

Εν αρχή ην το μηδέν

Πώς οι επιστήμονες ερευνούν το κενό

Γιώργος Ζαρκαδάκης

Φανταστείτε έναν βράχο να στέκεται επί αιώνες στην άκρη ενός γκρεμού. Τι κάνει ο βράχος εκεί πάνω; Τίποτα, θα μου πείτε. Όχι ακριβώς. Σκεφτείτε ότι ο βράχος, μαζί με τη Γη, περιστρέφεται με ταχύτητα 28,9 χιλιομέτρων ανά δευτερόλεπτο γύρω από τον Ήλιο και μαζί με τον Ήλιο και τους πλανήτες γύρω από το κέντρο ενός πελώριου γαλαξία, σε ένα σμήνος γαλαξιών ενός ασύλληπτου σε έκταση και δυναμισμό σύμπαντος. Φανταστείτε τώρα έναν σεισμό, όχι μεγάλο, αρκετό όμως για να κουνήσει τον βράχο από τη φαινομενική ακινησία που τον κατείχε επί αιώνες και να τον σπρώξει πέρα από την άκρη. Ο βράχος πέφτει, συγκρούεται με άλλους βράχους, δημιουργείται κατολίσθηση και χαλασμός Κυρίου. Τι είναι λοιπόν το «τίποτα», αν όχι μια αυταπάτη; Υπάρχει το «τίποτα» ή όχι; Ή μήπως το «τίποτα» είναι πάντα το «κάτι» που περιμένει να συμβεί; Αντικαταστήσατε τώρα τον βράχο με μια ατομική βόμβα ή μια λευκή σελίδα χαρτιού μπροστά στα μάτια ενός Ντοστογιέφσκι ή ακόμα με την απουσία της αγάπης και εύκολα θα καταλάβετε γιατί οι φιλόσοφοι της αρχαιότητας έσπαγαν συχνά το κεφάλι τους αναρωτώμενοι περί της φύσης του μηδενός

Μηδέν άγαν

Ας πάρουμε λοιπόν μια τρύπα. Τι είναι μια τρύπα; Ένα αντικείμενο ή η απουσία ενός αντικείμενου; Στο διάστημα υπάρχουν τρύπες, οι λεγόμενες μαύρες τρύπες, που είναι όντως αντικείμενα, ωστόσο μπορούν να θεωρηθούν και ως «απουσία χωροχρόνου». Οι νόμοι της φυσικής παύουν να ισχύουν εκεί. Έτσι και σε ρουφήξουν μέσα τους, χάθηκες. Στους επιταχυντήρες σωματιδίων τα θετικά φορτισμένα ποζιτρόνια θεωρούνται ως μαθηματικά σημεία εκεί όπου απουσιάζουν τα αντίθετά τους, τα αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια. Έτσι και εμφανιστεί ένα ηλεκτρόνιο και πάει να μπει στην «κενή» θέση του, αλληλοκαταστρέφεται με το αντίθετό του. Αυτή είναι η λεγόμενη αντίδραση ύλης και αντι-ύλης.

Ίσως να φαίνονταν συναρπαστικά όλα αυτά στον Δημόκριτο, αν ζούσε σήμερα. Δεν θα του φαίνονταν ωστόσο άγνωστα, αφού εκείνος πρώτος συνέλαβε όχι μόνον την ιδέα του α-τόμου, αλλά και την ιδέα του κενού, μια πρωτοποριακή έννοια για τα δεδομένα της εποχής του, αλλά και του πολιτισμού του. Μαζί με τον Λεύκιππο λοιπόν, και ύστερα από αρκετά ποτηράκια του εξαιρετικού κρασιού που μαζί με τους φιλοσόφους έκανε διάσημη τη Μίλητο, συμπέραναν ότι το σύμπαν αποτελείται από ά-τομα που κινούνται στο κενό.

Αδύνατον, τους απάντησε ο Παρμενίδης από την Ελέα της Κάτω Ιταλίας. Το κενό υπονοεί το τίποτα και αν δυο ά-τομα χωρίζονταν από το τίποτα δεν θα χωρίζονταν καθόλου, με αποτέλεσμα να ακουμπούν το ένα πάνω στο άλλο. Άρα, ο χώρος δεν μπορεί να υπάρξει αν δεν είναι γεμάτος από «κάτι», μια ουσία που αργότερα ονομάστηκε «αιθέρας».

