

Ένας Κόσμος αναδύθηκε από το Τίποτα

Άρθρο, Απρίλιος 2008

Μπορεί άραγε η επιστήμη να εξηγήσει πώς άρχισε το Σύμπαν; Κάθε άποψη γίνεται πεδίο διενέξεων από τα αντιμαχόμενα στρατόπεδα. Αθεϊστές, θεολόγοι, κοσμολόγοι, φυσικοί μπλέκουν σε ζητήματα που δεν έχουν ακόμα ξεκαθαριστεί για την επιστήμη. Το κουβάρι όμως των αναπάντητων ερωτημάτων αρχίζει σιγά σιγά να ξετυλίγεται, υπέρ της επιστήμης.

Έτσι, ολόκληρο το Σύμπαν μπορεί να έχει ξεπηδήσει κυριολεκτικά από το τίποτα, να έχει δηλαδή δημιουργηθεί από μια κβαντική διακύμανση με τον ίδιο τρόπο που η κβαντική απροσδιοριστία επιτρέπει σ' ένα φανταστικό ζευγάρι σωματιδίου-αντισωματιδίου να έχει ξεπηδήσει από το κενό και να ζήσει για κάποιο διάστημα, προτού αλληλοεξουδετερωθεί.

Η ιδέα πρωτοεμφανίστηκε στο περιοδικό Nature τον Δεκέμβριο του 1973, με τη μορφή μιας επιστημονικής εργασίας του Edward Tryon. Ο Tryon πρότεινε αυτό που ο ίδιος ονόμαζε "το απλούστερο και ελκυστικότερο" μοντέλο της Μεγάλης Έκρηξης, ότι δηλαδή "το Σύμπαν μας είναι μια διακύμανση του κενού". Σαν αφορμή για την εισαγωγή αυτού του μοντέλου στην κοσμολογική διαμάχη, υπήρξε ένας υπολογισμός ο οποίος έδειχνε ότι κάθε κλειστό Σύμπαν πρέπει να έχει μηδενική καθαρή ενέργεια.

Πριν όμως τον Edward Tryon, στις αρχές της δεκαετίας του '70, οι ρώσοι φυσικοί Ya. Zel'donitch και A. Starobinski της ακαδημίας επιστημών της τότε ΕΣΣΔ πρότειναν ότι η ταχύτερη μεταβολή της γεωμετρίας του διαστήματος κατά τη διάρκεια της εποχής Planck, μπορεί στην πραγματικότητα να είχε δημιουργήσει όλη την ύλη, την αντι-ύλη και την ακτινοβολία που υπήρχε αμέσως μετά από τη δημιουργία του Κόσμου. Στην θεωρία που δημιούργησαν οι δύο Ρώσοι φυσικοί, η ταχύτερα μεταβαλλόμενη γεωμετρία του διαστήματος δημιούργησε σωματίδια και αντισωματίδια με μάζες 10^{19} GeV.

Αυτή η παραγωγή της ύλης και αντι-ύλης αφαίρεσε ενέργεια από τις τεράστιες διακυμάνσεις που συνέβαιναν στη γεωμετρία του διαστήματος, και τελικά πέτυχε να τις μετριάσει συνολικά μέχρι το τέλος της εποχής Planck. Επίσης, οι ίδιοι διαπίστωσαν ότι ο ρυθμός δημιουργίας σωματιδίων αυξήθηκε καθώς δημιουργήθηκαν όλο και περισσότερα σωματίδια.

Μετά πήραν τη σκυτάλη κι άλλοι φυσικοί - όπως ο προαναφερθείς Edward Tryon του Κολεγίου Hunter στο Μανχάταν, οι R. Brout, F. Englert και E. Gunzig από το Πανεπιστήμιο των Βρυξελλών κλπ - που έριξαν κι άλλο φως στο πως έγινε η δημιουργία του Κόσμου. Η ομάδα αυτή - κυρίως όμως ο Edward Tryon - πιστεύει ότι στην αρχή δεν υπήρχε τίποτα! Αυτό ήταν το αρχέγονο κενό του διαστήματος.

