

Το γεμάτο κενό

Από τον Αϊνστάιν στην Κβαντική Φυσική

Δρ Μάνος Δανέζης

Επίκουρος Καθηγητής Αστροφυσικής
Τμήμα Φυσικής ΕΚΠΑ

Το κενό στη φιλοσοφία του Δημόκριτου*

Σήμερα η αντίληψη της κοινωνίας για το κενό γεννιέται και διαμορφώνεται μέσω των ποικίλων ερεθισμάτων που προκύπτουν από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Το γεγονός αυτό οδηγεί την ανθρώπινη αντίληψη στο να το ταυτίζει με την έννοια του στατικού και άδειου μαθηματικού και φυσικού χώρου.

Η άποψη αυτή δεν έβρισκε σύμφωνους τους αρχαίους Έλληνες φυσικούς φιλοσόφους. Έτσι οι Πυθαγόρειοι θεωρούσαν το κενό κάτι εντελώς υπαρκτό και άσχετο με την έννοια του άδειου. Όπως αναφέρει και ο Αριστοτέλης στα Φυσικά:

«...και οι Πυθαγόρειοι επίσης υποστήριζαν ότι υπάρχει κενό και ότι μπαίνει στον ουρανό από άπειρη πνοή, σαν ο ουρανός να αναπνέει και το κενό. Το κενό καθορίζει τη φύση των πραγμάτων, σαν κάτι που χωρίζει και καθορίζει τα διαδοχικά μέλη μιας σειράς. Αυτό συμβαίνει πρώτα απ' όλα στην περίπτωση των αριθμών γιατί το κενό καθορίζει τη φύση τους». Ο Μέλισσος, συμφωνώντας κι αυτός ότι η έννοια του κενού ως συνωνύμου του τίποτα δεν έχει νόημα, αναφέρει: «...και τίποτα δεν είναι κενό. Γιατί το κενό δεν είναι τίποτα και το τίποτα δεν μπορεί να υπάρξει. Ούτε κινείται. Γιατί δεν μπορεί να υποχωρήσει σε οποιοδήποτε σημείο, αλλά είναι γεμάτο. Γιατί, αν υπήρχε κενό, θα υποχωρούσε στο κενό, αφού όμως δεν υπάρχει κενό, δεν έχει πού να υποχωρήσει».

Μια επαναστατική άποψη για την έννοια του κενού ανέπτυξαν ο Λεύκιππος και ο Δημόκριτος στη θαυμαστή κοσμολογία τους.

Αναφέρουν λοιπόν ειδικότερα οι Λεύκιππος και Δημόκριτος:

1. *...Ο Δημόκριτος θεωρούσε ότι η φύση των αιώνιων πραγμάτων είναι μικρές ουσίες άπειρες στο πλήθος. Γι' αυτές δε υποθέτει ότι υπάρχει άλλος τόπος άπειρος στο μέγεθος. Αποκαλεί δε τον μεν τόπο με τα ονόματα «κενό» και «ουδέν» (τίποτα) και «άπειρον», τις δε ουσίες με τα ονόματα «δεν» (κάτι) και «ναστόν»* (στερεόν) και «ον» [Σιμπλίκιος Περί Ουρανού 294, 33 (Δημόκριτος Α 37)].*

Η λέξη ναστός σημαίνει, πυκνός, συμπίεσμένος, σφικτός, πακτωμένος. Προέρχεται από το ρήμα νάσσω (συνθλίβω, πιέζω ισχυρώς, πατώ). Στην περίπτωση των ατόμων, είναι προφανές ότι ο Δημόκριτος μέσω της λέξης ναστόν τα θεωρεί συμπυκνώσεις.

2. *...Ο Λεύκιππος και ο οπαδός του Δημόκριτος λένε ότι στοιχεία μεν είναι το πλήρες και το κενό, αποκαλούντες το ένα ον και το άλλο μη ον, από αυτά το μεν πλήρες και στερεόν, το ον, το δε κενόν και αραιόν, το μη ον. Γι' αυτό ισχυρίζονται ότι το ον δεν έχει περισσότερο αληθινή ύπαρξη από το μη ον, διότι ούτε το κενό είναι λιγότερο πραγματικό από το σώμα. ... Αυτά είναι τα υλικά αίτια των όντων [Αριστοτέλης, Μετά. τα Φυσικά 985b4 (Λεύκιππος Α6)].*

3. *...Ο Λεύκιππος υπέθεσε ότι υπάρχουν άπειρα και ακίνητα στοιχεία, τα άτομα... Διότι υποθέτοντας ότι η ουσία των ατόμων είναι στερεή και συμπαγής, έλεγε ότι αυτή είναι το ον και ότι κινείται στο κενό, το οποίο αποκαλούσε μη ον και ισχυριζόταν ότι δεν υπάρχει λιγότερο πραγματικά από το ον. Παραπλήσια δε και ο οπαδός του Δημόκριτος ο Αβδηρίτης έθεσε σαν αρχές το πλήρες και το κενό, αποκαλώντας το εν ον και το άλλο μη ον*

[Σμπλίκιος *Φυσικά* 28.8 (Λευκιππος Α8-Δημόκριτος Α.38)].

