

**ΑΠΟ ΤΟ ΓΕΩΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗ  
ΣΤΟ ΗΛΙΟΚΕΝΤΡΙΚΟ ΤΟΥ ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΥ,  
ΣΤΟ ΟΜΟΓΕΝΕΣ ΣΥΜΠΑΝ ΤΩΝ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ  
ΘΕΩΡΙΩΝ**

**Δημητριάδης Παναγιώτης και Δημητριάδη Κυριακή  
([pdimitr@primedu.uoa.gr](mailto:pdimitr@primedu.uoa.gr) & [kdimitr@primedu.uoa.gr](mailto:kdimitr@primedu.uoa.gr))**

Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος  
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών

Η αντίληψη για το ποιο είναι το κέντρο του Σύμπαντος έχει μεταβληθεί από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα. Από τους αρχαίους Έλληνες φιλοσόφους, που θεωρούσαν ότι κέντρο του Σύμπαντος είναι η Γη, το πρώτο σημαντικό βήμα έγινε από τον Αρίσταρχο που μετατόπισε το κέντρο στον Ήλιο, έστω και αν την εποχή εκείνη δεν εκτιμήθηκε επαρκώς η άποψή του. 1700 χρόνια αργότερα ο Κοπέρνικος ανέσυρε και παρουσίασε την ηλιοκεντρική θεωρία, που υποστηρίχτηκε από τον Γαλιλαίο και τον Κέπλερ. Οι νόμοι που διετύπωσε ο τελευταίος αποτέλεσαν το δυναμικό υπόβαθρο για τη θεωρία του Νεύτωνα για την παγκόσμια έλξη. Ωστόσο, ο Αϊνστάιν στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα παρουσίασε την ειδική και στη συνέχεια τη γενική θεωρία της Σχετικότητας, που άλλαξε ριζικά την αντίληψή μας για τη βαρύτητα και το Σύμπαν. Σήμερα, οι γνώσεις μας έχουν αυξηθεί και μας οδηγούν πλέον στην άποψη ότι το Σύμπαν δεν έχει κέντρο! Η εκάστοτε αντίληψη εμφανιζόταν στα πλαίσια μίας θεωρίας σχετικής με τη βαρύτητα και την κίνηση των πλανητών.

**Η Γη στο κέντρο του Σύμπαντος**

Ο Πλάτων (428-347 π.Χ) στον “Τίμαιο” διατυπώνει τη θεωρία των ομόκεντρων σφαιρών. Κατά τη θεωρία αυτή το Σύμπαν θεωρείται σφαιρικό και περιβάλλεται στην εξώτατη σφαιρική του επιφάνεια από τη σφαίρα των απλανών αστερών. Το κέντρο της σφαίρας αυτής κατέχει η Γη. Μεταξύ της Γης και της σφαίρας των απλανών αστερών βρίσκονται οι επτά πλανήτες.

Από όσα εκθέτει στην “Πολιτεία” και στον “Τίμαιο” ο Πλάτων, φαίνεται ότι ακολουθούσε το γεωκεντρικό αστρονομικό σύστημα.<sup>1</sup>

Ο Πλάτων, λοιπόν, αποδέχτηκε τη γεωκεντρική θεωρία. Πίστευε ότι τα ουράνια σώματα ήταν «τέλεια». Αυτό σήμαινε ότι η φυσική τους κίνηση έπρεπε να είναι ομοιόμορφη κίνηση σε κύκλο. Πάντως, οι πλανήτες μερικές φορές έδειχναν να αντιστρέφουν την κίνησή τους προσωρινά. Ο Πλάτων πίστευε ότι οι αισθήσεις μας δεν αποκαλύπτουν τον «πραγματικό» κόσμο και η αλήθεια μπορεί να προκύψει μέσα από συλλογισμούς. Γι’ αυτό έθετε το εξής ερώτημα: Ποιοι συνδυασμοί ομοιόμορφων κυκλικών κινήσεων μπορούν να αναπαράγουν τις παρατηρούμενες κινήσεις των πλανητών;

