

Η πραγματική φύση του χρόνου

Από τον Ευκλείδη και τον Νεύτωνα στο χωρόχρονο και το κβαντικό Σύμπαν

Μάνος Δανέζης, Στράτος Θεοδοσίου

Επίκουροι Καθηγητές Αστροφυσικής
Πανεπιστημίου Αθηνών

Οι τεχνικές της μέτρησης του χρόνου, όπως τον αντιλαμβανόμαστε εμπειρικά, είχαν φτάσει σε υψηλό επίπεδο τελειότητας, όταν ο Αϊνστάιν (*Albert Einstein, 1879-1955*), ήρθε να σαρώσει το γαλήνιο και τακτικό σύστημα χρόνου που δόμησε ο Νεύτωνας, διατυπώνοντας την *Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας*.

Σύμφωνα μ' αυτήν ο χρόνος δεν αποτελεί πλέον μία σταθερή, ακατάπαυστα ρέουσα ουσία, αλλά ένα σχετικό μέγεθος, που η τιμή του εξαρτάται από την ταχύτητα του παρατηρητή. Ο Αϊνστάιν, επαναφέροντας σε εφαρμοσμένη μορφή, την παλαιά φιλοσοφική άποψη της αναπόσπαστης ενότητας χώρου και χρόνου και ανάγοντας, ουσιαστικά πλέον, τον χρόνο στα επίπεδα μιας τέταρτης διάστασης, αντικαθιστά τον τρισδιάστατο κόσμο που μας περιβάλλει με μια νέα τετραδιάστατη συμπαντική πραγματικότητα, αυτήν του *χωρόχρονου*. Αυτό σημαίνει ότι ο χρόνος, όπως αναδύεται από τη νέα αυτή φυσική θεωρία, έχει νόημα μόνον όταν συνδέεται με την έννοια του χώρου.

Μελετώντας τις θεωρητικές σχέσεις που περιγράφουν το νέο αυτό πρόσωπο του Σύμπαντος, παρατηρούμε το εξής εκπληκτικό: Ενώ ο «Χρόνος του Αϊνστάιν» για ταχύτητες που προσεγγίζουν ή φθάνουν θεωρητικά την ταχύτητα του φωτός είναι στην ουσία μια νέα διάσταση υποκείμενη, ανάλογα με τις συνθήκες, σε συστολές και διαστολές, για πολύ μικρές ταχύτητες, σαν αυτές που παρουσιάζονται πάνω στη Γη, ταυτίζεται με τον «Νευτώνειο Χρόνο», που —μετρούμενος σε ώρες, ημέρες, μήνες, χρόνια— διευκολύνει την καθημερινή μας ζωή. Μπορούμε, λοιπόν, να πούμε ότι το νευτώνειο σύστημα δεν είναι παρά ένας περιορισμός του σχετικιστικού μοντέλου για πολύ μικρές ταχύτητες.

Το παράδοξο, για την κοινή λογική, φαινόμενο της διαστολής, ή συστολής, του χρόνου δεν αποτελεί πλέον ένα θεωρητικό κατασκεύασμα, εφ' όσον έχει αποδειχθεί και πειραματικά. Η επαλήθευση του φαινομένου αυτού επετεύχθη κατά τη διάρκεια πειραμάτων όπου έγινε χρήση επιταχυντών σωματιδίων, όταν υπολογίστηκε ότι η διάρκεια ζωής κάποιων στοιχειωδών σωματιδίων, γνωστών ως *μιονίων*, μπορεί να επιμηκυνθεί, αν επιταχυνθούν σε πολύ υψηλές ταχύτητες.

Ίσως έχει δίκιο ο *I. Ράμπι (Βραβείο Νόμπελ Φυσικής το 1944)*, όταν διατυπώνει την άποψη ότι: «*με την ανάπτυξη της Φυσικής η έννοια του χρόνου έχει γίνει τόσο ασαφής, ώστε κανένας δεν είναι πια βέβαιος ότι ισχύει η συμμετρία των φυσικών νόμων ανάμεσα στο παρελθόν και το μέλλον*».