Όπως φαίνεται από τις προηγούμενες περικοπές, ο Δημόκριτος περιγράφει τον *τόπο*, δηλαδή αυτό που καλούμε σήμερα *μαθηματικά άδειο χώρο*, με τις λέξεις *κενό*, *ουδέ*, ή *άπειρο*. Το *κενό* για τον Δημόκριτο συμπίπτει με την έννοια του *μη όντος*. Αυτό το *μη ον* για το Δημόκριτο δεν υπάρχει κατά έναν τρόπο υποδεέστερον του αισθητού *όντος* (του ατόμου), εφόσον έχει και αυτό ιδιαίτερη φύση και υπόσταση.

Ομοίως ονομάζει το *ον* και *πλήρες* ή *στερεόν*, και το ταυτίζει με την έννοια των ατόμων, άρα ονομάζει το *ον* *ναστόν* και *δεν*.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αντιδιαστείλουμε την έννοια του «μη όντος» όπως το εννοεί ο Δημόκριτος, από την έννοια που του δίνει ο Παρμενίδης. Σύμφωνα με τον Παρμενίδα, το «μη ον» είναι ένα γενικότερο ως προς τη φύση του κοσμολογικό συστατικό, το οποίο δεν έχει καμία σχέση με την υλική φύση του Σύμπαντος και ανάγεται στη σφαίρα του νοητού ή του μεταφυσικού.

Όπως αναφέρει και ο Δ. Μακρυγιάννης στο έργο του *Κοσμολογία και Ηθική του Δημόκριτου* (Εκδόσεις Γεωργιάδη,

«..(το *μη ον* =κενό) *δεν είναι απλώς ο κενός χώρος (αυτός τον οποίο εννοούμε σήμερα με τον όρο αυτό) εντός του οποίου κινούνται τα άτομα, αλλά κάτι πιο ουσιαστικό, το οποίο εκτείνεται σαν υπόβαθρο της κίνησης των ατόμων και χωρίς το οποίο η κίνηση αυτή θα ήταν φυσιολογικά αδύνατη. Μπορούμε λοιπόν να παρομοιάσουμε το κενό σαν ένα είδος οθόνης πάνω στην οποία κινούνται τα άτομα, όπως οι φιγούρες στην οθόνη του θεάτρου σκιών. Η οθόνη δεν συμμετέχει στην ουσία των εικόνων που παρουσιάζονται, αλλά χωρίς αυτήν θα ήταν αδύνατο νά εμφανιστούν. Έτσι κατά τη θεωρία του Δημόκριτου, είναι αίτιο της ύπαρξης των όντων, όχι γιατί αποτελεί μέρος της φύσεώς τους, αλλά επειδή συντελεί σαν αόρατο υπόβαθρο στην εμφάνισή τους».*

Σήμερα οι επιστημονικές απόψεις έχουν προχωρήσει ακόμα περισσότερο, αφού για πολλούς διάσημους ερευνητές, όπως ο Α. Αϊνστάιν, και αυτά ακόμα τα στοιχειώδη σωμάτια, οι δομικοί δηλαδή λίθοι της ύλης δεν αποτελούν παρά δίνες του ίδιου του χώρου (κενού). Τα άτομα, δηλαδή, δεν αποτελούν παρά έκφραση μιας ιδιομορφίας του χώρου (κενού), την οποία οι αισθήσεις μας αντιλαμβάνονται σαν εξατομικευμένη ύλη. Ας δούμε όμως αναλυτικότερα αυτές τις νέες ιδέες περί κενού.

Η Φυσική του κενού*

* Προτρέπουμε τους αναγνώστες μας να διαβάσουν το βιβλίο του Σ. Θεοδωράκη αναπληρωτή καθηγητή του Πανεπιστημίου της Κύπρου: *Το κενό που κοχλάζει*, Εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα 1999. Από το εν λόγω βιβλίο έχουμε αντλήσει μια σειρά ιδεών αυτής της παραγράφου.