Ήταν τέτοια η απέχθεια των αρχαίων Ελλήνων για το τίποτα και το μηδέν, που χρειάστηκε να βρεθεί ένας εξαιρετικά πολυμήχανος τύπος, ο Οδυσσέας, για να βρει κάποια χρησιμότητα γι' αυτό: το τέλειο άλλοθι. Έχοντας πείσει τον Πολύφημο ότι το όνομά του ήταν Κανένας, δραπετεύει με τους συντρόφους του. Καθώς ο οργισμένος κύκλωπας αναζητά τον άνθρωπο που τον τύφλωσε, τον ρωτούν ποιος το έκανε και εκείνος απαντά: «Ο Κανένας!». Τρέχα γύρευε δηλαδή.

Το μηδέν ως κάτι

Ωσπου το μηδέν ανακαλύφθηκε. Από ποιους, δεν ξέρουμε ακριβώς. Ίσως ήταν οι Μάγιας, οι Άραβες ή οι Ινδοί ή και οι τρεις, που το πήραν πρώτοι στα σοβαρά και το σημείωσαν σαν «κάτι». Για τους Έλληνες μαθηματικούς, τον Ευκλείδη, τον Πυθαγόρα, το μηδέν δεν είχε ύπαρξη και άρα δεν υπήρχε σημάδι, αριθμός, σύμβολο, που να το καθορίζει. Στην Ευρώπη έφερε το μηδέν ένας Ιταλός, ο Λεονάρντο Πισάνο, δασκαλαμένος από Άραβες μαθηματικούς. Το καλλιτεχνικό του ήταν Φιμπονάτσι και το 1202 αντικατέστησε το δύστροπο λατινικό σύστημα αρίθμησης με το αραβικό που έχουμε μέχρι σήμερα.

Αλλά, ακόμα και τότε, ο Φιμπονάτσι, θεωρούσε τα νούμερα από το 1 έως το 9 ως «αριθμούς», ενώ το 0 το αποκαλούσε «σημείο», ένας μαθηματικός ρατσισμός αδιανόητος στις μέρες μας που ο μισός, κυριολεκτικά, πολιτισμός μας είναι φτιαγμένος από μηδενικά. Σκεφτείτε τα άπειρα μπιτ των ηλεκτρονικών υπολογιστών, τα οποία κινούν την παγκόσμια οικονομία, που δεν είναι τίποτα άλλο από ατέλειωτες σειρές άσσων και μηδενικών. Και το μηδέν, όπως γνωρίζετε, είναι αχόρταγο, ένας μαθηματικός πλεονέκτης που τα θέλει όλα και όλα τα καταστρέφει. Πολλαπλασιάστε όποιο νούμερο θέλετε με το μηδέν και θα πάρετε αποτέλεσμα μηδέν. Διαιρέστε το με το μηδέν και θα λάβετε το άπειρο. Προσθέστε του κάτι και εκείνο θα αδιαφορήσει και θα σας αφήσει να μυρίζετε τα νύχια σας για το πού εξαφανίστηκε τόσο μυστηριωδώς.

Δεν είναι πάντα έτσι, όμως. Πολλές φορές το μηδέν, διά της απουσίας του, μπορεί να δημιουργήσει πλήθος προβλημάτων. Θα θυμάστε πέρυσι τη σύγχυση που κατέλαβε τους διοργανωτές των πάρτι της «χιλιετίας». Πότε άρχιζε η δεύτερη χιλιετία; Το 2000 ή το 2001; Εξαρτάται από το πότε γεννήθηκε ο Χριστός. Το έτος 1 ή το έτος 0; Όταν φτιάχτηκε το ημερολόγιο που χρησιμοποιούμε μέχρι σήμερα δεν υπήρχε μηδέν. Άρα, ο Χριστός στη γέννησή του ήταν ήδη 1 έτους και άρα κερδίζει το έτος 2000 ως το πρώτο έτος της νέας χιλιετίας. Αν όμως πάρουμε σοβαρά το μηδέν, τότε η πρώτη χρονιά του 21ου αιώνα είναι αναμφίβολα το έτος 2001!

Το μηδέν του μυαλού

Ο ανθρώπινος νους, όπως και η φύση, μισεί το τίποτα και προσπαθεί πάντα να το γεμίσει με κάτι. Ο μακαρίτης Douglas Adams, στην τριλογία του «Οδηγός για οτοστόπ στον Γαλαξία» (The hitch-hiker's guide to the galaxy), περιγράφει μια επαναστατική τεχνολογία, μέσω της οποίας κάποιοι εξωγήινοι κατορθώνουν να κάνουν τα διαστημόπλοιά τους αόρατα: τα καλύπτουν με ένα πεδίο SEP, από τα αρχικά των λέξεων Somebody Else's Problem (Το πρόβλημα κάποιου άλλου). Μερικές φορές, βέβαια, ο νους «εξαφανίζει» πράγματα που υπάρχουν.