Ο Αριστοτέλης (384-322 π.Χ.), μαθητής του Πλάτωνα, πρότεινε ένα σύστημα βάσει του οποίου σε κάθε πλανήτη “εκχωρείται” ένας αριθμός σφαιρών ομόκεντρων με τη Γη. Οι σφαίρες (σύνολο 55) περιστρέφονται γύρω από άξονες που ο προσανατολισμός τους έχει διάφορες κατευθύνσεις. Οι συνδυασμοί διαφόρων αξόνων και ρυθμών περιστροφής θα μπορούσε να παράγει αρκετά περίπλοκες κινήσεις.<sup>2</sup>

Ο Αριστοτέλης δέχεται ότι η Γη είναι το κέντρο του Κόσμου και ότι είναι ακίνητη. Γύρω της περιστρέφεται το σφαιρικό Σύμπαν από την ανατολή προς τη δύση. Την ανάγκη να βρίσκεται η Γη στο κέντρο του Σύμπαντος την αντλεί από το γεγονός ότι “τα προς τα πάνω με ορμή εκτιναζόμενα βάρη ξαναπέφτουν κάθετα στο σημείο απ’ όπου εκτινάχτηκαν, ακόμη και αν η δύναμη εκτόξευσης τα έστελνε στο άπειρο”<sup>3</sup> σε συνδυασμό με τον ισχυρισμό του ότι κάθε σώμα έχει την τάση να κινείται προς τη φυσική του θέση ακολουθώντας κυκλική ή ευθεία γραμμή.

Ωστόσο υπήρχε μια ομάδα ουράνιων σωμάτων, οι πλανήτες, που οι κινήσεις τους παρουσίαζαν αποκλίσεις από την ιδεώδη κανονικότητα του αριστοτελικού προτύπου. Μερικοί πλανήτες όπως η Αφροδίτη έδειχναν να εκτελούν ανάδρομη κίνηση, ενώ άλλοι έδειχναν άλλοτε να αυξάνουν και άλλοτε να μειώνουν την ταχύτητά τους. Για να συμβιβάσουν τέτοιες κινήσεις με το σύστημα του Αριστοτέλη, οι Έλληνες αστρονόμοι και ειδικά ο Ίππαρχος (190-124 π.Χ) και ο Πτολεμαίος (~100- ~160 μ.Χ.), επεξεργάστηκαν γεωμετρικές κατασκευές που περιλάμβαναν πρόσθετες, πέραν των βασικών, κυκλικές τροχιές, τους γνωστούς επικύκλους. Ως αποτέλεσμα των

<sup>1</sup> Σπανδάγου Β., Σπανδάγου Ρ., Τραυλού Δ., *Οι αστρονόμοι της Αρχαίας Ελλάδας*, Αθήνα, εκδόσεις Αίθρα, 2000, σελ. 110

<sup>2</sup> Benson H., *Historical note: The Geocentric Theory Versus the Heliocentric Theory*, University Physics, John Willey and Sons.

<sup>3</sup> Σπανδάγου Β., Σπανδάγου Ρ., Τραυλού Δ., *Οι αστρονόμοι της Αρχαίας Ελλάδας*, Αθήνα, Εκδόσεις Αίθρα, 2000, σελ. 145

προσπαθειών τους, έφθασαν σε σημείο να προβλέπουν με σχετική ακρίβεια σε ποιο μέρος του ουρανού θα βρισκόταν κάποιος πλανήτης σε δεδομένη ημερομηνία. Τέτοιου είδους επιτυχίες προσέδωσαν στη θεωρία το κύρος δόγματος.<sup>4</sup>

