

# ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΟΣΜΟΘΕΩΡΙΑΣ

## Εισαγωγή

Κάθε γενεά ανθρώπων προσπαθεί να δημιουργήσει μιὰ αντίληψη περὶ τοῦ κόσμου, μιὰ κοσμοθεωρία. Γιὰ τὸν σκοπὸ αὐτὸ χρησιμοποιοῦνται οἱ γνώσεις μας περὶ τοῦ κόσμου καὶ ἡ λογικὴ. Π.χ., οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες εἶχαν χρησιμοποιήσει τὶς παρατηρήσεις τῶν πλανητῶν, γιὰ νὰ διατυπώσουν τὴ γεωκεντρικὴ θεωρία τοῦ Σύμπαντος. Γιὰ νὰ ἐξηγήσουν τὶς κινήσεις τῶν πλανητῶν, χρησιμοποιοῦσαν κύκλους καὶ ἐπικύκλους (Πτολεμαῖος). Ἐξάλλου, τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρες τοὺς θεωροῦσαν κολλημένους ἐπάνω σὲ μιὰ σφαιρικὴ ἐπιφάνεια ποὺ περιβάλλει τὴ γῆ. Ὅσον ἀφορᾷ τὸ σχῆμα τῆς γῆς, εἶναι ἐντυπωσιακὸς ὁ ὑπολογισμὸς τῶν διαστάσεων τῆς μὲ ἓνα στοιχειῶδες πείραμα ποὺ ἔκανε ὁ Ἑρατοσθένης καὶ ἔδωσε πολὺ καλὰ ἀποτελέσματα.

Ἀργότερα ἦλθε ὁ Ἀρίσταρχος, ὁ ὁποῖος πρότεινε τὴν ἡλιοκεντρικὴ θεωρία. Ἀλλὰ ἔκανε καὶ παρατηρήσεις στὴ σελήνη καὶ βρῆκε μιὰ καλὴ προσέγγιση τῆς ἀποστάσεώς τῆς ἀπὸ τὴ γῆ. Προσπάθησε νὰ βρεῖ καὶ τὴν ἀπόσταση τοῦ ἡλίου, ἀλλὰ τὰ δεδομένα του ἦσαν ἀνεπαρκῆ, γιὰ νὰ βρεῖ μιὰ καλὴ προσέγγιση. Ἐδειξε μόνον ὅτι ὁ ἥλιος εἶναι πολὺ πιὸ μακριὰ ἀπὸ τὴ σελήνη.

Βεβαίως, οἱ θεωρίες αὐτὲς περιελάμβαναν καὶ ὀρισμένες ἀναπόδεικτες ὑποθέσεις, π.χ. ὅτι οἱ τροχιὲς τῶν πλανητῶν εἶναι περίπου κυκλικές, μὲ τὶς ἐκτροπὲς ἀπὸ τοὺς κύκλους νὰ εἶναι ἐπίσης κυκλικές (ἐπικύκλοι). Ἀλλὰ τότε δὲν ὑπῆρχε κάποια καλύτερη ἰδέα. Καὶ εἶναι ἐντυπωσιακὸ ὅτι ὁ Κοπέρνικος, ποὺ θεμελίωσε τὴν ἡλιοκεντρικὴ θεωρία τοῦ Ἀρίσταρχου,

χρησιμοποίησε καὶ αὐτὸς κύκλους καὶ ἐπικύκλους. Χρειάστηκαν οἱ πολὺ πιὸ ἀκριβεῖς παρατηρήσεις καὶ ὑπολογισμοὶ τοῦ Κεπλερ, γιὰ νὰ δείξουν ὅτι οἱ τροχιὲς τῶν πλανητῶν εἶναι μὲ μεγάλη προσέγγιση ἐλλείψεις. Καὶ μετὰ ἦλθε ὁ Νεύτων, ποὺ ἐξήγησε τὶς ἐλλειπτικὲς κινήσεις μὲ τὸν νόμο του τῆς ἔλξεως.

Ἀλλὰ χρειάστηκαν πολλοὶ αἰῶνες, γιὰ νὰ καταλάβουμε ὅτι οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες εἶναι σὲ τεράστιες ἀποστάσεις ἀπὸ ἐμᾶς, μετρώντας τὴν παράλλαξί τους, δηλαδὴ τὴ φαινομενικὴ μικρὴ ἐλλειπτικὴ κίνησή τους ποὺ ὀφείλεται στὴν κίνηση τῆς γῆς γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο. Καὶ πέρασαν ἀκόμη δύο αἰῶνες, γιὰ νὰ ἔχουμε ἀρκετὰ ἀκριβεῖς παρατηρήσεις ποὺ ἀποδεικνύουν τὴν ὑπαρξὴ ἄλλων πλανητῶν γύρω ἀπὸ ἀστέρες μακριὰ ἀπὸ τὸν ἥλιο.

Ὅσον ἀφορᾷ τὴ Φυσικὴ καὶ τὴ Χημεία, χρειάστηκαν πολλοὶ αἰῶνες, γιὰ νὰ μάθουμε τοὺς βασικοὺς νόμους τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ τῆς ἀτομικῆς φυσικῆς, καθὼς καὶ τὴ φύση τῶν χημικῶν στοιχείων.

Βεβαίως, ἡ πρόοδος τῆς ἐπιστήμης πέρασε μέσα ἀπὸ σειρὰ λαθῶν. Π.χ., οἱ ἀλχημιστὲς προσπάθησαν μὲ κάθε τρόπο νὰ κατασκευάσουν τεχνητὸ χρυσάφι. Ἄλλοι προσπάθησαν νὰ κατασκευάσουν τὸ ἀεικίνητο, κ.ο.κ.

Εἶναι περιέργο ὅτι ὀρισμένες παλιὲς ἀντιλήψεις ἐξακολουθοῦν σήμερα νὰ μᾶς θυμίζουν τὸ παρελθόν. Π.χ., στὴν τελετὴ τοῦ ἀγιασμοῦ ἀναφέρονται τὰ τέσσερα στοιχεῖα ποὺ πίστευαν ἄλλοτε ὅτι ἀποτελοῦν τὸν ὑλικὸ κόσμον. Ἐπίσης, ὑπάρχουν ἀκόμη «δημιουργιστὲς» στὴν Ἀμερικὴ, ποὺ πιστεύουν ὅτι ἡ ἡλικία τοῦ Σύμπαν-

ντος είναι μόνο μερικές χιλιάδες χρόνια, όπως υποθέτουν ότι προκύπτει από την *Παλαιά Διαθήκη* (παρ' όλον ότι ήδη από τη βυζαντινή περίοδο ο Μέγας Βασίλειος είχε ξεκαθαρίσει ότι οι έπτα ημέρες της Βίβλου αντιστοιχούν σε πολλούς αιώνες).