Στην κλασική Φυσική η έννοια του κενού ταυτίζεται με την έννοια της απουσίας ύλης. Η ταυτοποίηση αυτών των δύο εννοιών αποτελεί ένα αξίωμα της ανθρώπινης λογικής, αναπόδεικτο μεν, αυτονόητο και προφανές όμως για την κοινή ανθρώπινη λογική.

Η ιδέα αυτή αποτελεί το προϊόν ενός πολιτισμικού ρεύματος, το οποίο θεωρεί ως εντελώς ανεξάρτητες οντότητες το χώρο και την ύλη, οι οποίες ήταν συνδεδεμένες με τη λογική σχέση περιέχοντος και περιεχομένου. Οι απόψεις αυτές βέβαια, όπως ήδη αναφέραμε, δεν βρίσκουν σύμφωνη τη σύγχρονη επιστημονική άποψη, η οποία δέχεται ακόμα και την ακραία άποψη ότι η ύλη μπορεί να αποτελεί μια απλή ιδιομορφία του χώρου. *Για τη σύγχρονη Φυσική δεν υπάρχει πλέον μια διαχωριστική γραμμή μεταξύ ύλης και χώρου, αφού κάτι τέτοιο θα αντιστρατευόταν την αρχή της αβεβαιότητας. Αυτό σημαίνει ότι στο πλαίσιο της σύγχρονης επιστημονικής σκέψης έχει καταργηθεί η έννοια του κλασικού «ορίου», όσον αφορά την οντότητα ενός υλικού σωματιδίου. Τώρα πλέον ένα υλικό σωματίδιο δεν περιορίζεται στα «όρια» κάποιων υποθετικών διαστάσεών του, αλλά εξελίσσεται εν δυνάμει παντού μέσα σ' έναν ευρύτερο χώρο δράσης.*

Όπως αναφέρει και ο καθηγητής του Πανεπιστημίου της Κύπρου Σ. Θεοδωράκης στο βιβλίο του *Το κενό που κοχλάζει*: *Σε κάθε σωματίδιο αντιστοιχεί μια κυματοσυνάρτηση, το τετράγωνο της οποίας δίνει την πιθανότητα να βρίσκεται το σωματίδιο σε κάποια συγκεκριμένη θέση. Αυτή η κυματοσυνάρτηση είναι συνάρτηση του χώρου και λαμβάνει τιμές σε όλα τα σημεία του χώρου. Υπάρχει πιθανότητα να βρούμε το σωματίδιο σε διάφορες περιοχές όταν μετρήσουμε την θέση του. Θα μπορούσε κανείς να πει πως η ύπαρξη του σωματιδίου απλώνεται στον χώρο, πως το σωματίδιο υπάρχει δυνάμει παντού, ώσπου η μέτρηση να συμπυκνώσει στιγμιαία όλο αυτό το νέφος πιθανοτήτων σε κάποιο σημείο. Ένα κβαντικό σωματίδιο λοιπόν δεν μπορεί να είναι εντοπισμένο σε ένα σημείο»* (Εκδόσεις Διάυλος, Αθήνα 1999).

Ομοίως, η σημερινή επιστημονική σκέψη αποδέχεται ότι το κενό δεν είναι άδειο, αλλά πλήρες βαρυτικής ενέργειας, η οποία *αντιστοιχεί* (!) σε κάποια συγκεκριμένη ποσότητα μάζας.

Ειδικότερα, σύμφωνα με την αρχή της αβεβαιότητας, δεν είναι δυνατόν να υπολογιστεί με ακρίβεια το συνολικό ποσό ενέργειας το οποίο καταλαμβάνει για κάποιο χρονικό διάστημα Δt έναν χώρο δεδομένης έκτασης. Αυτό σημαίνει ότι ο θεωρούμενος «κενός» χώρος δεν μπορεί να είναι «λογιστικά» μηδενικής ενέργειας, εφόσον ο προσδιορισμός κάποιας συγκεκριμένης τιμής, όπως η μηδενική, αντιβαίνει στην αρχή της αβεβαιότητας. Με τον τρόπο αυτό το κενό μπορεί να οριστεί πλέον ως ο χώρος, όχι μηδενικής, αλλά ελάχιστης ενέργειας για δεδομένες συννοριακές τιμές. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται *ενέργεια του κενού*.