Οι οπαδοί της εξέλιξης κατηγορούν συνήθως τους δημιουργιστές πως πιστεύουν ότι ο Θεός δημιούργησε τον Κόσμο εκ του μηδενός - δηλαδή από το τίποτα. Η ιδέα ότι ο Θεός με την θέληση του δημιούργησε απλά τον Κόσμο, χωρίς χρησιμοποιήσει κανένα υλικό, απορρίπτεται από το χέρι από τους οπαδούς της εξέλιξης, δεδομένου ότι αυτό θα περιείχε υπερφυσική δράση, η οποία είναι εξ ορισμού μη επιστημονική.

Όμως τώρα ακούμε τους εξελικτικούς κοσμολόγους να ισχυρίζονται ότι ο Κόσμος εξελίχθηκε από το τίποτα! Τουλάχιστον, οι δημιουργιστές θέτουν σαν αίτημα, σαν προϋπόθεση, τουλάχιστον μια επαρκή αιτία για να δημιουργηθεί ο Κόσμος. Την παρουσία ενός άπειρου, ενός παντοδύναμου, ενός πάνσοφου, ενός υπέρτατου, ενός μόνου υπάρχοντος, Θεού δημιουργού. Για εκείνους που πιστεύουν στο Θεό, η δημιουργία εκ του μηδενός είναι εύλογο και λογικό. Φαίνεται ότι αυτό ισχύει και για τους σημερινούς κοσμολόγους.

Ο Edward Tryon, ένας από τους πρώτους που πρότεινε αυτήν την ιδέα λέει: "Το 1973, πρότεινα ότι ο Κόσμος μας δημιουργήθηκε αυθόρμητα από το τίποτα (εκ του μηδενός), ως

αποτέλεσμα των καθιερωμένων αρχών της κβαντικής φυσικής. Αυτή η πρόταση φάνηκε σε άλλους ανθρώπους παράλογη σε άλλους γοητευτική ή και τα δύο. Ήταν φυσικό. Αλλά μια δεκαετία αργότερα είχε γίνει ημιεπίσημο "επιστημονικό" δόγμα, και οι κοσμολόγοι την αντιμετώπισαν αρκετά σοβαρά."

Εξέλιξη από το Τίποτα

Στην αρχή - λένε- υπήρχε πλήρες σκοτάδι, ακόμα δεν υπήρχε κανένα φως, καμιά ακτινοβολία, καμιά ύλη. Ο αριθμός των χωρικών διαστάσεων πιθανώς δεν ήταν τότε τρεις, αλλά μπορεί να ήταν 11 σύμφωνα με τη θεωρία της υπερβαρύτητας. Σε αυτό το άπειρο κενό, εμφανίστηκαν τυχαίες διακυμάνσεις που άλλαζαν πολύ ελαφρώς την ενέργεια του κενού στα διάφορα σημεία του διαστήματος. Τελικά, μία από αυτές τις διακυμάνσεις πέτυχε μια κρίσιμη ενέργεια και άρχισε να αυξάνεται.

Μόλις αυξήθηκε, δημιουργήθηκαν πολύ βαριά σωματίδια που ονομάζονται λεπτοκουάρκ και αντι-λεπτοκουάρκ, αναγκάζοντας έτσι την διαστολή να επιταχυνθεί. Αυτό μοιάζει σαν τη σφαίρα που κυλά προς τα κάτω από έναν λόφο και στην αρχή κινείται αργά ενώ έπειτα αυξάνει την ορμή του. Η διαστολή του πρωτο-κόσμου, στη συνέχεια, δημιούργησε αναγκαστικά ακόμα περισσότερα λεπτοκουάρκ. Αυτός ο μανιώδης κύκλος συνεχίστηκε μέχρι, επιτέλους, τα λεπτοκουάρκ διασπάστηκαν στα κουάρκ, λεπτόνια (ηλεκτρόνια, μίονια κλπ...) και τα αντισωματίά τους και τότε το σύμπαν ξέφυγε - αναδύθηκε - από την εποχή Planck. Η δημιουργία σωματιδίων σταμάτησε μόλις υποχώρησαν οι διακυμάνσεις στη γεωμετρία του διαστήματος.

Έτσι, μένουμε με την αξιοπρόσεκτη δυνατότητα ότι, στην αρχή, κυριολεκτικά στην αρχή, από το τίποτα από το καθόλου προέκυψε σχεδόν όλη η ύλη και ακτινοβολία που βλέπουμε τώρα. Αυτή η διαδικασία έχει περιγραφεί από το φυσικό Frank Wilczek στο πανεπιστήμιο Santa Barbara με τη ρήση, "ο λόγος που υπάρχει κάτι αντί για το τίποτα, είναι ότι το τίποτα είναι ασταθές".