### **Αρίσταρχος, ο πρωτοπόρος του Ηλιοκεντρικού Συστήματος**

Ο πρώτος που διατύπωσε με σαφήνεια μία ηλιοκεντρική θεωρία, ήταν ο Αρίσταρχος (320-240 περίπου π.Χ.), που σωστά τοποθέτησε τη Γη ως τον τρίτο πλανήτη από τον Ήλιο. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή οι πλανήτες περιφέρονται γύρω από τον ακίνητο Ήλιο σε ανεξάρτητες κυκλικές τροχιές. Κάνει επίσης τις υποθέσεις ότι οι απλανείς αστέρες και ο Ήλιος παραμένουν ακίνητοι. Ότι η Γη έχει διπλή κίνηση, δηλαδή ημερήσια περιστροφή περί τον άξονά της κι ετήσια περιφορά περί τον Ήλιο (στην περιφέρεια ενός κύκλου με **κέντρο τον Ήλιο**). Ότι οι πλανήτες διαγράφουν τις τροχιές τους γύρω από τον Ήλιο, αλλά μέσα στη σφαίρα των απλανών αστέρων, η οποία είναι τόσο μεγάλη, ώστε ο λόγος της διαμέτρου της Γης προς τη διάμετρο του «Σύμπαντος» να είναι ίσος με το λόγο της διαμέτρου της τροχιάς της Γης προς τη διάμετρο της σφαίρας των απλανών αστέρων. Συγκρίνοντας δηλαδή τις αποστάσεις των απλανών αστέρων προς τη διάμετρο της τροχιάς της Γης, ο Αρίσταρχος βρήκε ότι η τελευταία είναι τόσο μικρή, ώστε να μπορεί να θεωρηθεί ως σημείο. Στις προθέσεις του Αρίσταρχου ήταν να υπογραμμίσει ότι η σφαίρα των απλανών αστέρων είναι ασυγκρίτως μεγαλύτερη από τη σφαίρα που περιέχει την τροχιά της Γης, γεγονός απαραίτητο για να συμφιλωθεί η προφανής ακινησία των σταθερών αστέρων με την κίνηση της Γης.

Έτσι λοιπόν ο Αρίσταρχος ήταν ο πρώτος επιστήμονας στον κόσμο που εκτόπισε απερίφραστα και με σαφήνεια τη Γη από το κέντρο του κόσμου. Η ανακάλυψη όμως αυτή, που με τόση απλότητα έδινε πλήρη σχεδόν εξήγηση σε όλα τα σπουδαιότερα προβλήματα της αρχαίας αστρονομίας, δεν κατόρθωσε να επιβληθεί. Η θεωρία του Αρίσταρχου, αποτέλεσμα μακροχρόνιων υπολογισμών και παρατηρήσεων τέθηκε στο περιθώριο για πολλούς αιώνες. Αυτό οφείλεται σε λόγους θρησκευτικούς, εφόσον εξομοίωνε τη Γη με τα πλανώμενα άστρα και καταργούσε έτσι τη διάκριση μεταξύ της γήινης φθαρτής ουσίας και της άφθαρτης ουσίας των άστρων και αφετέρου σε λόγους αντιστρατευόμενους προς τις επικρατούσες επιστημονικές πεποιθήσεις, που υποστήριζαν επιστήμονες κύρους, όπως ο Αριστοτέλης, ο Ίππαρχος, ο Πτολεμαίος κ.ά. Δυστυχώς, η θαυμάσια και επαναστατική για την

<sup>4</sup> Narlikar J., *Η Φωτεινή Πλευρά της Βαρύτητας*, Εκδόσεις Κάτοπτρο, Αθήνα 2000, σελ. 38

εποχή του πραγματεία του Αρίσταρχου «Περί του ηλιοκεντρικού συστήματος» (που συνδύαζε την ηλιοκεντρική υπόθεση με την περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της) έχει χαθεί.<sup>5</sup>

### Η αναβίωση από τον Κοπέρνικο

1700 χρόνια αργότερα ο Νικόλαος Κοπέρνικος (Nicolas Copernicus) (1473-1543) ήταν αυτός που παρουσίασε τις αλήθειες (;) της ηλιοκεντρικής θεωρίας, με αποτέλεσμα το ηλιοκεντρικό σύστημα του Αρίσταρχου να αποκτήσει την επωνυμία “Κοπερνίκαιο σύστημα”.