Πάντως, με την πάροδο του χρόνου οι διάφορες έσφαλμένες αντιλήψεις των παλαιών εποχών έχουν απορριφθεί, και η πρόοδος της έπιστήμης βασίζεται σε γερές βάσεις.

Τα κύρια κριτήρια για την παραδοχή μιας υποθέσεως ή θεωρίας είναι οι παρατηρήσεις και τα πειράματα. Μόνον εάν οι προβλέψεις μιας θεωρίας έπαληθευτούν με παρατηρήσεις και πειράματα, μπορεί

είναι πολύ κοντά στην πραγματικότητα. Μόνον σε όρισμένες περιστάσεις μεγάλης ακριβείας είναι ανάγκη να χρησιμοποιήσουμε τη Σχετικότητα.

Άλλα και η θεωρία της Σχετικότητας έχει τα όριά της. Υπάρχουν σήμερα διάφορες γενικεύσεις της Σχετικότητας που μας εξηγούν καλύτερα όρισμένα φαινόμενα (π.χ. όρισμένες θεωρίες κβαντικής Σχετικότητας που έχουν κυρίως εφαρμογή κοντά στην αρχή του Σύμπαντος). Πάντως, μόνον αν γίνουν πειράματα αρκετά ακριβή, θα μπορούσαμε να δεχθούμε μια τέτοια γενίκευση της Γενικής Σχετικότητας.

Μερικοί ίσχυρίζονται ότι για να γίνει

*Τα κύρια κριτήρια για την παραδοχή μιας υποθέσεως ή θεωρίας είναι οι παρατηρήσεις και τα πειράματα. Μόνον εάν οι προβλέψεις μιας θεωρίας έπαληθευτούν με παρατηρήσεις και πειράματα, μπορεί η θεωρία αυτή να γίνει δεκτή. Και πάλι όμως, η παραδοχή μιας θεωρίας δεν είναι απόλυτη, γιατί μπορεί να έλθουν νεώτερες και ακριβέστερες παρατηρήσεις, που να δείξουν έκτροπές από τη θεωρία αυτή.*

η θεωρία αυτή να γίνει δεκτή. Και πάλι όμως, η παραδοχή μιας θεωρίας δεν είναι απόλυτη, γιατί μπορεί να έλθουν νεώτερες και ακριβέστερες παρατηρήσεις, που να δείξουν έκτροπές από τη θεωρία αυτή.

Π.χ., η θεωρία του Νεύτωνος δεν εξηγεί όρισμένα φαινόμενα, όπως τη μεταβολή του περιπίου του Έρμη ή τις έκτροπές των φωτεινών ακτίνων από μακρινούς άστερες, όταν περνούν πλησίον του ήλιου. Τα φαινόμενα αυτά εξηγούνται ικανοποιητικά από τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας. Αυτό δεν σημαίνει ότι η θεωρία του Νεύτωνος είναι άχρηστη. Αντιθέτως, οι υπολογισμοί που γίνονται με βάση τον νόμο της παγκόσμιας έλξεως

δεκτή μια θεωρία, αρκεί να είναι μαθηματικά σωστή. Βεβαίως, εάν μια θεωρία περιέχει μαθηματικά λάθη, είναι a priori απορριπτέα. Άλλα αυτό δεν αρκεί. Π.χ., η μαθηματική θεωρία του Εύκλειδου είναι όρθη, υπό την έννοια ότι, αν δεχθούμε τα αξιώματά της, βρίσκουμε όρθα αποτελέσματα. Όμως το αξίωμα ότι από ένα σημείο διέρχεται μία μόνον παράλληλος προς μια δοθείσα εύθεια μπορεί να μην ισχύει στην πραγματικότητα. Υπάρχουν μη εύκλειδειες γεωμετρίες που είναι εξίσου όρθες με την Εύκλειδειο Γεωμετρία. Και φαίνεται ότι στο πραγματικό Σύμπαν η Γεωμετρία του Riemann είναι προτιμότεα από την Εύκλειδειο Γεωμετρία. (Δεν συζητούμε εδώ το γεγονός ότι ο Gödel

ἀπέδειξε ὅτι δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἀποδειχθεῖ ὅτι δὲν ὑπάρχουν ἀντιφάσεις σὲ κάθε σύστημα λογικῆς).

Οἱ φυσικοὶ νόμοι ἔχουν μιὰ καταπληκτικὴ ιδιότητα. Παρουσιάζουν μιὰ εὐνοια γιὰ τὴν ὑπαρξὴ τῆς ζωῆς καὶ τοῦ ἀνθρώπου, μιὰ ἰδιάζουσα σκοπιμότητα. Ἡ ιδιότητα αὐτὴ ὀνομάζεται «Ἀνθρωπικὴ Ἀρχή». Ὁ πρῶτος ποὺ διετύπωσε τὴν Ἀρχὴ αὐτὴ ἦταν ὁ Ἄγγλος Carter τὸ 1973. Ἐκτοτε πολλοὶ ἄλλοι ἐπεσήμαναν τὸ γεγονός ὅτι, ἂν οἱ φυσικοὶ νόμοι ἄλλαζαν, ἔστω καὶ λίγο, δὲν θὰ μπορούσε νὰ ἀναπτυχθεῖ ζωὴ. Ἐνα παραδειγμα ἀποτελεῖ ἡ δημιουργία τοῦ ἀνθρακα, ποὺ εἶναι τὸ βασικὸ στοιχεῖο τῶν ζωντανῶν ὄντων. Ὁ ἀνθρακας δημιουργήθηκε στὸ ἀρχικὸ Σύμπαν ἀπὸ τὴν ἔνωση τριῶν ἀτόμων ἠλίου. Ἡ πιθανότητα ὅμως νὰ συγκρουσθοῦν ταυτοχρόνως τρία ἄτομα ἠλίου εἶναι τόσο μικρὴ, ὥστε ἀποκλείεται νὰ γίνεῖ ἔτσι ἀνθρακας. Αὐτὸ ποὺ γίνεται στὴν πραγματικότητα εἶναι ἡ σύγκρουση δύο ἀτόμων ἠλίου ποὺ δημιουργεῖ ἕνα ἰσότοπο βηρυλλίου. Τὸ ἰσότοσο αὐτὸ εἶναι ἀσταθές, ἀλλὰ πάντως ἔχει ἀρκετὴ ζωὴ, ὥστε κατὰ τὴ διάρκειά τῆς ὑπάρξεώς του μπορεῖ νὰ κτυπηθεῖ ἀπὸ ἕνα τρίτο ἄτομο ἠλίου καὶ νὰ δημιουργήσει ἀνθρακα.