Χρειάζεται να υπάρχει μια σφαίρα που να κάθετα στην κορυφή ενός απότομου λόφου, αλλά και η παραμικρότερη σταγόνα μπορεί να τη θέσει σε κίνηση. Μια τυχαία διακύμανση στο διάστημα ήταν προφανώς ότι χρειαζόταν για να αποδεσμεύσει μια απίστευτα μεγάλη λανθάνουσα ενέργεια του κενού, δημιουργώντας κατά συνέπεια την ύλη και την ενέργεια και ένα διαστελλόμενο σύμπαν από το "ολωσδιόλου τίποτα".

Το σύμπαν δεν άρχισε να υπάρχει στιγμιαία, αλλά δημιουργήθηκε σε μια στιγμή με μια διαδικασία "αυτοδύναμης ανάπτυξης". Μόλις δημιουργήθηκαν μερικά σωματίδια από τις κβαντικές διακυμάνσεις του άδειου κενού, έγινε πιο εύκολο τότε να εμφανιστούν λίγα περισσότερα και έτσι, με μια γρήγορη κλιμακούμενη διαδικασία, το σύμπαν πήρε μπρος από την ανυπαρξία.

Πόσο καιρό χρειάστηκε αυτό για να γίνει; Το αρχέγονο κενό θα μπορούσε να υπήρχε μια αιωνιότητα προτού να συμβεί η ιδιαίτερη αυτή διακύμανση του κενού, που προκάλεσε τον Κόσμο μας. Ο Edward Tryon το εκφράζει με το ρητό ότι "ο Κόσμος μας είναι απλά ένα από εκείνα τα πράγματα που συμβαίνουν από καιρό σε καιρό".

Μηδενική Ενέργεια

Σε γενικές γραμμές, μπορούμε αυτή τη θεωρία να την κατανοήσουμε από την άποψη της αρνητικής βαρυτικής ενέργειας που κατέχει το Σύμπαν, και η οποία είναι τόσο μεγάλη αρνητικά ώστε να εξουδετερώνει το σύνολο της θετικής υλοενέργειας (mc^2) του Σύμπαντος. Με τον συλλογισμό αυτό αποδεικνύεται ότι ένα κλειστό Σύμπαν, έχει συνολικά μηδενική ενέργεια. Αυτή η κατάσταση είναι το "δωρεάν γεύμα" που έλεγε ο ιδρυτής του πληθωρισμού Alan Guth.

Αν το Σύμπαν περιέχει συνολικά μηδενική ενέργεια, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι αυτή θα

είναι ελεύθερη. Και τελικά, δεν ισχύει το "κάτι από το τίποτα", αλλά το "τίποτα από το τίποτα".

Ο Tryon απέδειξε ότι η σχέση απροσδιοριστίας $\Delta E \Delta t = h/2\pi$ επιτρέπει σε οτιδήποτε διαθέτει μηδενική ενέργεια να υπάρξει για όσο θέλουμε, επειδή αν η ενέργεια είναι μηδέν, τότε και η απροσδιοριστία της ενέργειας ΔE είναι επίσης μηδέν. Δεν θα υπήρχε κανένα πρόβλημα στο να "δανειστούμε" ενέργεια από το κενό για τη δημιουργία του Σύμπαντος, επειδή σε πρώτη φάση δεν χρειάζεται καθόλου ενέργεια, αλλά δεν χρειάζεται να την "επιστρέψουμε" γιατί το "ισοζύγιο" παραμένει αμετάβλητο!

Αυτή η απλοϊκά υπεραπλουστευμένη ερμηνεία των κανόνων της απροσδιοριστίας δεν προκάλεσε μεγάλες αντιδράσεις στη δεκαετία του 1970. Ήταν μια πολύ πρόχειρη περιγραφή και προφανώς δεν αφορούσε μια ακριβή περιγραφή του Σύμπαντος. Κι είχε φυσικά προβλήματα.