Πράγματι, στην εποχή μας, παρ' όλο που η εξάρτησή μας από τα ρολόγια και τα ημερολόγια αυξάνεται διαρκώς, έχει αρχίσει να θεμελιώνεται μια νέα περί χρόνου αντίληψη η οποία θα γίνει πιο κατανοητή στην ανθρώπινη λογική αν γίνουν σαφείς έννοιες αιχμής όπως του χώρου και των διαστάσεων όπως τις αντιλαμβάνονται οι σημερινές επιστήμες.

Για την κοινή ανθρώπινη λογική οι έννοιες αυτές είναι διαισθητικά κατανοητές εφ' όσον συνδέονται με την έννοια του αντιληπτού μέσω των αισθήσεων φυσικού κόσμου και της Ευκλείδειας γεωμετρίας που τον περιγράφει.

Σε αντίθεση με την κοινή διαισθητική λογική, η Αστροφυσική και ιδιαίτερα ο κλάδος της Κοσμολογίας αντιλαμβάνονται σήμερα τις έννοιες αυτές μέσω μιας νέας μαθηματικής αντίληψης, που δεν περιορίζει την έννοια του Σύμπαντος μέσα στα πλαίσια της αισθητής από τον άνθρωπο δημιουργίας. Έτσι το αισθητό και παρατηρήσιμο Σύμπαν της κοινής

ανθρώπινης λογικής δεν αποτελεί παρά μια απειροελάχιστη εκδήλωση μιας ευρύτερης συμπαντικής ενότητας που δεν μπορεί να προσεγγιστεί, παρά μόνον μέσω του ανθρώπινου νου, που πλέον παίζει το ρόλο μιας έκτης υπεραίσθησης.

Χώροι και διαστάσεις

Η έννοια του χώρου, όσον αφορά την επιστήμη, συνδέεται στενά με το σύνολο των φυσικών ιδιοτήτων του, η πειραματική επαλήθευση των οποίων τον μορφοποιεί αισθητά και ανθρωπίνως λογικά.

Η περιγραφή του χώρου μέσω των ιδιοτήτων του είναι θέμα της γεωμετρίας, και η πλέον γνωστή μορφή χώρου είναι εκείνη που περιγράφεται από την Ευκλείδεια γεωμετρία, η οποία στηρίζεται στα γνωστά αξιώματα του Ευκλείδη, που δεν είναι δυνατόν να αποδειχθούν μαθηματικά, αλλά τα δεχόμαστε σαν «αυταποδείκτως λογικά».

Εκείνο που θα πρέπει να σημειωθεί είναι ότι *η έννοια μιας γεωμετρίας δεν μπορεί να ταυτισθεί με την έννοια του χώρου και του αριθμού των διαστάσεών του*. Η γεωμετρία περιγράφει μια σειρά ιδιοτήτων του χώρου ανεξαρτήτως του αριθμού των διαστάσεών του. Έτσι π.χ. ένας χώρος —ανεξαρτήτως διαστάσεων— είναι Ευκλείδειος, αν υπακούει στα βασικά αξιώματα της Ευκλείδειας γεωμετρίας.

Εκτός όμως του γνωστού και αντιληπτού, μέσω των ανθρωπίνων αισθήσεων, Ευκλείδειου χώρου, οι μεγάλοι μαθηματικοί Lobatschewski και Riemann δόμησαν δύο μη Ευκλείδειες γεωμετρίες που περιγράφουν αντίστοιχα τις ιδιότητες δύο ανεξάρτητων και διαφορετικών χώρων που φέρουν τα ονόματά τους.

Οι δύο αυτοί χώροι και οι αντίστοιχες γεωμετρίες τους αποτελούσαν απλά θεωρητικά κατασκευάσματα, χωρίς πρακτική φυσική σημασία, μέχρι τη στιγμή που ο Αϊνστάιν διατύπωσε τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, η οποία προϋποθέτει και λειτουργεί μόνο στα πλαίσια ενός χώρου *Riemann*. Με λίγα λόγια ο χώρος του Σύμπαντος που μας περιβάλλει και τον οποίο θέλουμε να λέμε ότι μετρούμε, εφ' όσον δεχόμαστε ότι αληθεύει στα πλαίσιά του η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, δεν είναι Ευκλείδειος αλλά χώρος *Riemann*.