Παραδείγματα ἐφαρμογῶν τῆς ἀνθρωπικῆς ἀρχῆς ὑπάρχουν πάρα πολλά. Ἄν ὀρισμένοι φυσικοὶ νόμοι ἄλλαζαν ἔστω καὶ κατὰ 1%, δὲν θὰ ἦταν δυνατόν νὰ ὑπάρξει ζωὴ. Τὸ συμπέρασμα εἶναι ὅτι οἱ σταθερὲς ποὺ διέπουν τοὺς φυσικοὺς νόμους δὲν εἶναι τυχαῖες, ἀλλὰ ἔχουν μιὰ σκοπιμότητα. Αὐτὸ πάλι μᾶς ὀδηγεῖ σὲ ἕναν σοφὸ Δημιουργό, ποὺ δημιούργησε τὸν κόσμον καὶ τοὺς νόμους ποὺ τὸν διέπουν.

Ἀλλὰ αὐτὸ τὸ συμπέρασμα δὲν ἀρέσει σὲ ὀρισμένους. Αὐτοὶ θὰ ἠθελαν οἱ φυσικοὶ νόμοι καὶ οἱ σταθερὲς ποὺ τοὺς διέπουν νὰ εἶναι ἀπολύτως τυχαῖοι. Αὐτὸ

ἐπιτυγχάνεται μὲ τὶς διαφορὲς θεωρίες τοῦ Πολυσύμπαντος. Ὑποθέτουν πὼς ὑπάρχουν πολλὰ ἄλλα σύμπαντα ἐκτὸς ἀπὸ τὸ δικό μας Σύμπαν, καὶ τὸ καθένα ἀπὸ αὐτὰ ἔχει τοὺς δικούς του φυσικοὺς νόμους. Ὁ Hawking, παραδείγματος χάριν, θεωρεῖ ὅτι ὑπάρχουν τοῦλάχιστον  $10^{500}$  διαφορετικὰ σύμπαντα μέσα στὸ Πολυσύμπαν. Οἱ νόμοι στὰ διάφορα σύμπαντα εἶναι τυχαῖοι, καὶ στὸ δικό μας Σύμπαν «ἔτυχε» νὰ ἔχουμε τοὺς κατάλληλους νόμους γιὰ τὴν ἀνάπτυξη τῆς ζωῆς. Στὰ ἄλλα σύμπαντα, κατὰ μέγιστη πλειοψηφία, οἱ φυσικοὶ νόμοι δὲν ἐπιτρέπουν τὴν ἀνάπτυξη ζωῆς. Εἶναι δηλαδὴ νεκρὰ ἀπὸ αὐτῆς τῆς ἀπόψεως.

Ἀλλὰ ποῦ βρίσκονται αὐτὰ τὰ ἄλλα Σύμπαντα; Ἄν θεωρήσουμε ὅτι τὸ δικό μας Σύμπαν διαστέλλεται ἀπὸ τὸ Big Bang ἕως σήμερα, θὰ ἔχει διαστάσεις τῆς τάξεως τῶν 14 δισεκατομμυρίων ἐτῶν φωτός. Τὸ πλησιέστερο ἐξωτερικὸ σύμπαν ἔχει ἀπόσταση, κατὰ ἕναν ὑπολογισμό,  $10^{10000}$  ἔτη φωτός. Δηλαδὴ εἶναι ἀδύνατον νὰ ἐπικοινωνήσῃ μὲ ἐμᾶς, ἔστω καὶ μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός. Ἐπομένως, τὰ ὑποθετικὰ σύμπαντα ἔξω ἀπὸ τὸ δικό μας Σύμπαν δὲν μποροῦν νὰ ἐπικοινωνήσουν μὲ μᾶς οὔτε τώρα οὔτε στὸ ἀπώτερο μέλλον. Κατὰ συνέπεια, εἶναι ἀδύνατος ὁ ἔλεγχος τῆς ὑπάρξεώς τους, καὶ μόνο σὰν μυθιστορήματα ἐπιστημονικῆς φαντασίας μποροῦν νὰ θεωρηθοῦν.

Γιὰ τὸν λόγο αὐτὸ δὲν θὰ κάνουμε κἂν συζήτηση γιὰ τὸ Πολυσύμπαν στὸ παρὸν ἄρθρο. Στὸ ἄρθρο αὐτὸ θὰ ἀσχοληθοῦμε περιληπτικὰ μὲ τὰ κυριώτερα προβλήματα τῆς Φυσικῆς ποὺ ἔχουν κάποια σχέση μὲ τὴν κοσμοθεωρία. Τὰ θέματα αὐτὰ εἶναι:

- 1) Ὑπαρξὴ ζωῆς (καὶ νοήμονος ζωῆς)
- 2) Θεωρία τοῦ Παντός
- 3) Κβαντικὴ Φυσικὴ καὶ Σχετικότης
- 4) Γονιδίωμα - Ἐξέλιξη
- 5) Μελέτη τοῦ ἐγκεφάλου

- 6) Τεχνητή νοημοσύνη  
7) Ένέργεια

### 1. Ύπαρξη ζωής στο Σύμπαν

Η πρώτη παρατήρηση πλανητών σε αστέρες έξω του ήλιακού συστήματος έγινε το 1955 από τους M. Major και D. Queloz, οι οποίοι πήραν το βραβείο Nobel (2003). Μέχρι τότε πολλοί πίστευαν ότι υπάρχουν και άλλα πλανητικά συστήματα εκτός από το δικό μας, αλλά καμμία παρατήρηση δεν ήταν τόσο ακριβής, ώστε να αποδείξει την ύπαρξη

Kalas του πανεπιστημίου του Berkeley.

Μέχρι σήμερα έχουν βρεθεί αρκετές χιλιάδες πλανήτες γύρω από αστέρες εκτός του ήλιου. Και δεν υπάρχει πλέον αμφιβολία ότι υπάρχουν δεκάτομμύρια πλανητικά συστήματα στον Γαλαξία μας και στους άλλους γαλαξίες. Ένα σημαντικό ποσοστό των πλανητών αυτών εύρεται στις «κατοικήσιμες» ζώνες γύρω από διάφορους αστέρες. Με τον όρο «κατοικήσιμη ζώνη» εννοούμε ότι οι αποστάσεις των πλανητών αυτών από τον κεντρικό αστέρα είναι τέτοιες, ώστε να υπάρχει νερό σε υγρή μορφή.