Η ενέργεια λοιπόν, στο πλαίσιο οιαδήποτε κενού χώρου, δεν μπορεί να είναι διαρκώς ίση με το μηδέν. Κάτι τέτοιο θα σήμαινε ότι η τιμή της αβεβαιότητάς της θα ήταν μηδέν, γεγονός όμως το οποίο, σύμφωνα με την *αρχή της αβεβαιότητας*, θα σήμαινε ότι ο χρόνος μέτρησης της ενέργειας αυτής θα ήταν άπειρος. Η ενέργεια λοιπόν μπορεί να μεταβληθεί αυθόρμητα και απρόβλεπτα κατά τη διάρκεια του χρόνου μέτρησης. Ειδικότερα, όσο πιο μικρό είναι το χρονικό διάστημα παρατήρησης, τόσο μεγαλύτερες είναι οι κβαντικές διακυμάνσεις της ενέργειας. Αυτό σημαίνει ότι μετρείται πάντα μια μη μηδενική ενέργεια σε κάθε χρονική στιγμή t , η οποία ονομάζεται *ενέργεια μηδενικού σημείου*. Η ενέργεια αυτή σχετίζεται με τη δημιουργία στιγμιαία δημιουργούμενων σωματιδίων, τα οποία ονομάζουμε *εικονικά σωματίδια*, και γεμίζουν ολόκληρο τον κενό χώρο αφήνοντας εμφανή ίχνη των δραστηριοτήτων τους.

Εικονικά σωματίδια

Η αβεβαιότητα που διέπει τη σχέση μεταξύ υπάρχουσας ενέργειας και χρόνου παρατήρησης, σε έναν δεδομένο χώρο, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ένα πραγματικό σωματίδιο μπορεί να είναι το αίτιο δημιουργίας κάποιων άλλων βραχύβιων σωματιδίων τα οποία ονομάζουμε *εικονικά σωματίδια*. Αυτό σημαίνει ότι από το «τίποτα», δηλαδή το κενό της κλασικής Φυσικής, παράγεται μια φευγαλέα μορφή και ποσότητα υλοενέργειας, η οποία δεν αποτελεί παρά μια διακύμανση* του κενού και ονομάζεται *εικονική ύλη*. Τα εικονικά αυτά σωματίδια δεν παρουσιάζουν την ίδια «μάζα» με τα αντίστοιχα πραγματικά και μπορούν να παρατηρηθούν μόνο έμμεσα.

* Στη σύγχρονη Φυσική μια κβαντική διακύμανση (ανάπαυση) του κενού μπορεί να δημιουργήσει ένα νέο Σύμπαν.

Έτσι, για παράδειγμα, ένα φωτόνιο μπορεί να μετασχηματιστεί σε ένα εικονικό ηλεκτρόνιο και ένα εικονικό ποζιτρόνιο. Τα εικονικά αυτά σωματίδια με την πάροδο ελαχιστότατου χρόνου επανασυνδέονται, σχηματίζοντας πάλι ένα φωτόνιο. Όπως αναφέρει και ο καθηγητής Σ. Θεοδωράκης (1999): «...*Το κενό στη σύγχρονη Φυσική είναι*

λοιπόν ένα κενό που κοχλάζει, γεμάτο από διακυμάνσεις πεδίων, μια σούπα από εικονικά σωματίδια που γεννιούνται και πεθαίνουν διαρκώς... Το κενό στη σύγχρονη Φυσική είναι λοιπόν δυναμικό, έχει πολύπλοκη δομή και αλληλεπιδρά με τα περιεχόμενα και το περίβλημά τους. Είναι μια εξελισσόμενη οντότητα, πολύ διαφορετική από την κλασική εικόνα του κενού, από το στατικό και άδειο κενό των λεζικών».

Μια ενδιαφέρουσα εφαρμογή των εικονικών σωματιδίων είναι και η ερμηνεία των αιτίων των διαφόρων αλληλεπιδράσεων (κβαντικών δυνάμεων). Σήμερα πλέον θεωρούμε ότι οι κβαντικές συμπαντικές δυνάμεις δεν αποτελούν παρά το αποτέλεσμα ανταλλαγής εικονικών σωματιδίων μεταξύ πραγματικών σωματιδίων.

Η μάζα των εικονικών σωματιδίων

Στην κβαντική φυσική θεωρία, τα στοιχειώδη σωματίδια παρουσιάζουν εγγενείς κυματικές ιδιότητες. Το γεγονός αυτό μας αναγκάζει να δεχτούμε την εν δυνάμει πιθανή παρουσία τους, σε κάποιες περιπτώσεις, σε κλασικά απαγορευμένες ενεργειακά περιοχές. Το κβαντικό αυτό φαινόμενο ονομάζεται «φαινόμενο σήραγγας» και σημαίνει ότι ένα σωματίδιο έχει τη δυνατότητα να διαπεράσει ένα φράγμα χωρίς να το υπερπηδήσει. Απλώς απλώνεται δυνάμει παντού με αποτέλεσμα η πιθανότητα, μικρή ή μεγάλη, να εμφανίζεται οπουδήποτε κατά τη διάρκεια της μέτρησης της θέσης του.