Ο Κοπέρνικος χαρακτήρισε το Πτολεμαϊκό σύστημα, “όχι ευχάριστο για το μυαλό”. Θεώρησε ότι το ηλιοκεντρικό σύστημα του Αρίσταρχου ήταν απλούστερο ως προς τη σύλληψη και την περιγραφή. Προσκολλημένος στον κανόνα του Πλάτωνα για την ομοιόμορφη κυκλική κίνηση, ανέπτυξε μία ηλιοκεντρική θεωρία που δημοσιεύθηκε το 1543.

Σύμφωνα λοιπόν (και) με τον Κοπέρνικο, ο Ήλιος είναι σταθερός στο Διάστημα και οι πλανήτες, συμπεριλαμβανομένης της Γης, διαγράφουν τροχιές γύρω από αυτόν. Όπως ο Πτολεμαίος, έτσι και ο Κοπέρνικος, για να περιγράψει τις κινήσεις των πλανητών, επεξεργάστηκε γεωμετρικές κατασκευές που περιείχαν κύκλους.

Το μοντέλο του Κοπέρνικου υπερέχει σε απλότητα, αλλά όχι και σε ακρίβεια, απέναντι σε εκείνο της γεωκεντρικής θεωρίας. Εντούτοις, το κύριο προσόν του έγκειται στο γεγονός ότι επισημαίνει την κεντρική θέση του Ήλιου στο πλανητικό μας σύστημα. Για κάποιον που αναζητά μία δυναμική θεωρία –προκειμένου να εξηγήσει γιατί κινούνται οι πλανήτες–, η μεγάλη σημασία που δίνεται στη Γη από το γεωκεντρικό σύστημα αναμφίβολα λειτουργεί παραπλανητικά.

Η θεωρία του Κοπέρνικου συνάντησε σφοδρή αντίδραση από τους θρησκευτικούς κύκλους της εποχής του. Ο Κοπέρνικος, ως το τέλος της ζωής του δεν είδε τυπωμένο το βιβλίο στο οποίο ανέπτυξε τις ιδέες του, το *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Περί της περιστροφής των ουρανίων σφαιρών). Παρόλα αυτά το βιβλίο άσκησε καταλυτική επίδραση στις επόμενες γενιές.

---

<sup>5</sup> Σπανδάγου Ε., *Περί μεγεθών και αποστημάτων Ηλίου και Σελήνης του Αριστάρχου του Σάμιου*, Αθήνα, Εκδόσεις Αίθρα, 2001, σελ.11-13, 19, 21.

### Η Γένεση της Νευτώνειας Κοσμολογίας

Ο Γαλιλαίος (Galileo Galilei 1564-1642) το 17<sup>ο</sup> αιώνα, όχι μόνο υπερασπίστηκε το σύστημα του Κοπέρνικου, αλλά επιτέθηκε και στις θεμελιώδεις ιδέες της φυσικής φιλοσοφίας του Αριστοτέλη. Σοβαρές βελτιώσεις, ωστόσο, στη θεωρία του Κοπέρνικου επέφερε η ενδελεχής ανάλυση των υπάρχοντων παρατηρησιακών δεδομένων στην οποία προέβη ο Κέπλερ (Kepler, 1571-1630). Ο Κέπλερ υπήρξε βοηθός του Δανού Αστρονόμου Tycho Brahe που διέθεσε 20 χρόνια κάνοντας πολύ ακριβείς μετρήσεις των θέσεων των αστεριών και των πλανητών. Αυτό το έκανε εν μέρει με σκοπό να κατασκευάσει πιο ακριβή τηλεσκόπια, που αποτελούσε μέρος των καθηκόντων του. Μετά το θάνατό του, ο Κέπλερ απέκτησε τα δεδομένα αυτά.<sup>6</sup>