*Παραδείγματα εφαρμογών της ανθρωπικής αρχής υπάρχουν πάρα πολλά. Αν όρισμένοι φυσικοί νόμοι άλλαζαν έστω και κατά 1 %, δεν θα ήταν δυνατόν να υπάρξει ζωή. Το συμπέρασμα είναι ότι οι σταθερές που διέπουν τους φυσικούς νόμους δεν είναι τυχαίες, αλλά έχουν μιὰ σκοπιμότητα. Αυτό πάλι μᾶς οδηγεί σε έναν σοφό Δημιουργό, που δημιούργησε τον κόσμο και τους νόμους που τον διέπουν.*

*Αλλά αυτό το συμπέρασμα δεν ἀρέσει σε όρισμένους. Αυτοί θα ήθελαν οι φυσικοί νόμοι και οι σταθερές που τους διέπουν να είναι απολύτως τυχαίοι. Αυτό επιτυγχάνεται με τις διάφορες θεωρίες του Πολυσύμπαντος.*

άλλων πλανητών. Οι παρατηρήσεις των πλανητών είναι εν γένει έμμεσες, κυρίως από τις έκτροπες που προκαλούν στην τροχιά του κεντρικού αστέρα ή από τις μεταβολές της λαμπρότητας του κεντρικού αστέρα, όταν περνάει από μπροστά του ένας πλανήτης. Οι έκτροπες της τροχιάς και οι μεταβολές λαμπρότητας είναι πολύ μικρές, και χρειάζεται μεγάλη ακρίβεια παρατηρήσεως για να διαπιστωθούν. Πάντως, άρχισαν να γίνονται και απ' ευθείας παρατηρήσεις πλανητών. Η πρώτη απ' ευθείας παρατήρηση έγινε το 2008 από τον Έλληνα αστρονόμο Paul

Πράγματι, το νερό σε υγρή μορφή είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη ζωής. Αν η απόσταση ενός πλανήτη από τον αστέρα είναι μικρή (όπως στην περίπτωση του Έρμη), ή θερμοκρασία του είναι μεγάλη, ώστε το νερό βρίσκεται μόνο σε αέρια κατάσταση. Αν πάλι η απόσταση του πλανήτη είναι μεγάλη (όπως στην περίπτωση του Διός και των έξωτερικών πλανητών του ήλιακού μας συστήματος), το νερό βρίσκεται σε κατάσταση πάγου, όποτε δύσκολα μπορεί να αναπτυχθεί ζωή σ' αυτόν. (Υπάρχουν κάποιες εξαιρέσεις, που οφείλονται σε άλλες πηγές



θερμότητας εκτός της ακτινοβολίας του κεντρικού άστέρρα, π.χ. ήφαιστεια, όπως έχουν παρατηρηθεί στον δορυφόρο Ίω του Διός).

Τὰ τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει παρατηρήσεις των ατμοσφαιρών διαφόρων πλανητών.

μα έντονη αντίδραση, και ή πρώτη έντυπωση ήταν ότι υπήρχε εκεί μικροβιακή ζωή. Άλλα κατόπιν διαπιστώθηκε ότι ό βρασμός ώφείλετο στο ότι τὰ άτομα της επιφάνειας του Άρεως ήσαν ιονισμένα (από επιδράσεις διαφόρων ακτινοβολιών), και όχι ότι ανήκαν σε μικροβιακή ζωή.

---

*Μέχρι τώρα έχουν γίνει πολλές προσπάθειες του προγράμματος SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence), για να βρούμε «λογικά» σήματα που να έρχονται από το διάστημα. Το πρόγραμμα SETI άρχισε το 1971, και μέχρι σήμερα έχουν γίνει πάρα πολλές ανιχνεύσεις προς όλα τὰ μέρη του ουρανού, χωρίς όμως αποτέλεσμα. Γιατί δεν παρατηρούμε τέτοια σήματα;*

---

Άλλα και αν ακόμη υπάρχουν οι κατάλληλες θερμοκρασίες και ατμόσφαιρες, πάλι δεν είναι βέβαιο ότι υπάρχει ζωή στους διάφορους πλανήτες. Παράδειγμα είναι ό Άρης, ό οποίος έχει κατάλληλες θερμοκρασίες (πολλές φορές άνω του μηδενός βαθμούς Κελσίου) και κατάλληλη ατμόσφαιρα με όξυγόνο, άζωτο, ύδρατμούς, αλλά δεν φαίνεται να έχει ίχνη ζωής.

Ένας πλανήτης που μελετάται έντατικά σήμερα είναι γύρω από τον πλησιέστερο άστέρρα έξω από το ήλιακό σύστημα, τον proxima Centauri, που απέχει περίπου 4 έτη φωτός από τον ήλιο. Έλπίζουμε ότι οι παρατηρήσεις θα μās δώσουν τή χημική σύσταση της ατμόσφαιράς του και άλλες λεπτομέρειες. Πάντως, ή ανίχνευση ζωής είναι κάτι πολύ δύσκολο. Ένα παράδειγμα ήταν το σκάφος Viking 1, που έφθασε στον Άρη το 1976. Μεταξύ των άλλων μετρήσεων που έκανε το σκάφος αυτό, ήταν να βάλει λίγη σκόνη από το έδαφος του Άρεως σε ένα βραστήρα, για να δούμε αν υπάρχουν μικρόβια που θα αντιδράσουν χημικά. Οι πρώτες παρατηρήσεις έδειξαν

Πάντως ή έρευνα για την ύπαρξη ζωής, έστω μικροβιακής, σε άλλους πλανήτες συνεχίζεται έντατικά. Άλλα ποιές είναι όμως οι συνέπειες μιάς ένδεχόμενης διαπιστώσεως ότι υπάρχει ζωή σε άλλους πλανήτες; Το πρώτο συμπέρασμα είναι ότι ή ζωή αυτή εξέλισσεται και σε μεγάλους χρόνους δημιουργεί όλοένα και τελειότερες μορφές ζωής, όπως στη γή. Η εξέλιξη της ζωής στη γή χρειάστηκε περίπου 4 δισεκατομμύρια έτη. Άρα είναι πολύ πιθανό ότι σε όρισμένους πολύ παλαιότερους πλανήτες έχουν δημιουργηθεί μορφές ζωής ανάλογες με τον άνθρωπο, και ίσως πιο προηγμένες.

Άν τώρα υπάρχουν λογικά όντα σε έναν πλανήτη, τότε θα έχουν δημιουργήσει έναν τεχνικό πολιτισμό που μπορεί να είναι πολύ ανώτερος από τον δικό μας. Π.χ., θα μπορούν να ταξιδέψουν σε άλλους άστέρρες, όπως θα κάνουμε και έμεις τις έπόμενες χιλιετίες. Τούλάχιστον θα μπορούν να στείλουν σήματα σε όλο τον Γαλαξία που να μαρτυρούν την ύπαρξή τους.

Μέχρι τώρα έχουν γίνει πολλές προσπάθειες του προγράμματος SETI (Search

for Extraterrestrial Intelligenece), για να βρούμε «λογικά» σήματα που να έρχονται από το διάστημα. Το πρόγραμμα SETI άρχισε το 1971, και μέχρι σήμερα έχουν γίνει πάρα πολλές άνιχνεύσεις προς όλα τα μέρη του ούρανοῦ, χωρίς ὅμως ἀποτέλεσμα. Γιατί δὲν παρατηροῦμε τέτοια σήματα; Ὑπάρχουν διάφορες ἀπαντήσεις σὲ αὐτὸ τὸ ἐρώτημα. Ἡ πρώτη ἀπάντηση εἶναι ψυχολογικῆς φύσεως: Οἱ «ἄνθρωποι» αὐτοὶ δὲν ἐνδιαφέρθηκαν νὰ στεί-

Βέβαια δὲν θεωρῶ σοβαρὲς ὀρισμένους ἀπόψεις, ὅπως τοῦ Dänning, ὅτι οἱ ἐξωγήνιοι ἐπισκέφθηκαν τὴ γῆ στὸ παρελθὸν καὶ ἔφτιαξαν τὶς πυραμίδες τῆς Αἰγύπτου καὶ ἄλλα ἐντυπωσιακὰ ἴχνη στὴ νότιο Ἀμερική.