Η όραση «εξαφανίζει» από το οπτικό μας πεδίο τη μύτη μας, επειδή ο εγκέφαλος την θεωρεί άνευ σημασίας. Οι νευρολόγοι έχουν αποδείξει ότι βλέπουμε μόνον ό,τι αλλάζει. Οτιδήποτε μένει σταθερό απλά δεν το βλέπουμε, ωστόσο ο εγκέφαλός μας το «συνθέτει», δίνοντάς μας την εντύπωση ότι υπάρχει. Δεν είναι λοιπόν καθόλου τυχαίο που οι μύστες του Ζεν και όχι μόνον θεωρούν τον νου ως το κατεξοχήν εμπόδιο στην πραγματική αντίληψη του κόσμου. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούν τον διαλογισμό, του οποίου υπέρτατος σκοπός είναι να ενωθούμε με το παν, που δεν είναι τίποτα άλλο ναι, το μαντέψατε από το κενό.

Η απουσία των πραγμάτων, αλλά και των προσώπων, μας κινεί την περιέργεια.

Επιστρέφουμε στο σπίτι, και φωνάζουμε «αγάπη μου ήρθα!» περιμένοντας απάντηση, η οποία όταν δεν έρθει μας βάζει πάντα σε υποψίες. Αντικείμενα εξαφανίζονται και ψάχνουμε μια λογική αιτία, συνήθως έναν κλέφτη. Ο διάσημος νευρολόγος Oliver Sacks περιγράφει μια προσωπική του εμπειρία όταν, κυνηγημένος από έναν ταύρο (!), έπεσε και έσπασε το πόδι του. Του συνέβη τότε, καθώς το πόδι του βρισκόταν τυλιγμένο στον γύψο για ημέρες, να νιώσει ότι δεν είχε πόδι! Το πόδι του είχε «εξαφανιστεί», υπήρχε μια τρύπα στη συνείδησή του, όπως στην περίπτωση της αμνησίας.

Δεν χρειάζεται όμως κανείς να νοσήσει για να εκτιμήσει την αντιπαλότητα ανάμεσα στο τίποτα και στον νου. Η επιστήμη είναι μια πνευματική περιπέτεια του νου, καθώς προσπαθεί να γεμίσει τα κενά ή τα υποθετικά ράφια σε ένα κοσμικό γραφείο αναζήτησης χαμένων αντικειμένων και ιδεών. Οι βιολόγοι μελετούν χαμένους κρίκους στην εξέλιξη, χαμένα κλαδιά στα γενεαλογικά δέντρα των ειδών, χαμένα απολιθωμένα κόκκαλα, ουρές, σαγόνια. Οι χημικοί ανακάλυψαν πολλά χημικά στοιχεία, επειδή «έλειπαν» από τον περιοδικό πίνακα και άρα έπρεπε να «υπάρχουν». Και οι φυσικοί, όπως θα δούμε σε λίγο, δεν κάνουν τίποτα άλλο παρά να αναζητούν το κενό στις διάφορες εκφάνσεις του. Για παράδειγμα, τα σωματίδια που ονομάζονται νετρίνα και για τα οποία ειδική μέριμνα έχει ληφθεί στα βάθη της θάλασσας έξω από την Πύλο. Εκεί, ένας τεράστιος ανιχνευτής αναζητά ίχνη από αυτά τα μυστηριώδη, μικρά και τιποτένια, σημεία στον χωροχρόνο. Ή τα «γκραβιτόνια», σωματίδια που υποτίθεται ότι μεταφέρουν τη δύναμη της βαρύτητας και προβλέπονται από τη θεωρία, ωστόσο παραμένουν άφαντα έως σήμερα.