Ο Κοπέρνικος χρησιμοποίησε κύκλους για να περιγράψει τις τροχιές των πλανητών, αλλά ο Kepler ανακάλυψε ότι αυτές οι τροχιές περιγράφονται καλύτερα με ελλείψεις. Οι νόμοι που διατύπωσε ο Kepler (1. Οι τροχιές των πλανητών είναι ελλείψεις, με τον Ήλιο να βρίσκεται σε μία από τις δύο εστίες τους. 2. Η γραμμή που συνδέει τον Ήλιο με τον κάθε πλανήτη σαρώνει ίσα εμβαδά σε ίσα χρονικά διαστήματα. 3. Το τετράγωνο του χρόνου που χρειάζεται ένας πλανήτης για να συμπληρώσει μία περιφορά γύρω από τον Ήλιο είναι ανάλογο προς τον κύβο του μεγάλου ημιάξονα της πλανητικής τροχιάς), αποτέλεσαν το δυναμικό υπόβαθρο για τη θεωρία του Νεύτωνα (Isaac Newton, 1642-1727). Οι νόμοι αυτοί περιγράφουν πώς κινούνται οι πλανήτες, ενώ οι νόμοι του Νεύτωνα (της κίνησης και της παγκόσμιας έλξης) εξηγούν **γιατί** οι πλανήτες κινούνται σύμφωνα με τους νόμους του Kepler. Ο Newton χρησιμοποίησε το δικό του σύστημα δυναμικής για να περιγράψει την κίνηση των πλανητών ως αποτέλεσμα της δράσης της ηλιακής βαρύτητας. Οι εξισώσεις του για την κίνηση συσχετίζουν την επιτάχυνση κάθε πλανήτη με την ασκούμενη δύναμη –στην προκειμένη περίπτωση, με τη βαρυτική έλξη του Ήλιου.<sup>7</sup> Το έργο του *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Μαθηματικές αρχές της Φυσικής Φιλοσοφίας), που εκδόθηκε το 1678, περιέχει τη μνημειώδη εργασία του σχετικά με την κίνηση και την παγκόσμια έλξη.

Ο νόμος του Νεύτωνα για την παγκόσμια έλξη, λοιπόν, ερμήνευσε ικανοποιητικά ποικίλα φυσικά φαινόμενα στα οποία η βαρύτητα παίζει σημαντικό ρόλο. Ο νόμος αυτός δεν εξηγεί μόνο την κίνηση των ουρανίων σω-

<sup>6</sup> Benson H., *Historical note: The Geocentric Theory Versus the Heliocentric Theory*, University Physics, John Wiley and Sons.

<sup>7</sup> Narlikar J., *Η Φωτεινή Πλευρά της Βαρύτητας*, Αθήνα, Εκδόσεις Κάτοπτρο, 2000, σελ. 40-41, 42

μάτων· μας βοηθά να κατανοήσουμε το πολύπλοκο πρόβλημα της δομής και της εξέλιξης του Ήλιου και των άλλων άστρων.

### **Ο Αϊνστάιν και η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας**

Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα όμως άρχισαν να εμφανίζονται οι πρώτες ρωγμές στην πρόσοψη του επιβλητικού οικοδομήματος της φυσικής που είχε ανεγερθεί πάνω στις ιδέες του Νεύτωνα. Σε αυτήν την εξέλιξη συντέλεσαν τόσο η θεωρία όσο και η παρατήρηση.

Συγκεκριμένα, συστηματικές παρατηρήσεις που κάλυψαν διάστημα μερικών δεκαετιών ήδη από το 1764 και μετά άρχισαν να αποκαλύπτουν μια μικρή απόκλιση στην τροχιά του πλανήτη Ερμή. Αρχικά η ασυμφωνία αποδόθηκε στην ύπαρξη ενός αθέατου πλανήτη. Ωστόσο τέτοιος πλανήτης δε βρέθηκε και η ασυμφωνία μεταξύ των παρατηρήσεων και της νευτώνειας ερμηνείας παρέμενε ανεξήγητη.

Ωστόσο, αυτό που έκανε τον Αϊνστάιν, (Albert Einstein, 1879-1955) να δει το νόμο του Νεύτωνα με ένα νέο κριτικό βλέμμα, δεν ήταν οι αμφιβολίες που πήγαζαν από τις παρατηρήσεις, αλλά οι εννοιολογικές του δυσκολίες. Το πιο προβληματικό σημείο του νόμου συνίσταται στην ακαριαία δράση από απόσταση. Ο Ήλιος και η Γη έλκονται με μία δύναμη η οποία δρα μέσα σε μια πολύ μεγάλη απόσταση ακαριαία, σύμφωνα με τη θεωρία του Νεύτωνα.