Ἄλλὰ ἂν πράγματι ἔλθουν ἐξωγήνιοι στὴ γῆ, θὰ ἔλθουν ὡς φίλοι ἢ ὡς ἐχθροί; Ἄν ἔλθουν ὡς ἐχθροί, δὲν θὰ ὑπάρχει τρόπος νὰ τοὺς ἀντιμετωπίσουμε, γιατί θὰ εἶναι πολὺ ἰσχυρότεροι ἀπὸ ἐμᾶς. Γι'

*Γίνονται πολλές προσπάθειες για τὴν ἐνοποίηση τῶν τεσσάρων βασικῶν δυνάμεων τῆς Φυσικῆς, τῆς βαρύτητας, τῆς ἀσθενοῦς καὶ τῆς ἰσχυρῆς πυρηνικῆς δυνάμης καὶ τοῦ ἠλεκτρομαγνητισμοῦ. Μιὰ μεγάλῃ ἐπιτυχία ἦταν ἡ ἐνοποίηση τοῦ ἠλεκτρομαγνητισμοῦ μὲ τὶς ἀσθενεῖς πυρηνικὲς δυνάμεις σὲ μία δύναμη (τὴν Ἡλεκτροασθενῆ). Ἔτσι δημιουργήθηκε ἡ βασικὴ θεωρία (Standard model of particle physics). Μιὰ σημαντικὴ ἀνακάλυψη στὸν τομέα αὐτὸν ἦταν τὸ πεδίο Higgs (ποὺ περιλαμβάνει τὸ σωματίο Higgs), ποὺ δίνει μᾶζα στὰ στοιχειώδη σωματίδια. Ἡ μᾶζα τῶν σωματίων Higgs (125 GeV, Gigaelectronionvolt) ἦταν πολὺ μεγαλύτερη ἀπὸ ὅ,τι εἶχε ἀρχικὰ θεωρηθεῖ. Ἀλλὰ περαιτέρω προσπάθειες ἐνοποιήσεως (π.χ. ἡ προσπάθεια τοῦ Einstein νὰ ἐνοποιήσει τὴ βαρύτητα μὲ τὸν ἠλεκτρομαγνητισμὸ) ἀπέτυχαν.*

λοῦν σήματα σὲ ἀναζήτηση ἄλλων «συνανθρώπων» τους, οὔτε προσπάθησαν νὰ ταξιδέψουν μέσα στὸν Γαλαξία. Ἡ δευτέρη ἀπάντηση εἶναι ὅτι, ὅταν τὰ ὄντα αὐτὰ ἀπέκτησαν ὑψηλὸ πολιτισμὸ μὲ πυρηνικὲς βόμβες κ.λπ., καταστράφηκαν ἀπὸ ἐμφύλιες συρράξεις. Ὑπάρχει ὅμως καὶ μιὰ τρίτη ἀπάντηση, ὅτι λογικὰ ὄντα σὰν καὶ ἐμᾶς δὲν ὑπάρχουν πουθενά.

Πάντως ἡ ἔρευνα συνεχίζεται. Καὶ ἂς υποθέσουμε ὅτι μιὰ μέρα θὰ διαπιστώσουμε ὅτι λογικὰ ὄντα ὄχι μόνον ὑπάρχουν, ἀλλὰ καὶ μᾶς ἐπισκέπτονται.

αὐτὸ διάφοροι ἐπιστήμονες πρότειναν νὰ περιορίσουμε τὰ σήματά μας στὸ διάστημα, γιὰ νὰ μὴν προδώσουμε τὴν παρουσία μας. Ἐνα παράδειγμα μᾶς ἔδωσε ὁ Fred Hoyle μὲ τὸ μυθιστόρημά του *The Black Cloud*, ὅπου τὸ λογικὸ ὄν ποὺ μᾶς ἐπισκέπτεται εἶναι ἕνα μεσοαστρικὸ νέφος ποὺ ἔρχεται γύρω ἀπὸ τὴ γῆ, γιὰ νὰ ἀνεφοδιασθεῖ μὲ ἐνέργεια ἀπὸ τὸν ἥλιο.

Ἄς υποθέσουμε ὅμως ὅτι τὰ λογικὰ ὄντα ἔρχονται σὲ ἐμᾶς ἀπλῶς σὰν περιέργοι παρατηρητὲς καὶ θέλουν νὰ ἐπικοινωνήσουν μαζί μας. Τὸ πρῶτο ἐρώτημα

εἶναι πῶς θὰ ἐπικοινωνήσουν· σὲ ποιά γλῶσσα θὰ μιλήσουμε; Ἡ ἀπάντησις εἶναι εὐκόλῃ. Οἱ ἐπισκέπτες θὰ μάθουν γρήγορα τὴ γλῶσσά μας, καὶ δὲν θὰ ἔχουμε πρόβλημα. Τότε τί θὰ τοὺς ρωτήσουμε ἐμεῖς; Ἔδωσα αὐτὸ τὸ ἐρώτημα στοὺς φοιτητές μας καὶ πῆρα δύο βασικὰς ἀπαντήσεις. Πρῶτον, νὰ μᾶς ποῦν πῶς δὲν καταστράφηκαν ἀπὸ τὰ πυρηνικὰ

ὄντων εἰς τὸ Σύμπαν, ἡ Χριστιανικὴ Ἐκκλησία θὰ πρέπει νὰ ἀντιμετωπίσει τὸ πρόβλημα.