Σ' αυτές τις ενεργειακά απαγορευμένες περιοχές, μπορούν να εξελίσσονται τα εικονικά σωματίδια. Συνεπώς η μάζα ενός εικονικού σωματιδίου μπορεί να είναι οποιαδήποτε, αρκεί να διατηρείται η συνολική ενέργεια κατά τη διάρκεια των αλληλεπιδράσεων στις οποίες λαμβάνει μέρος. Αυτό βεβαίως δεν σημαίνει ότι οι τιμές των αυξομειώσεων μεταξύ μάζας και ενέργειας μπορούν να είναι συγχρόνως αυθαίρετες, αλλά και εξαρτώμενες από τη χρονική διάρκεια της παρατήρησης. Κάτι τέτοιο σαφώς θα ήταν αντινομικό. Αυτό που προκύπτει είναι ότι ο χρόνος ζωής ενός εικονικού σωματιδίου είναι τόσο μεγαλύτερος όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά της μάζας μεταξύ εικονικού και αντίστοιχου πραγματικού σωματιδίου.

Παραδείγματα δημιουργίας πραγματικών σωματιδίων από το κενό

Ένα ενδιαφέρον γεγονός είναι ότι σε περιοχές ανάπτυξης ισχυρότατων ηλεκτρικών πεδίων, η κατάσταση «κενού» εκφράζεται από την παρουσία πραγματικών ηλεκτρονίων και όχι από την απουσία σωματιδίων. Ομοίως η «κενή» περιοχή γύρω από έναν υπερβαρύ πυρήνα δεν μπορεί να είναι ποτέ άδεια, αφού είναι αδύνατον να την αδειάσουμε. Αυτό συμβαίνει επειδή, αν απομακρύνουμε κάποιο ηλεκτρόνιο που βρίσκεται μέσα σε αυτήν, θα δημιουργηθεί αμέσως, από το αισθητό τίποτα, ένα νέο ηλεκτρόνιο καθώς και ένα ποζιτρόνιο που θα απομακρυνθεί.

Μια άλλη περίπτωση είναι εκείνη των μελανών οπών. Στην περίπτωση αυτή από το κενό μπορούν να σχηματίζονται ζεύγη εικονικών σωματιδίων και αντισωματιδίων, τα οποία μέσα σε ελαχιστότατο χρόνο εξαυλώνονται. Ο Στίβεν Χόκινγκ υποστηρίζει ότι, αν στο κενό, λίγο πιο έξω από τα σύνορα μιας μελανής οπής γεννηθεί ένα ζευγάρι εικονικών σωματιδίων και το ένα πέσει μέσα σ' αυτήν, δεν θα είναι δυνατή η εξαύλωσή τους. Το «ορφανό» εικονικό σωματίδιο, όμως, μπορεί να μετατραπεί σε πραγματικό σωματίδιο και να διαφύγει ως ακτινοβολία της μελανής οπής. Το φαινόμενο αυτό ελαττώνει τη μάζα της μελανής οπής, έτσι ώστε αυτή να φαίνεται σαν να εξατμίζεται.

Η αλληλεπίδραση κενού και περιβάλλοντος

Η αίσθηση που διαμόρφωσε η κλασική Φυσική για το κενό ήταν ότι δεν μπορούσε να αλληλεπιδρά με την ύλη, ή τα όριά της, με τη λογική ότι το περιέχον δεν μπορεί να συσχετίζεται με το περιεχόμενο.

Η σύγχρονη άποψη διαφοροποιείται ριζικά από αυτές τις απλουστεύσεις. Το φυσικά

υπαρκτό «κενό που κοχλάζει», αλληλεπιδρά δυναμικά και ουσιαστικά με το περιεχόμενο. Με τον τρόπο αυτό οι ιδιότητές του επηρεάζονται από το περιεχόμενο, αλλά και το επηρεάζουν. Η άποψη ότι είναι δυνατή η αλληλεπίδραση κενού και ύλης έγινε αποδεκτή εφόσον έχει οδηγήσει σε προβλέψεις πειραματικά επαληθεύσιμες.

Όπως αναφέρει και ο καθηγητής Σ. Θεοδωράκης: «...Ο κενός χώρος αλληλεπιδρά άμεσα με το περιβάλλον του, όπως στη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας η παρουσία μαζών, καθορίζει την καμπυλότητα του κενού χώρου. Σε αυτό το κενό τα όντα πεθαίνουν και αναγεννώνται μέσα από ένα έξυπνο και διακριτικό παιχνίδι διπλασιασμού προσώπων και πραγμάτων».