Κάτι τέτοιο όμως έρχεται σε αντίθεση με την ειδική θεωρία της σχετικότητας που διετύπωσε το 1905 ο Αϊνστάιν. Σύμφωνα με αυτή, υπάρχει κάποιο ανώτατο όριο ταχύτητας με την οποία μπορεί να μεταδοθεί ένα μήνυμα από ένα σημείο του χώρου σε κάποιο άλλο. Αυτό το ανώτατο όριο ταχύτητας είναι η ταχύτητα του φωτός. Άρα η αντίληψη της ακαριαίας διάδοσης της βαρυτικής έλξης σε τεράστιες αποστάσεις δε συμβιβάζεται με τη βασική αρχή της ειδικής θεωρίας της σχετικότητας. Ο Αϊνστάιν λοιπόν, έχοντας διατυπώσει την ειδική θεωρία της σχετικότητας, ήταν αναγκασμένος να επανεξετάσει το νόμο της παγκόσμιας έλξης. Παράλληλα, σύμφωνα με την ειδική θεωρία της Σχετικότητας, όλοι οι νόμοι της φύσης είναι ίδιοι σε όλα τα αδρανειακά συστήματα. Γιατί όμως μόνο στα αδρανειακά; Η θεωρία έπρεπε να επεκταθεί και στα επιταχυνόμενα συστήματα.

Ο Αϊνστάιν βρήκε έναν ιδιοφυή τρόπο για να ξεπεράσει τις δυσκολίες αυτές, προτείνοντας μια εντελώς καινούργια προσέγγιση του φαινομένου της βαρύτητας. Η θεωρία του για τη βαρύτητα ονομάστηκε Γενική Θεωρία της Σχετικότητας (Γ.Θ.Σ)

Στη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας (Γ.Θ.Σ.) οι γεωμετρικές ιδιότητες του χωρόχρονου καθορίζονται από τη μετρική, δηλαδή από το μετρικό τα-

νυστή δεύτερης τάξης που έχει 16 συνιστώσες (από τις οποίες οι 10 είναι ανεξάρτητες). Η Γ.Θ.Σ. αποτελεί μία γεωμετρική θεωρία βαρύτητας διότι κάθε βαρυτικό πεδίο συνιστά απλώς μία μεταβολή στη μετρική του χωρόχρονου. Με άλλα λόγια ο μετρικός τανυστής παίζει το ρόλο του “δυναμικού” του βαρυτικού πεδίου και οι παράγωγοι του καθορίζουν την “ένταση” του πεδίου.<sup>8</sup> Οι εξισώσεις πεδίου του Αϊνστάιν καθορίζουν την καμπυλότητα του τετραδιάστατου χωρόχρονου συνδέοντας τον τανυστή του Αϊνστάιν (που περιλαμβάνει το μετρικό τανυστή τις πρώτες και δεύτερες παραγώγους του ως προς τις συντεταγμένες) με τον τανυστή ενέργειας-ορμής που εξαρτάται από την πυκνότητα και την πίεση της ύλης-ενέργειας (ισοδύναμες οντότητες βάσει της σχέσης  $E=mc^2$ ) αλλά και από τις κινήσεις της ύλης-ενέργειας στο χώρο.