Το παράδοξο όμως είναι ότι η γεωμετρία του Ευκλείδη, μπορεί να εφαρμοστεί με πολύ καλή προσέγγιση, σε πολύ μικρά κομμάτια ενός χώρου Lobatschewski. Εντούτοις η απόκλιση της από την αλήθεια γίνεται φανερή σε αστρονομική κλίμακα. Αυτό σημαίνει ότι η γεωμετρία του Ευκλείδη είναι μια οριακή περίπτωση της γεωμετρίας του Lobatschewski, η οποία με τη σειρά της αποδεικνύεται ότι είναι μια οριακή περίπτωση της γεωμετρίας του *Riemann*.

Εδώ όμως αρχίζουν τα παράδοξα για την απλή ανθρώπινη λογική εφ' όσον όπως γνωρίζουμε σήμερα, *οι αισθήσεις μας μπορούν να καταγράψουν και να συγκεκριμενοποιήσουν σχήματα που μορφοποιούνται μόνο μέσα σε χώρους τριών διαστάσεων που περιγράφονται από την Ευκλείδεια γεωμετρία. Τα σχήματα τα οποία μορφοποιούνται μέσα σε χώρους που περιγράφονται από μη Ευκλείδειες γεωμετρίες, όπως αυτές του Lobatschewski και του Riemann δεν είναι δυνατόν να γίνουν αντιληπτά από τις ανθρώπινες αισθήσεις»*.

Επειδή λοιπόν η γεωμετρία, του τετραδιάστατου χώρου της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας του Αϊνστάιν είναι *Riemann*, το Σύμπαν δεν είναι Ευκλείδειο σε γενικές γραμμές. Αυτό σημαίνει ότι δεν θα έπρεπε να γίνονται αντιληπτά μέσω των αισθήσεών μας οι μορφές του συμπαντικού μας χώρου. Το ότι συνειδητοποιούμε τα σχήματα που μας περιβάλλουν, είναι αποτέλεσμα του γεγονότος ότι οι αισθήσεις μας έχουν την ιδιότητα, δημιουργώντας ιδεατές τομές στο συνεχές χωροχρονικό γίνεσθαι του συμπαντικού χώρου, να καταγράφουν μόνο μικρά κομμάτια του μη Ευκλείδειου χώρου *Riemann* που μας

περιβάλλει, τα οποία όπως αναφέραμε προηγουμένως, με μεγάλη ακρίβεια, συμπεριφέρονται σαν Ευκλείδειοι χώροι, αντιληπτοί από τις αισθήσεις μας*.

*Στη μακρινή Ινδία, ο *Βουδισμός* δίδασκε ότι ο εξωτερικός κόσμος είναι το προϊόν μιας συνεχούς, κυκλικής ροής του χρόνου. Σύμφωνα με τη βουδιστική άποψη, η αίσθηση της ουσιαστικής ύπαρξης των «πραγμάτων» αποτελεί μια ψευδαίσθηση που οφείλεται στο γεγονός ότι δημιουργούμε αυθαίρετες τομές στη συνεχή και άτμητη ροή του χρόνου και του συντελούμενου εντός αυτού «γίγνεσθαι».

Αυτό ισχύει βέβαια για το μικρό χώρο του κοντινού μας περιβάλλοντος, όπως ο χώρος του πλανητικού μας συστήματος.

Στην περίπτωση όμως που θέλουμε να μελετήσουμε πολύ μεγάλα μέρη του Σύμπαντος, όπως αυτά που μελετάει η Κοσμολογία, η Ευκλείδεια γεωμετρία παύει να τα περιγράφει και τα σχήματα που μορφοποιούνται παραμένουν ασύλληπτα από τις ανθρώπινες αισθήσεις.

Η πραγματική φύση του μετρούμενου Νευτώνειου χρόνου

Αν θέλουμε να προχωρήσουμε στην ανάλυση του προηγούμενου φαινομένου, θα παρατηρήσουμε ότι κατά προέκταση, σ' έναν Ευκλείδειο-Νευτώνειο χώρο, σαν αυτόν που νομίζουμε ότι μας περιβάλλει, και τον οποίο αντιλαμβάνονται οι αισθήσεις μας, χάνεται η έννοια των διαστάσεων του συμπαντικού μη Ευκλείδειου χώρου *Riemann*.