Το κενό και η έννοια της οπής. Το θετικό κενό

Κύριο χαρακτηριστικό μιας οπής είναι η επιφάνειά της, ενώ πάντα πρέπει να βρίσκεται μέσα σε κάτι. Την ύπαρξη οπών την αντιλαμβανόμαστε μόνο από τα δευτερογενή φαινόμενα που δημιουργούν στο περιβάλλον τους. Αυτό σημαίνει ότι είναι στενά εξαρτημένες από το κάτι που τις φιλοξενεί και δεν μπορούν να υπάρξουν έξω από αυτό. Τις οπές μπορούμε να τις αντιληφθούμε ως:

1. Τα πιο απομακρυσμένα σημεία έξω ακριβώς από τις επιφάνειες των σωμάτων που τις περιέχουν
2. Τα ακρότατα υλικά τμήματα του σώματος που τις περιέχει.
3. Τα άυλα σώματα, τα τοποθετημένα στις επιφάνειες υλικών σωμάτων.

Αυτό που θα πρέπει να σημειωθεί είναι ότι μια οπή είναι φτιαγμένη από χώρο, έτσι ώστε ο χώρος να είναι γι' αυτήν ό,τι η ύλη για τα σώματα. Σημειώνουμε ότι σε αντίθεση με αυτό που συμβαίνει σε οποιοδήποτε απλό τμήμα του χώρου, οι οπές δεν ταυτίζονται με κάποια συγκεκριμένη περιοχή ούτε και με ορισμένες συντεταγμένες.

Εκτός των προηγούμενων η Φυσική, πολλές φορές, θεωρεί την έννοια της οπής, νοούμενης ως απουσίας, ως ισοδύναμη της παρουσίας ενός σωματιδίου. Έχουμε ήδη αναφέρει προηγουμένως ότι πως η απουσία ενός ηλεκτρονίου μπορεί να ταυτιστεί με την παρουσία ενός ποζιτρονίου, όπως, απέδειξε ο νομπελίστας Πολ Ντιράκ.

Σύμφωνα με τον καθηγητή Σ. Θεοδωράκη (1999): «...Μια πολύ κομψή εφαρμογή της φυσικής υπόστασης που μπορεί να έχει μια απουσία, είναι η πρόσφατη ιδέα των άδειων κυμάτων. Στην παραδοσιακή Κβαντική Φυσική ένα σύστημα συμπεριφέρεται κάποτε σαν σωματίδιο και κάποτε σαν κύμα. Μια αιρετική όμως εκδοχή, προταθείσα από τον φυσικό Ντέιβιντ Μπομ, πρεσβεύει ότι κάθε σωματίδιο συνοδεύεται από ένα κύμα, τόσο πραγματικό όσο και το σωματίδιο. Όταν το σωματίδιο φτάσει σε μια διχάλα επιλογών και πάρει το ένα μονοπάτι, το κύμα χωρίζεται στα δύο και προχωρεί και στα δύο μονοπάτια. Το κύμα εκείνο που ακολουθεί το μονοπάτι που δεν πήρε το σωματίδιο λέγεται άδειο κύμα και είναι ουσιαστικά ένα θετικό κενό».

Το επιταχυνόμενο κενό

Μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση αφορά το κενό κάποιου πεδίου, δηλαδή την κατάσταση ελάχιστης ενέργειάς του και την εξάρτησή του από την επιτάχυνσή του.

Για έναν ακίνητο, σε σχέση με αυτό παρατηρητή, δεν υπάρχουν πραγματικά σωματίδια τα οποία να αντιστοιχούν σε αυτό. Ένας παρατηρητής όμως που κινείται με σταθερή επιτάχυνση ως προς αυτό, θα παρατηρήσει πραγματικά σωματίδια μέσα στον παρατηρούμενο κενό χώρο. Αυτό σημαίνει ότι η έννοια του κενού είναι σχετική, και για έναν επιταχυνόμενο παρατηρητή οι κβαντικές διακυμάνσεις του κενού μετασχηματίζονται σε πραγματικές θερμικές διακυμάνσεις. Έτσι τα εικονικά σωματίδια μετατρέπονται σε πραγματικά. Αυτό συμβαίνει επειδή, αν δεν υπάρχει επιτάχυνση, υπάρχει μια ισορροπία μεταξύ των ακτινοβολιών που ανταλλάσσονται μεταξύ κενού και σωματιδίου. Με την επιτάχυνση η ισορροπία αυτή διαταράσσεται, με άμεσο αποτέλεσμα

να υπάρξει απορρόφηση ακτινοβολίας από το κενό.