Αν και αρκετά ενδιαφέροντα στοιχεία για την εξέλιξη του Σύμπαντος είναι δυνατό να αντληθούν από μία μη σχετικιστική (Νευτώνεια) κοσμολογία, η πληρέστερη περιγραφή της μέχρι σήμερα προκύπτει στα πλαίσια της Γ.Θ.Σ. με τη χρήση μίας μετρικής (Robertson-Walker) η οποία περιέχει έναν παράγοντα κλίμακας (η ακτίνα) του Σύμπαντος  $R$  που γενικά εξαρτάται από το χρόνο<sup>9</sup>. Αρχικά ο Αϊνστάιν αναζήτησε μία λύση που περιγράφει ένα στατικό σύμπαν και για να το επιτύχει αυτό αναγκάστηκε να εισάγει μία πρόσθετη απωστική βαρυτική δύναμη που σχετίζεται με μία ποσότητα  $\Lambda$  που ονομάστηκε κοσμολογική σταθερά. Γρήγορα όμως η λύση αυτή αποδείχθηκε ασταθής. Εξάλλου το 1929 ο Hubble, παρατηρώντας τη μετατόπιση Doppler προς το ερυθρό, διαπίστωσε ότι οι μακρινοί γαλαξίες απομακρύνονται ο ένας από τον άλλο, δηλαδή ότι το Σύμπαν διαστελλεται. Αναζητήθηκαν λοιπόν διάφορες λύσεις των εξισώσεων της Γ.Θ.Σ. οι οποίες να περιγράφουν αφ’ ενός τη Γεωμετρία του Σύμπαντος, δηλαδή αν το Σύμπαν είναι σφαιρικό, επίπεδο (Ευκλείδεια Γεωμετρία) ή υπερβολικό, καθώς και την εξέλιξη του ρυθμού διαστολής του Σύμπαντος, δηλαδή αν αυξάνεται (επιταχυνόμενη διαστολή), αν τείνει οριακά στο μηδέν ή αν θα λάβει αρνητική τιμή (μεγάλη σύνθλιψη ή παλλόμενο σύμπαν). Σε αυτό το σκηνικό διατυπώθηκε το 1945 για πρώτη φορά από τον Gamow η θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης (Big Bang). Η θεωρία ισχυροποιήθηκε από τη συμπωματική ανακάλυψη από τους Penzias και Wilson το 1965 της μικροκυματικής ακτινοβολίας υποβάθρου η οποία καθιέρωσε πλέον το διαστελλόμενο Σύμπαν.

<sup>8</sup> Landau L. and Lifshitz E., *The classical theory of fields*, Pergamon Press, 1962.

<sup>9</sup> Βέργαδος Ι.Δ. και Τριανταφυλλόπουλος Η., *Στοιχειώδη Σωματίια και Κοσμολογία*, Αθήνα, Εκδόσεις Συμμεών, 2000.

Το πιο σημαντικό κοσμολογικό φαινόμενο είναι η διαστολή ολόκληρου του Σύμπαντος. Το Σύμπαν φαίνεται σα να προήλθε από μία τεράστια αρχική έκρηξη, όπως η έκρηξη μίας βόμβας. Υφίσταται όμως μία σημαντική διαφορά. Στο Σύμπαν δεν υπάρχει ένα ορισμένο σημείο που θα μπορούσε να ονομαστεί “κέντρο της Έκρηξης” γιατί όλο το Σύμπαν συμμετέχει στην έκρηξη αυτή. Μπορούμε να πούμε ότι οι γαλαξίες είναι “σχεδόν” ακίνητοι στο χώρο (οι συντεταγμένες τους δε μεταβάλλονται) αλλά ο ίδιος ο χώρος διαστέλλεται (αυξάνεται ο παράγων κλίμακας). Κάτι ανάλογο συμβαίνει σε ένα μπαλόνι που παριστάνει τη Γη και φουσκώνει συνεχώς. Τα διάφορα σημεία της επιφάνειας του μπαλονιού έχουν σταθερές συντεταγμένες (μήκος και πλάτος) αλλά οι αποστάσεις τους διαρκώς αυξάνουν.<sup>10</sup> Πρόσφατα παρατηρησιακά δεδομένα που προκύπτουν πρώτον από μετρήσεις της ανισotropίας της μικροκυματικής ακτινοβολίας υποβάθρου (δορυφόρος Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) και από μακρινούς υπερκαινοφανείς συνηγορούν υπέρ της άποψης ότι το Σύμπαν είναι ανοικτό, επίπεδο, ομοιόμορφο και χαρακτηρίζεται από επιταχυνόμενη διαστολή.<sup>11,12</sup> Αυτά τα δεδομένα ερμηνεύονται στα πλαίσια του καθιερωμένου κοσμολογικού προτύπου που συγκροτείται με βάση τις παρακάτω αρχές:

1<sup>η</sup> Κοσμολογική αρχή: Το Σύμπαν φαίνεται ίδιο από όλους τους παρατηρητές (δεν υπάρχει προνομιούχο «κέντρο» ή παρατηρητής).