## 2. Ἡ Θεωρία τοῦ Παντός

Ὅπως εἶναι γνωστό, γίνονται πολλὰς προσπάθειες γιὰ τὴν ἐνοποίηση τῶν τεσσάρων βασικῶν δυνάμεων τῆς Φυσικῆς,

---

*Ἡ θεωρία τῶν χορδῶν θεωρεῖται ἀπὸ πολλοὺς ἐπιστήμονες ὡς ἡ καλύτερη θεωρία τοῦ Παντός. Ἀλλὰ ἡ θεωρία αὐτὴ ἐμφανίζεται ὑπὸ ἕξι διαφορετικὰς μορφάς. Αὐτὲς οἱ μορφές, πάλι, ἔχουν ὀρισμένες σχέσεις μεταξύ τους καὶ θεωροῦνται ὡς ἐκφράσεις μιᾶς γενικῆς θεωρίας, ποῦ ὀνομάζεται θεωρία Μ. Τὸ Μ σημαίνει Μαγικὴ ἢ Μυστηριώδης θεωρία ἢ θεωρία Μεμβράνης καὶ ἐπεκτείνεται σὲ «βράνες» (branes) περισσότερων διαστάσεων. Ἡ στοιχειώδης θεωρία Μ δὲν ἔχει ἀκόμη διατυπωθεῖ. Ἐπομένως, ἡ βασικὴ «θεωρία τοῦ Παντός» εἶναι μιὰ ἄγνωστη ἀκόμη θεωρία, ποῦ πολλοὶ ἐρευνητὲς προσπαθοῦν νὰ διατυπώσουν.*

---

ὄπλα. Καὶ δεύτερον, «τί πιστεύουν γιὰ τὸν Θεό». Πράγματι, ἡ ὑπαρξὴ ἄλλων λογικῶν ὄντων δημιουργεῖ ὀρισμένα βασικά προβλήματα γιὰ τὴ θρησκεία. Ὁ Θεὸς βέβαια εἶναι ὁ δημιουργὸς ὅλου τοῦ Σύμπαντος. Ἀλλὰ ἔστειλε τὸν Υἱὸ Του μόνο στὴ γῆ; Ὑπάρχει μιὰ φράσις τοῦ Ἰησοῦ Χριστοῦ ποῦ ἴσως ἀναφέρεται στὸ θέμα αὐτό: «Καὶ ἄλλα πρόβατα ἔχω ἃ οὐκ ἔστιν ἐκ τῆς αὐλῆς ταύτης» (Ἰω., ἰ 16). Ἡ συνήθης ἐρμηνεία, τὴν ὁποία δέχομαι καὶ ἐγώ, εἶναι ὅτι μὲ τὰ πρόβατα αὐτὰ ἐννοεῖ τοὺς ἐθνικοὺς, ἐκτὸς ἀπὸ τοὺς Ἑβραίους. Μερικοὶ ὅμως θεωροῦν ὅτι ἔτσι ὁ Χριστὸς ἀναφέρεται σὲ ἄλλους «ἀνθρώπους» ἐκτὸς τῆς γῆς.

Πάντως ἕνα εἶναι βέβαιο. Ὅτι, ἂν διαπιστωθεῖ ἡ ὑπαρξὴ ἄλλων λογικῶν

τῆς βαρύτητας, τῆς ἀσθενοῦς καὶ τῆς ἰσχυρῆς πυρηνικῆς δυνάμης καὶ τοῦ ἠλεκτρομαγνητισμοῦ. Μιὰ μεγάλη ἐπιτυχία ἦταν ἡ ἐνοποίηση τοῦ ἠλεκτρομαγνητισμοῦ μὲ τὴν ἀσθενεῖς πυρηνικὴν δυνάμειν σὲ μιὰ δυνάμιν (τὴν Ἡλεκτροασθενῆ). Ἔτσι δημιουργήθηκε ἡ βασικὴ θεωρία (Standard model of particle physics). Μιὰ σημαντικὴ ἀνακάλυψις στὸν τομέα αὐτὸν ἦταν τὸ πεδίο Higgs (ποῦ περιλαμβάνει τὸ σωματίον Higgs), ποῦ δίνει μᾶζα στὰ στοιχειώδη σωματῖα. Ἡ μᾶζα τῶν σωματίων Higgs (125 GeV, Giga-electronvolt) ἦταν πολὺ μεγαλύτερη ἀπὸ ὅ,τι εἶχε ἀρχικὰ θεωρηθεῖ. Ἀλλὰ περαιτέρω προσπάθειες ἐνοποιήσεως (π.χ. ἡ προσπάθεια τοῦ Einstein νὰ ἐνοποιήσει τὴ βαρύτητα μὲ τὸν ἠλεκτρομαγνητισμὸ)

ἀπέτυχαν.

Πριν από 43 χρόνια (1979) ο Hawking είχε διατυπώσει μιὰ θεωρία του Παντός και πίστευε ότι αυτή θα έφερνε «τὸ τέλος τῆς Φυσικῆς», γιατί στὸ μέλλον οἱ φυσικοὶ δὲν θα εἶχαν τίποτε ἄλλο νὰ κάνουν παρὰ νὰ ἐπεξεργάζονται τὶς λεπτομέρειες τῆς θεωρίας. Ὁ Hawking θεωροῦσε ὅτι τὸ Σύμπαν εἶναι πεπερασμένο, ἀλλὰ χωρὶς πέρατα (ὅπως ἡ ἐπιφάνεια μιᾶς σφαιρῆς εἶναι πεπερασμένη χωρὶς πέρατα, μόνο πού τὸ Σύμπαν εἶναι τριῶν καὶ ὄχι δύο διαστάσεων). Ἄλλοι ὅμως, ὅπως ὁ Penrose, ὑποστηρίζουν ὅτι τὸ Σύμπαν εἶναι ἄπειρο σὲ διαστάσεις, καὶ αὐτὴ εἶναι ἡ ἐπικρατοῦσα ἄποψη σήμερα. Ἐξάλλου, μετὰ τὴ θεωρία τοῦ Hawking διαπιστώθηκε ὅτι τὸ Σύμπαν ὄχι μόνον διαστέλλεται, ἀλλὰ καὶ ὅτι ἡ διαστολὴ του εἶναι ἐπιταχυνόμενη. Ἡ ἐπιταχυνόμενη διαστολὴ ἀποδίδεται σὲ μιὰ «σκοτεινὴ (δηλαδὴ ἄγνωστη) ἐνέργεια», ἡ ὁποία ἀποτελεῖ τὸ 68% τῆς ὅλης ὕλης-ἐνέργειας τοῦ Σύμπαντος. Ἀλλὰ 27% τῆς ὕλης-ἐνέργειας τοῦ Σύμπαντος ἀποδίδεται σὲ «σκοτεινὴ ὕλη» πού περιβάλλει τοὺς γαλαξίες καὶ δὲν ἐκπέμπει φῶς. Ἔτσι, μόνον 5% τῆς ὅλης ὕλης-ἐνέργειας τοῦ Σύμπαντος εἶναι ὁρατὴ (μὲ τηλεσκοπία καὶ ραδιοτηλεσκοπία). Αὐτὴ ἡ δομὴ τῆς ὕλης-ἐνέργειας τοῦ Σύμπαντος εἶναι ἡ ἐπικρατοῦσα σήμερα ἀντίληψη γιὰ τὸ Σύμπαν, ἀλλὰ εἶναι πολὺ διαφορετικὴ ἀπὸ τὴν παλαιότερη ἀντίληψη, πού ἐβασίζετο μόνο στὴν παρατηρούμενη ὕλη καὶ ἐνέργεια.