Το ψευδοκενό

Έχουμε ήδη αναφέρει ότι το λεγόμενο *αληθινό κενό* αποτελεί στην ουσία μια κατάσταση ελάχιστης ενέργειας. Πολλές φορές το κενό διεγείρεται και σ' αυτήν τη διεγερμένη κατάσταση μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Την κατάσταση αυτή ονομάζουμε *ψευδοκενό*. Το ψευδοκενό έχει την τάση, εντελώς αυθόρμητα, να τείνει να επανέλθει συνεχώς στην κατάσταση του *αληθινού κενού* σχηματίζοντας μέσα του φυσαλίδες πραγματικού κενού.

Οι φυσαλίδες αυτές, των οποίων γενεσιουργό αίτιο μπορεί να είναι μια απλή κβαντική διακύμανση, διευρύνονται ταχύτατα. Το φαινόμενο αυτό αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο όλων των πληθωριστικών μοντέλων δημιουργίας του Σύμπαντος. Τα μοντέλα αυτά υποθέτουν ότι το Σύμπαν στα πρώτα του στάδια βρισκόταν σε μια διεγερμένη κατάσταση κενού και πως η ταχύτατη διόγκωσή του οφείλεται σε μια ξαφνική αποδιέγερσή του.

Ειδικότερα, το μοντέλο του Λίντε υποστηρίζει πως το Σύμπαν μας δεν είναι παρά μία φυσαλίδα σε έναν τεράστιο χαοτικό αφρό διαρκώς αναπαραγόμενων Συμπάντων.

Αυτό που θα πρέπει να σημειώσουμε είναι ότι η συνολική ενέργεια που φέρουν τα εικονικά σωματίδια του κενού θα είχε τη δυνατότητα να ασκήσει μια αντιβαρυντική δύναμη που θα είχε την ικανότητα να ενεργεί ακόμα και κατά την απόλυτη απουσία ύλης και ακτινοβολίας. Η ενέργεια αυτή θα μπορούσε να ταυτιστεί, σε μακροσκοπική κλίμακα, με την έννοια της «κοσμολογικής σταθεράς». Τη σταθερά αυτή την είχε προσθέσει στις εξισώσεις του ο Αϊνστάιν για να αντισταθμίσει τη διαστολή του Σύμπαντος προκειμένου να το κρατήσει στατικό και σταθερό.

Διακυμάνσεις του κενού

Όπως αναφέρει ο καθηγητής Kip S. Thorne στο βιβλίο του *Μαύρες Τρύπες και στρεβλώσεις του χρόνου* (Εκδόσεις Κάτοπτρο, Αθήνα 1999):

«Οι διακυμάνσεις κενού αποτελούν για τα ηλεκτρομαγνητικά και τα βαρυντικά κύματα ό,τι οι κλειστοφοβικές κινήσεις εκφυλισμού για τα ηλεκτρόνια.

Θυμηθείτε ότι αν περιορίσουμε ένα ηλεκτρόνιο σε μια μικρή περιοχή του χώρου, τότε, όσο και αν προσπαθήσουμε να το ακινητοποιήσουμε, οι νόμοι της κβαντικής φυσικής θα το αναγκάσουν να κινείται με τυχαίο και απρόβλεπτο τρόπο. Αυτή η εκφυλισμένη κίνηση δημιουργεί την πίεση με την οποία οι λευκοί νάνοι υποβαστάζουν το ίδιο τους το βάρος.

Ομοίως, αν κάποιος προσπαθήσει να απαλείψει όλες τις ηλεκτρομαγνητικές ή τις βαρυντικές ταλαντώσεις από μια περιοχή του χώρου, ουδέποτε θα τα καταφέρει. Σύμφωνα με τους νόμους της κβαντικής μηχανικής, θα παραμένουν πάντοτε κάποιες τυχαίες και απρόβλεπτες ταλαντώσεις, δηλαδή κάποια τυχαία και απρόβλεπτα ηλεκτρομαγνητικά και βαρυντικά κύματα. Τα κύματα αυτά είναι οι διακυμάνσεις κενού (κατά τον Zeldovich) που υποχρεώνουν μια περιστρεφόμενη μαύρη τρύπα να ακτινοβολεί.

Οι εν λόγω διακυμάνσεις κενού δεν εξαφανίζονται αν αφαιρέσουμε την ενέργειά τους, διότι κατά μέσον όρο δεν περιέχουν καθόλου ενέργεια. Σε κάποια σημεία, κάποιες χρονικές στιγμές έχουν θετική ενέργεια την οποία δανείστηκαν από άλλα σημεία, τα οποία έτσι έχουν αποκτήσει αρνητική ενέργεια.