Το μηδέν του παντός

Ο βασιλιάς Δηρ, σε μια τραγική στιγμή βαθιάς ενδοσκόπησης, μονολογεί: «Τίποτα δεν μπορεί να φτιαχτεί από το τίποτα». Δυστυχώς, η σοφία και η κοινή λογική του Σαίξπηρ έρχονται σε ευθεία σύγκρουση με τη σύγχρονη θεώρηση της φυσικής περί δημιουργίας του σύμπαντος. Ε, λοιπόν ναι, όχι μόνο κάτι, αλλά το «πάνν», το «συν-πανν» έχει προέλθει ακριβώς από το «τίποτα»! Μόνο που το τίποτα της φυσικής είναι ένα περίεργο τίποτα, πολύ ιδιότροπο και κυρίως... εκρηκτικό! Έχει δηλαδή όλα τα καπρίτσια του μηδενός, αυτό το μηδέν του παντός. Σύμφωνα λοιπόν με την επικρατούσα κβαντική θεωρία πεδίων, ο κενός χώρος είναι γεμάτος από ηλεκτρόνια και πρωτόνια, τα οποία εμφανίζονται από το πουθενά και εξαφανίζονται σχεδόν αμέσως. Είναι τα λεγόμενα «πλασματικά σωματίδια». Κι όμως, η επενέργειά τους είναι αληθινή όπως και των πραγματικών.

Αν βάλουμε δύο καθρέφτες τον έναν απέναντι στον άλλον μέσα σε απόλυτο κενό και τους φέρουμε αρκετά κοντά, θα εμφανιστεί μια μικρή ελκτική δύναμη ανάμεσά τους, η «ενέργεια του κενού». Το κβαντικό λοιπόν κενό μοιάζει με τον αρχαίο αιθέρα, υπάρχει αλλά δεν εμποδίζει, είναι τίποτα αλλά όχι μηδέν. Κάπως έτσι λοιπόν, λένε, ξεκίνησαν όλα. Το αρχικό τίποτα διαταράχθηκε τυχαία και φούσκωσε από μέσα του ο χωροχρόνος. Το νεογέννητο τότε σύμπαν, στο εκπληκτικό εκείνο μικροκλάσμα του δευτερολέπτου, είχε μέγεθος μικρότερο από ένα πρωτόνιο. Αρκετό όμως για να εμφανίσει εντός του μια εξαιρετικά περίεργη ιδιότητα, το πεδίο Higgs. Αυτό το πεδίο είναι επίσης κενό, αιθέρας, με την ιδιότητα όμως οποιαδήποτε αναταραχή του να δημιουργεί μάζα. Η έκρηξη που ακολούθησε δημιούργησε όλη την ύλη και την ενέργεια που υπάρχει σήμερα στο σύμπαν, εμένα και εσάς που με διαβάζετε.

Να λοιπόν που ο χώρος και ο χρόνος όπου ζούμε, όπου αισθανόμαστε και γράφουμε άρθρα και κάνουμε διακοπές και γκρινιάζουμε για την κίνηση στους δρόμους, φαίνεται να είναι μια ειδική διάταξη, ένα μικρό «ατύχημα», μιας βαθύτερης γενεσιουργού αιτίας που μόλις τώρα η επιστήμη έχει αρχίσει να ψηλαφεί. Η αιτία αυτή, η Δημιουργός μας, δεν μπορεί να είναι άλλη από το κενό.

Η Χρονομηχανή του κενού

Σύμφωνα με τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, η βαρύτητα διαμορφώνει την ενέργεια του κβαντικού κενού, του αιθέρα, και είναι δυνατόν να την κάνει αρνητική. Χρησιμοποιώντας αρνητική ενέργεια, ένας κοσμικός μηχανικός του μέλλοντος θα μπορούσε να κατασκευάσει μια τεχνητή «σκουληκότρυπα», όπως ονομάζονται τα θεωρητικά, μέχρι στιγμής, τούνελ στον χωροχρόνο. Ένας αστροναύτης που θα ταξιδέψει μέσα σε μία σκουληκότρυπα είναι θεωρητικά εφικτό να επιστρέψει στη βάση του πριν την αναχώρησή του. Αυτό βέβαια αποτελεί ένα σοβαρό παράδοξο, που ανησυχεί ιδιαίτερα τους φυσικούς. Διότι, αν είναι εφικτό να ταξιδέψει κανείς πίσω στον χρόνο, τότε μπορεί να σκοτώσει, ας πούμε, τον παππού του και άρα να μην υπάρξει ποτέ. Τότε, ποιος ταξίδεψε στο παρελθόν; Ο Stephen Hawking υποστηρίζει την «υπόθεση της χρονολογικής προστασίας», σύμφωνα με την οποία η φύση θα εμποδίσει, κάπως, όποιον επιχειρήσει να ταξιδέψει στο παρελθόν. Πώς όμως; Ίσως η απάντηση να βρίσκεται στη δομή του κβαντικού κενού, τον μεγάλο άγνωστο έως σήμερα.

Ο Γιώργος Ζαρκαδάκης είναι συγγραφέας