστεύει όμως ότι η αρνητική Κοσμολογική Σταθερά θα οδηγήσει κάποια στιγμή σε μια πλήρη περιγραφή του Σύμπαντος που παρατηρούμε γύρω μας. «Είναι μια λεωφόρος που ανοίγει τώρα» λέει. «Όχι κάτι που ήδη έχουμε στα χέρια μας».

Λίζα Γκρόσμαν

Πηγή/πίνακες Έσερ: Το Βήμα