2<sup>η</sup> Κοσμολογική αρχή: Το Σύμπαν (σε μεγάλη κλίμακα) είναι ομογενές και ισότροπο (σε κάθε χρονική στιγμή).

Επιπλέον: Το Σύμπαν περιγράφεται από τη Γ.Θ.Σ. και άρα έχει πεπερασμένη διάσταση και ηλικία.

Ποιο είναι τελικά το κέντρο του Σύμπαντος; Ποιος δικαιώνεται τελικά; Ο Αριστοτέλης και ο Πτολεμαίος ή ο Αρίσταρχος και ο Κοπέρνικος; Η απάντηση είναι μερικά ο Αρίσταρχος και συνολικά κανείς. Σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα, το κέντρο του Σύμπαντος δεν εντοπίζεται στη Γη, στον Ήλιο ή σε κάποιο άλλο σημείο του Γαλαξία μας. Απλώς σύμφωνα με τις κοσμολογικές αρχές και την, στα πλαίσια της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας, θεωρία εξέλιξης του Σύμπαντος, το Σύμπαν δεν έχει κέντρο!

<sup>10</sup> Κοντόπουλος Γ. και Κοτσάκης Δ., *Κοσμολογία, Η δομή και η εξέλιξη του Σύμπαντος*, Αθήνα, 1982.

<sup>11</sup> Krauss Lawrence, *Cosmological Antigravity*, Scientific American, January 1999.

<sup>12</sup> Tegmark Max, *Parallel universes*, Scientific American, May 2003.



**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Βέργαδος Ι.Δ. και Τριανταφυλλόπουλος Η., *Στοιχειώδη Σωματία και Κοσμολογία*, Αθήνα, Εκδόσεις Συμεών, 2000.
2. Κοντόπουλος Γ. και Κωτσάκης Δ., *Κοσμολογία, Η δομή και η εξέλιξη του Σύμπαντος*, Αθήνα, 1982.
3. Σπανδάγου Β., Σπανδάγου Ρ., Τραυλού Δ., *Οι αστρονόμοι της Αρχαίας Ελλάδας*, Αθήνα, εκδόσεις Αίθρα, 2000.
4. Σπανδάγου Ε., *Περί μεγεθών και αποστημάτων Ηλίου και Σελήνης του Αριστάρχου του Σάμιου*, Αθήνα, Εκδόσεις Αίθρα, 2001
5. Benson Harris, Historical note: The Geocentric Theory Versus the Heliocentric Theory, University Physics, John Willey and Sons
6. Krauss Lawrence, *Cosmological Antigravity*, Scientific American, January 1999
7. Landau L. and Litshitz E., *The classical theory of fields*, Pergamon Press, 1962.
8. Narlikar J., *Η Φωτεινή Πλευρά της Βαρύτητας*, Αθήνα, Εκδόσεις Κάτοπτρο, 2000
9. Tegmark Max, Parallel universes, Scientific American, May 2003

**SUMMARY**

FROM ARISTOTLES' GEOCENTRIC THEORY, TO ARISTARCHUS' HELIOCENTRIC THEORY, TO THE HOMOGENOUS UNIVERSE OF THE CONTEMPORARY THEORIES.

The ideas concerning the center of the Universe, have changed since the ancient years. The ancient Greek philosophers believed that Earth is the center of the Universe. Aristarchus was the first who “moved” the center to the Sun, even though his view was not appreciated at that time. 1700 years later Copernicus presented the Heliocentric theory, which was supported by Galileo and Keppler. The laws that Keppler formulated, formed the basis for Newton’s theory about gravity. Einstein however, at the beginning of the twentieth century, presented the special theory of relativity, and a few years later the general theory of relativity, which changed radically our view about gravity and the universe. Nowadays, our knowledge has been increased and we believe that universe has no center at all!