Οι νόμοι της φυσικής αναγκάζουν τις περιοχές αρνητικής ενέργειας να απορροφήσουν γρήγορα ενέργεια από τις γειτονικές τους περιοχές θετικής ενέργειας, επαναφέροντας το ενεργειακό τους ισοζύγιο στο μηδέν, ή σε θετικό επίπεδο. Αυτή η συνεχής τυχαία διαδικασία δανεισμού και επιστροφής ενέργειας αποτελεί το μηχανισμό που προκαλεί τις διακυμάνσεις του κενού.

Όπως οι κινήσεις εκφυλισμού ενός ηλεκτρονίου γίνονται εντονότερες όταν το ηλεκτρόνιο περιορίζεται σε μικρότερο χώρο, έτσι και οι διακυμάνσεις κενού των ηλεκτρομαγνητικών

και των βαρυτικών κυμάτων είναι εντονότερες σε μικρές περιοχές, παρά σε μεγάλες, δηλαδή για μικρά μήκη κύματος παρά για μεγάλα.
Σε αντίθεση με τις ηλεκτρομαγνητικές διακυμάνσεις κενού, οι βαρυτικές διακυμάνσεις δεν έχουν παρατηρηθεί πειραματικά».

Τάο και Κενό

Αυτό το οποίο κεντρίζει το ενδιαφέρον μας είναι ότι με τη σύγχρονη άποψη περί κενού συμφωνεί η κινεζική φιλοσοφική σκέψη η οποία το ταυτίζει με την έννοια του «Τάο».

Έτσι διαβάζουμε στο βιβλίο *Τάο Ι Τσι* που αποδίδεται στον φιλόσοφο Λάο Τσε:

Άδειο δοχείο είναι το Τάο*

ποτέ με τη χρήση δε στραγγίζει

Απύθμενη πηγή των μύριων πραγμάτων

Άφαντο σαν να μη ζει

όμως, πάντα, παρόν

Άγνωστο πούθε προβάλλει

Μοιάζει προπάτορας του ουρανού

Στου τροχού τον άξονα συγκλίνουν τριάντα αχτίνες

Χρήσιμος όμως γίνεται από την κεντρική τρύπα

Πλάσε κανάτι με πηλό

Χρήσιμο γίνεται από τον άδειο χώρο μέσα του

Χτίσε δώμα, άνοιξε παράθυρα και πόρτες,

κατοικήσιμο το κάνουν τα κενά.

Το όφελος έρχεται, λοιπόν, από τούτο που υπάρχει

Το χρήσιμο είναι εκείνο που λείπει

Το Τάο κυματίζει κυκλικά

απλώνεται τόσο αριστερά όσο και δεξιά

Από αυτό εξαρτώνται τα μύρια πράγματα

Τίποτα δεν κατακρατά

Σιωπηλά εκπληρώνει το σκοπό του

Δίχως απάντηση καμιά

Τρέφει τα μύρια πράγματα

Δίχως να είναι αφέντης τους

Ασκοπο, μικροσκοπικό

Σ' εκείνο επιστρέφουν τα μύρια πράγματα

κι όμως δεν είναι αφέντης τους

Είναι πολύ μεγάλο

Αρρητο ζει το Τάο αιώνια σε απραξία

κι όμως εκείνο δημιουργεί τα πάντα

το Τάο κινείται επαναστρέφοντας.

Ο τρόπος του Τάο είναι ενδοτικός

Τα μύρια πράγματα γεννιούνται από το είναι

Το είναι γεννιέται από το δεν είναι.

(Το Τάο) δεν φαίνεται, είναι λεπτό, πέρα από σχήμα

Δεν ακούγεται, είναι αραιό, πέρα από ήχο.

Δεν κρατιέται, είναι άπιαστο, γαλήνιο, παντού.

* Αντικαταστήστε στο κείμενο τον όρο «Τάο» με τον όρο «κενό». Το αποτέλεσμα εκπλήσσει

Βιβλιογραφία:

1. Μάνος Δανέζης και Στράτος Θεοδοσίου: «Η Κοσμολογία της Νόησης - Εισαγωγή στην Κοσμολογία», Εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα 2003.
2. [Danezis, E.](#) Theodossiou E., Manimanis V., Grammenos Th., Stathopoulou M., *The Cosmological views of Democritous and modern physics*. JENAM 2000, May 29-June 3, 2000 Moscow, Russia.
3. [Danezis E.](#) Theodossiou E., Manimanis B., Grammenos Th., Stathopoulou M. *The cosmological views of Democrituw and modern physics*. The Greek Australian on line magazine, Monday, February 21, 2000.
4. <http://hpme.vicnet.net.au/-greekaus/science.html>