Θεωρώντας, για παράδειγμα, με τη δημιουργία ζευγαριών φανταστικών (εικονικών) σωματιδίων σαν πρότυπο, το Σύμπαν μας θα έπρεπε να περιείχε ίσες ποσότητες ύλης και αντιύλης, πράγμα που δεν φαίνεται να ισχύει. Και η βασική ιδέα του συλλογισμού ήταν ότι το Σύμπαν είναι κλειστό, ενώ στα μέσα της δεκαετίας του 1970 κυριαρχούσε η αντίληψη ότι το Σύμπαν ήταν ανοιχτό. Και τελικά, αν μια κβαντική διακύμανση η οποία συμπεριλάμβανε το σύνολο της ύλης του Σύμπαντος δημιουργόταν σε μια υπερ-πυκνή κατάσταση, τότε γιατί δεν κατέρρεε σε μια ιδιαιτερότητα (μαύρη τρύπα), κάτω από την επίδραση της ίδιας της βαρύτητας;

Οι δυσκολίες αυτές έμοιαζαν να είναι ανυπέρβλητες. Αλλά η καινοτομία του πληθωρισμού και οι θεωρίες GUT, άλλαξαν την κατάσταση.

Ο πληθωρισμός - όπως τον ανέπτυξε ο Alan Guth - λέει ότι η διαστολή ήταν τόσο μεγάλη και γρήγορη που το αρχικό σύμπαν δεν μπόρεσε να γίνει μια ιδιομορφία σαν τη μαύρη τρύπα, αλλά να εξαπλωθεί και να γίνει επίπεδο. Συγχρόνως, η περιγραφή της διάσπασης των μποζονίων X (τα σωματίδια της μοναδικής υπερδύναμης που υπήρχε στην αρχή του Κόσμου) από τις GUTs λέει ότι ένα ενεργητικό πρωταρχικό Σύμπαν, που δημιουργήθηκε με ίσους αριθμούς X και αντι-X, θα εξελιχθεί σε μια κατάσταση η οποία θα συμπεριλαμβάνει ένα μικρό υπόλοιπο ύλης (ενώ θα έχουν ήδη περάσει $\sim 10^{-35}$ δευτερόλεπτα από τη στιγμή της δημιουργίας).

Γι αυτό και τη δεκαετία του '80 εμφανίστηκε ξανά στο προσκήνιο, για να αναβιώσει τη θεωρία του, ο Ed Tryon.

Αλλά και το 1982, ο Alexander Vilenkin του Πανεπιστημίου Tufts έκανε το ίδιο. Ο Vilenkin προχώρησε λίγο περισσότερο απ' όσο είχε προχωρήσει ο Tryon το 1973. Ο Tryon είχε αναφερθεί σε μια "διακύμανση του κενού", υπονοώντας ότι υπήρχε κάποια μορφή χωροχρόνου βαθμίδας, πριν από τη δημιουργία του Σύμπαντος. Αλλά ο Vilenkin προσπαθούσε να αναπτύξει ένα μοντέλο στο οποίο ο χώρος, ο χρόνος και η ύλη δημιουργήθηκαν κυριολεκτικά από το τίποτα, θεωρώντας τα σαν κβαντικές διακυμάνσεις του κενού.

"Η έννοια ότι το Σύμπαν δημιουργήθηκε από το τίποτα είναι τρελή", έγραψε ο Vilenkin σε μια από τις εργασίες του (Physics Letters, 4 Νοεμβρίου 1982), αλλά συνεχίζει για να δείξει πως αυτή η έννοια είναι αντίστοιχη με τη δημιουργία ενός ζεύγους ηλεκτρονίων-ποζιτρονίων το οποίο αλληλοεξουδετερώνεται, κι αυτό είναι με τη σειρά του αντίστοιχο με ένα ηλεκτρόνιο που δημιουργείται από το τίποτα, κινείται για λίγο προς τα μπρος στον χρόνο, καταλήγοντας στην ίδια τη δημιουργία του. Σ' αυτή και σε άλλες πρόσφατες εργασίες, ο Vilenkin πρόσθεσε αρκετά μαθηματικά στο βασικό θεωρητικό κατασκεύασμα που δημιούργησε ο Tryon στη δεκαετία του 1970.