Ἀλλὰ ἀπὸ τί ἀποτελεῖται ἡ ὕλη τοῦ Σύμπαντος; Ὑπάρχουν βεβαίως στοιχειώδη σωματῖα, ἠλεκτρόνια, πρωτόνια (τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦνται ἀπὸ 3 quarks) καὶ διάφορα μεσόνια (πού ἀποτελοῦνται ἀπὸ 2 quarks), ἐκτὸς ἀπὸ τὰ φωτόνια, πού εἶναι σωματῖα τοῦ φωτός. Οἱ νεώτερες ἀντιλήψεις θεωροῦν ὅτι τὰ βασικὰ συστατικὰ τῆς ὕλης εἶναι χορδές (strings)

πού πάλλονται καὶ ἔτσι δημιουργοῦν τὰ γνωστὰ σωματῖα. Οἱ χορδές ὑπάρχουν σὲ χῶρο 10 ἢ 11 διαστάσεων, ἐκ τῶν ὁποίων οἱ 4 διαστάσεις εἶναι ὁ γνωστός χωροχρόνος, ἐνῶ οἱ ὑπόλοιπες διαστάσεις ἔχουν ἐξαιρετικὰ μικρὸ μέγεθος καὶ κατὰ κάποιον τρόπο περιβάλλουν τὶς βασικὲς 4 διαστάσεις.

Ἡ θεωρία τῶν χορδῶν θεωρεῖται ἀπὸ πολλοὺς ἐπιστήμονες ὡς ἡ καλύτερη θεωρία τοῦ Παντός. Ἀλλὰ ἡ θεωρία αὐτὴ ἐμφανίζεται ὑπὸ ἕξι διαφορετικῆς μορφῆς. Αὐτὲς οἱ μορφές, πάλι, ἔχουν ὀρισμένες σχέσεις μεταξύ τους καὶ θεωροῦνται ὡς ἐκφράσεις μιᾶς γενικῆς θεωρίας, πού ὀνομάζεται θεωρία Μ. Τὸ Μ σημαίνει Μαγικὴ ἢ Μυστηριώδης θεωρία ἢ θεωρία Μεμβράνης καὶ ἐπεκτείνεται σὲ «βράνες» (branes) περισσότερων διαστάσεων. Ἡ στοιχειώδης θεωρία Μ δὲν ἔχει ἀκόμη διατυπωθεῖ. Ἐπομένως, ἡ βασικὴ «θεωρία τοῦ Παντός» εἶναι μιὰ ἄγνωστη ἀκόμη θεωρία, πού πολλοὶ ἐρευνητὲς προσπαθοῦν νὰ διατυπώσουν.

Ἀλλὰ οἱ πολυπλοκότητες τῶν θεωριῶν πού ἀναφέραμε δὲν τελειώνουν ἐδῶ. Μία ἀκόμη πιὸ τολμηρὴ θεωρία εἶναι ἡ θεωρία τῆς ὑπερσυμμετρίας, πού δέχεται ὅτι παράλληλα μὲ τὰ σωματῖα τῆς ὕλης ὑπάρχουν ἀντίστοιχα ὑπερσυμμετρικὰ σωματῖα. Αὐτὰ ὀνομάζονται selectrons (ἀντίστοιχα τοῦ ἠλεκτρονίου), squarks (ἀντίστοιχα τοῦ quark), photinos (ἀντίστοιχα τοῦ φωτονίου), gravitinos (ἀντίστοιχα τοῦ γραβιτονίου, πού θεωρεῖται ὁ φορέας τοῦ πεδίου βαρύτητας) κ.λπ. Ἀλλὰ τέτοια σωματῖα δὲν ἔχουν παρατηρηθεῖ, καίτοι οἱ μεγάλοι σύγχρονοι ἐπιταχυντὲς φθάνουν σὲ ἐνέργειες ἄνω τῶν 13 τρισεκατομμυρίων ἠλεκτρονιοβόλτ.

Παρ' ὅλα αὐτά, ἡ ἀναζήτησις τέτοιων σωματιῶν, πού θὰ ἐξηγοῦσαν τὸ ὑλάχιστον τὴ σκοτεινὴ ὕλη τοῦ γαλαξία, συνεχίζεται ἀκόμη, μὲ ἐλπίδες ἐπιτυχίας μὲ ἀκόμη μεγαλύτερες ἐνέργειες τῶν



έπιταχυντῶν.

Τὸ συμπέρασμα εἶναι ὅτι ἡ «θεωρία τοῦ Παντός» ἀποτελεῖ ἀκόμῃ ἓνα ὄνειρο τῶν φυσικῶν, καὶ δὲν γνωρίζουμε κἀν πρὸς ποῖα κατεύθυνση πρέπει νὰ τὴν ἀναζητήσουμε.

Ἐνα πᾶντως συμπέρασμα τῶν σημερινῶν ἀντιλήψεων περὶ τοῦ Σύμπαντος εἶναι ὅτι τὸ Σύμπαν ἄρχισε μὲ μιὰ μεγάλη ἔκρηξη (τὸ Big Bang) καὶ θὰ συνεχίσει νὰ διαστελλεται ἐπ' ἄπειρον.

Ἐνα ἐνδιαφέρον συμπέρασμα τῶν σημερινῶν ἐρευνῶν εἶναι ὅτι ἡ ὀλικὴ ἐνέργεια τοῦ Σύμπαντος φαίνεται ὅτι εἶναι μηδέν. Πράγματι, ἂν ὑπολογίσουμε

Πάντως τὸ θέμα αὐτὸ συζητεῖται ἀκόμῃ σήμερα.

### 3. Κβαντικὴ θεωρία καὶ Σχετικότης

Ἡ Κβαντικὴ θεωρία καὶ ἡ θεωρία τῆς Σχετικότητος, ποὺ διατυπώθηκαν στὶς ἀρχὲς τοῦ 20<sup>οῦ</sup> αἰῶνος, ἀποτελέσαν τὴ μεγαλύτερη ἕως τώρα πρόοδο τῆς Φυσικῆς. Ἐγίναν ἀπειράριθμες ἐφαρμογὲς τῆς κβαντικῆς θεωρίας, καὶ θὰ μπορούσε νὰ πει κανεὶς ὅτι ἡ σύγχρονη τεχνολογία βασίζεται στὴν κβαντικὴ Φυσικὴ. Ἐξάλλου, ἡ θεωρία τῆς Σχετικότητος ὄχι μόνον ἐπαληθεύθηκε στὸ Σύμπαν, ἀλλὰ