Αυτό που ονομάζουμε διάσταση στο μετρούμενο Νευτώνειο χώρο, δεν είναι παρά η προβολή της αντίστοιχης διάστασης του χώρου *Riemann* στον τρισδιάστατο Ευκλείδειο χώρο, την οποία έχουμε τη δυνατότητα να αντιλαμβανόμαστε.

Έτσι, για παράδειγμα, ο χρόνος που μετράνε τα ρολόγια μας δεν είναι η τιμή της σχετικιστικής διάστασης χρόνος, του χώρου *Riemann* που μας περιβάλλει, αλλά η προβολή της στον τρισδιάστατο Ευκλείδειο χρόνο που βιώνουμε.

Όλα τα προηγούμενα βέβαια μπορούμε να τα δεχτούμε αν ξεπεράσουμε τη σχετικιστική πραγματικότητα που προβλέπει ότι ο χώρος των τριών διαστάσεων μαζί με τη διάσταση χρόνος είναι οντότητες αναπόσπαστα συνδεδεμένες, οι οποίες δομούν μία ενιαία συμπαντική πραγματικότητα αυτήν του χωρόχρονου. Από την ενότητα του χωρόχρονου δεν μπορούμε να διαχωρίσουμε τον χρόνο, αντιμετωπίζοντάς τον ανεξάρτητα από τις άλλες τρεις διαστάσεις (τον τρισδιάστατο χώρο), διότι και η διάσταση αυτή χάνει την ταυτότητά της, και το σύστημα των ανεξάρτητων οντοτήτων χώρος-χρόνος δεν μπορεί πλέον να περιγράψει τη συμπαντική πραγματικότητα.

Τελικά θα πρέπει να αποδεχθούμε ότι ο Ευκλείδειος ευθύγραμμος χρόνος που γίνεται αντιληπτός από τους ανθρώπους και τον οποίο μετράνε τα ρολόγια και τα ημερολόγια μας, δεν έχει καμία σχέση με τη διάσταση χρόνος, όπως αυτή μορφοποιείται στα πλαίσια του μη Ευκλείδειου (Ρειμάνιου) Σύμπαντός μας, ο οποίος περιγράφεται μόνο μέσω των σχέσεων της Θεωρίας της Σχετικότητας και έχει τη δυνατότητα σχετικιστικών παραμορφώσεων συστολής και διαστολής.

Το άχρονο Σύμπαν

Εκτός των προηγούμενων, σύμφωνα με την άποψη του διάσημου κοσμολόγου Αντρέι Λίντε, το Σύμπαν (και το σύνολο των φυσικών νόμων) εμφανίζεται σαν μια κβαντική διακύμανση και αναπαρίσταται με τον καλύτερο τρόπο από μια κυματική συνάρτηση που είναι ανεξάρτητη από τον χρόνο.

Τώρα εάν εμείς, ως παρατηρητές, έχουμε την αίσθηση ότι τα συμπαντικά γεγονότα εξελίσσονται σαν συνάρτηση του χρόνου οφείλεται στο ότι αναγκαστικά σπάμε τον ενιαίο συμπαντικό χώρο σε δύο επιμέρους ενότητες, «τον παρατηρητή» και «το υπόλοιπο Σύμπαν». Οι κυματοσυναρτήσεις των δύο αυτών ξεχωριστών κομματιών εξαρτώνται από τον χρόνο, αν όμως συγχωνευθούν σε έναν ενιαίο και αδιάσπαστο συμπαντικό χώρο, τότε ο χρόνος παύει να επηρεάζει την κοινή τους συνάρτηση, άρα και το συνολικό Σύμπαν.

Υπό την έννοια αυτή το συνολικό Σύμπαν είναι άχρονο και η έννοια χρόνος δεν αποτελεί τίποτα άλλο από ένα νοητικό εφεύρημα των ατελών ανθρώπινων αισθήσεών μας.