Μια άλλη ιδέα προέρχεται από τους Stephen Hawking και James Hartle. Ο Hawking πρότεινε μια περιγραφή του Κόσμου σαν όλον, που αντιμετωπίστηκε ως ανεξάρτητη

οντότητα, χωρίς την αναφορά σε τίποτα που να υπάρχει πριν από αυτό. Ο ίδιος έχει επεξεργαστεί μια προσέγγιση που βασίζεται στον προσδιορισμό μιας κβαντομηχανικής κυματοσυνάρτησης, η οποία περιγράφει ολόκληρο το Σύμπαν, κι εκφράζεται — όπως και οποιαδήποτε άλλη κυματοσυνάρτηση της κβαντικής φυσικής — με ολοκληρωτικές διαδρομές.

Φυσικά, η ιδέα εξακολουθεί να παραμένει κατά μεγάλο ποσοστό χωρίς σοβαρή επεξεργασία, αλλά ολοένα και περισσότερο γίνεται ελκυστική. Το καλύτερο χαρακτηριστικό της είναι ότι δεν υπάρχει πλέον καθόλου ανάγκη να θεωρήσουμε ότι το σύνολο της ύλης του σημερινού Σύμπαντος δημιουργήθηκε την ίδια στιγμή της δημιουργίας. Το μόνο που χρειάζεται τώρα, είναι η δημιουργία μιας περιοχής με κλειστό χωροχρόνο και ενέργεια, δηλαδή ένας αυτόνομος μικρόκοσμος, πολύ πιο μικρός από ένα πρωτόνιο, ο οποίος διαθέτει μέτρια θερμοκρασία και παρουσιάζει μια ελαφριά τάση διαστολής. Χωρίς τον πληθωρισμό, ένας τέτοιος μικρόκοσμος θα κατέρρεε σύντομα.

Αλλά με τον πληθωρισμό, λέει ο Τρυον, θα συνέβαινε ένας «ψυχρός μεγάλος σίφουνας» (ο πληθωρισμός) ο οποίος θα έκανε το μικροσκοπικό σημείο που περιείχε τον χωροχρόνο να αυξηθεί εκρηκτικά σε μέγεθος, και που θα τέλειωνε με μια έκρηξη δημιουργίας καθώς η βαθμωτή πεδιακή ενέργεια μετατράπηκε σε ζευγάρια X και σε άλλα σωματίδια, δημιουργώντας μια θερμή Μεγάλη Έκρηξη, 10^{-35} δευτερόλεπτα μετά τη στιγμή της δημιουργίας. Από τότε, η βαρύτητα προσπαθεί να επιβραδύνει τη διαστολή, αλλά τελικά η τελευταία θα χάσει το παιχνίδι από την ενέργεια του κενού, δηλαδή την σκοτεινή ενέργεια.

Η πρόταση της δημιουργίας από το τίποτα μπορεί να φαντάζει σαν εικασία, αλλά τουλάχιστον τώρα ταιριάζει καλύτερα με το όλο πλαίσιο της πληθωριστικής κοσμολογίας. Αν υπήρξε πράγματι η στιγμή της δημιουργίας, τότε η έννοια της κβαντικής απροσδιοριστίας — μια από τις πιο παράξενες και περισσότερο θεμελιώδεις έννοιες της κβαντικής φυσικής — φαίνεται να δίνει την καλύτερη ελπίδα για την ερμηνεία της δημιουργίας του Σύμπαντος. Σ' αυτή την περίπτωση, μπορεί να υπήρξε πράγματι η στιγμή της δημιουργίας, η οποία όρισε την αρχή του Σύμπαντος ταυτόχρονα με την αρχή του χρόνου.

Τελικά, οι αρχές της κβαντικής βαρύτητας μπορούν σε τελική ανάλυση να μας αναγκάσουν να επανεξετάσουμε τις ερωτήσεις του τύπου "τι συνέβη πριν από τη Μεγάλη Έκρηξη;", επειδή υπονοούν ότι υπήρχε κάτι - ο χρόνος - που μπορεί να μην έχει καμιά σημασία (γιατί φυσικά ο χρόνος άρχισε με το Big Bang). Αυτές οι ερωτήσεις μπορούν να είναι τόσο κενές από σημασία, όσο κι ένας εξερευνητής στο βόρειο πόλο που ρωτά, "που ο δρόμος για τον Βορρά;".

Μόνο η πλήρης θεωρία της κβαντικής βαρύτητας μπορεί να μας πει πώς να υποβάλουμε τις σωστές ερωτήσεις!

Πηγές: Το Χρονικό του Χρόνου, Το πληθωριστικό σύμπαν, η Μεγάλη Έκρηξη του John Gribbin και διάφορες ιστοσελίδες

Ο Edward Tryon γεννήθηκε στην Ιντιάνα το αφού πήρε το πτυχίο του φυσικού από το Κορνέλλ το 1962, μετά εγκαταστάθηκε στην πανεπιστημιούπολη του Μπέρκλεϋ στην Καλιφόρνια, όπου παρακολούθησε μαθήματα του Steven Weinberg πάνω στη θεωρία των κβαντικών πεδίων, όπου έκανε και το διδακτορικό του. Δούλεψε για ένα διάστημα στο πανεπιστήμιο Κολούμπια πάνω στις συγκρούσεις των πιονίων. Αλλά δεν συνεργάστηκε ποτέ με κανέναν και μάλλον υπήρξε ο μοναδικός θεωρητικός της σωματιδιακής φυσικής της γενιάς του ο οποίος έγραψε μόνος του όλες τις επιστημονικές του δημοσιεύσεις.

Το ενδιαφέρον του για την κοσμολογία, το οποίο αναγόταν στην παιδική του ηλικία, έσπρωξε τον Tryon να εξετάσει την πιθανότητα ενός κλειστού Σύμπαντος, με συνολική

ενέργεια μηδέν, αλλά ο ίδιος θυμάται με ευθυμία ένα περιστατικό στα τέλη της δεκαετίας του 1960, το οποίο τότε είχε προκαλέσει έντονη αμηχανία. Εκείνη την εποχή ο βρετανός κοσμολόγος Dennis Sciama επισκεπτόταν το Κολούμπια κι έδινε ένα σεμινάριο πάνω στις πιο πρόσφατες θεωρίες σχετικά με το Σύμπαν. Σε κάποιο σημείο της παρουσίασης, όταν ο Sciama είχε κάνει μια παύση, ο Tryon πετάχτηκε λέγοντας, προς μεγάλη έκπληξη όλων – και του ίδιου – "ίσως το Σύμπαν να είναι μια διακύμανση του κενού!". Τα γέλια που ακολούθησαν έκαναν τον νεαρό ερευνητή, που ειδικευόταν στη σωματιδιακή φυσική κι όχι στην κοσμολογία, να σβήσει το περιστατικό από τη μνήμη του. Μόνο μετά τη δημοσίευση της εργασίας στο *Nature*, ένας φίλος του του θύμισε το επεισόδιο. Ο Tryon συνειδητοποίησε ότι ο υποσυνείδητος νους του τον είχε σπρώξει προς την κατεύθυνση της ολοκλήρωσης αυτής της εργασίας, ακόμα κι αν το περιστατικό είχε σβήσει από τη συνειδητή του μνήμη επί τρία χρόνια.

Ο Tryon εγκαταστάθηκε στο Hunter το 1971. Εκεί, στα μέσα του 1972, η εικόνα του Σύμπαντος σαν διακύμανση του κενού εμφανίστηκε ξαφνικά με όλες τις λεπτομέρειες μπροστά του, σαν ενόραση. Το υποσυνείδητο του είχε αφομοιώσει ό,τι είχε διαβάσει σχετικά με την κοσμολογία και είχε επεξεργαστεί μια απάντηση στα γέλια που του είχαν φέρει αμηχανία, απελευθερώνοντας την στον συνειδητό του νου, όταν αυτή ήταν έτοιμη. Κι όταν το άρθρο δημοσιεύτηκε το Δεκέμβρη του 1973 στο *Nature*, έγιναν 150 αιτήσεις για αντίγραφα ακόμα κι αν αργότερα η ιδέα έμεινε μετέωρη μέχρις ότου διατυπώθηκε η θεωρία του πληθωρισμού. Πώς ήταν λοιπόν να έχεις μια παλιά ιδέα, που κάποτε την κορόιδευαν, και η οποία μετά να γίνεται του συρμού, και να αναφέρεται σαν μέγιστη εννοιολογική καινοτομία; "Όλοι οι καλοί επιστήμονες ονειρεύονται", απαντά ο Tryon. "Ονειρεύονται την ανακάλυψη κάποιου άγνωστου φαινομένου μεγάλης σπουδαιότητας... Θα ήταν δύσκολο να περιγραφεί η ικανοποίηση αυτής της ανακάλυψης".