---

*Ἐνα ἐνδιαφέρον συμπέρασμα τῶν σημερινῶν ἐρευνῶν εἶναι ὅτι ἡ ὀλικὴ ἐνέργεια τοῦ Σύμπαντος φαίνεται ὅτι εἶναι μηδέν. Πράγματι, ἂν ὑπολογίσουμε τὴν ἐνέργεια τῆς ὕλης (σύμφωνα μὲ τὸν νόμο τοῦ Einstein  $E=mc^2$ ), τὴν κινητικὴ ἐνέργεια (κυρίως τὴν ἐνέργεια διαστολῆς τοῦ Σύμπαντος) καὶ τὴ δυναμικὴ ἐνέργεια, ἡ ὁποία εἶναι ἀρνητικὴ, τὸ ἄθροισμά τους εἶναι πολὺ κοντὰ στὸ μηδέν. Ἄρα ἡ ἀρχικὴ δημιουργία τοῦ Σύμπαντος συνίσταται στὴν ἀνακατανομὴ τῆς θετικῆς καὶ τῆς ἀρνητικῆς ἐνέργειας, ἡ ὁποία ἔκτοτε παραμένει μηδενικὴ. Ἡ ἀποψη αὐτὴ κατὰ μερικοὺς εἶναι σύμφωνη μὲ τὴ χριστιανικὴ ἀποψη περὶ δημιουργίας τοῦ κόσμου ἐκ τοῦ μηδενός.*

---

τὴν ἐνέργεια τῆς ὕλης (σύμφωνα μὲ τὸν νόμο τοῦ Einstein  $E=mc^2$ ), τὴν κινητικὴ ἐνέργεια (κυρίως τὴν ἐνέργεια διαστολῆς τοῦ Σύμπαντος) καὶ τὴ δυναμικὴ ἐνέργεια, ἡ ὁποία εἶναι ἀρνητικὴ, τὸ ἄθροισμά τους εἶναι πολὺ κοντὰ στὸ μηδέν. Ἄρα ἡ ἀρχικὴ δημιουργία τοῦ Σύμπαντος συνίσταται στὴν ἀνακατανομὴ τῆς θετικῆς καὶ τῆς ἀρνητικῆς ἐνέργειας, ἡ ὁποία ἔκτοτε παραμένει μηδενικὴ.

Ἡ ἀποψη αὐτὴ κατὰ μερικοὺς εἶναι σύμφωνη μὲ τὴ χριστιανικὴ ἀποψη περὶ δημιουργίας τοῦ κόσμου ἐκ τοῦ μηδενός.

καὶ ὀδήγησε σὲ νέες ἀντιλήψεις γιὰ τὴ δομὴ καὶ τὴν ἐξέλιξη τοῦ Σύμπαντος, ὅπως εἶναι τὸ διαστελλόμενο σύμπαν, ἡ ἀρχὴ τοῦ Σύμπαντος (τὸ Big Bang) καὶ ἡ προβλεπόμενη ἐξέλιξη τοῦ Σύμπαντος.

Ἐν τούτοις, ἀκόμῃ δὲν ἔχει ἐπιτευχθεῖ ἡ συγχώνευση τῶν δύο αὐτῶν θεωριῶν, καὶ τὸ πρόβλημα αὐτὸ ἀποτελεῖ μιὰ πρόκληση γιὰ τὴ Φυσικὴ.

Ὅσον ἀφορᾷ τὴν κβαντικὴ θεωρία, ὑπάρχουν διάφορες ἐκδοχὲς τῆς, οἱ ὁποῖες ἔχουν διαφορετικὰ χαρακτηριστικά. Ἡ βασικὴ ἐκδοχὴ εἶναι ἡ θεωρία

της Κοπεγχάγης (Bohr, Born, Heisenberg κ.ά.). Σύμφωνα με αυτήν, η κίνηση των σωματιών διέπεται από την κυματική εξίσωση του Schrödinger. Αλλά η άβεβαιότητα που διατύπωσε ο Heisenberg δεν επιτρέπει τη λεπτομερή παρακολούθηση των τροχιών, και μόνον εάν γίνεται μια μέτρηση, διακρίνεται η κατάσταση κάθε σωματίου. Όμως η μέτρηση γίνεται από έναν κλασικό μετρητή, ο οποίος έχει διάφορες ξεχωριστές ενδείξεις. Επομένως, η μέτρηση αποτελεί μια κατάρρευση (collapse) της κυματοσυναρτήσεως σε μια

άλλα τροχιάς οι οποίες «καθοδηγούνται» από τα «όδηγα κύματα» (κυματοσυναρτήσεις  $\Psi$ ) που είναι λύσεις της εξίσωσης του Schrödinger. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, οι τροχιές των σωματιών είναι ντετερμινιστικές, δηλαδή καθορίζονται από νόμους (το δυναμικό  $V$  και τη συνάρτηση  $\Psi$ ), είτε παρατηρούνται είτε όχι.

Όταν τα σωματίδια δεν παρατηρούνται, δεν μπορούμε να πούμε σε ποιά θέση εύρισκονται και με ποιά ταχύτητα. Έτσι δημιουργούνται τα διάφορα παράδοξα της κβαντομηχανικής, όπως είναι η

*Η Κβαντική Θεβρία και η θεωρία της Σχετικότητας, που διατυπώθηκαν στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνας, αποτέλεσαν τη μεγαλύτερη έως τώρα πρόοδο της Φυσικής. Έγιναν άπειράριθμες εφαρμογές της κβαντικής θεωρίας, και θα μπορούσε να πει κανείς ότι η σύγχρονη τεχνολογία βασίζεται στην κβαντική Φυσική. Εξάλλου, η θεωρία της Σχετικότητας όχι μόνον επαληθεύθηκε στο Σύμπαν, αλλά και οδήγησε σε νέες αντιλήψεις για τη δομή και την εξέλιξη του Σύμπαντος, όπως είναι το διαστελλόμενο σύμπαν, η αρχή του Σύμπαντος (το Big Bang) και η προβλεπόμενη εξέλιξη του Σύμπαντος.*

ορισμένη τιμή (μία από τις ενδείξεις του μετρητή). Όμως οι διάφορες μετρήσεις όμοιων σωματιών δεν δίνουν πάντα την ίδια ένδειξη, αλλά έχουν μια κατανομή, πράγμα που υποδηλώνει τυχαιότητα.

Μια άλλη έκδοχή της κβαντομηχανικής είναι η «όντολογική» θεωρία των de Broglie, Bohm κ.ά., η οποία βασίζεται στις τροχιές των σωματιών, οι οποίες προκύπτουν από τις εξισώσεις του Bohm. Οι τροχιές αυτές είναι είτε οργανωμένες είτε χαοτικές, και η μελέτη τους ακολουθεί κλασικές μεθόδους, οι οποίες όμως δεν δίνουν κλασικές τροχιές,

«γάτα του Schrödinger». Μια γάτα σε ένα κλειστό κουτί είναι νεκρή, αν κτυπηθεί από ένα όπλο που πυροδοτείται από μια κοσμική ακτίνα, ή είναι ζωντανή, αν το όπλο δεν κινηθεί από την κοσμική ακτίνα. Είναι αδύνατον να πούμε αν η γάτα είναι ζωντανή ή νεκρή, εκτός αν ανοίξουμε το κουτί και δούμε τί συμβαίνει.

Ένα άλλο παράδοξο οφείλεται στους Einstein, Podolsky και Rosen (EPR). Αν διασπασθεί ένα σωματίο, τα δύο τμήματά του έχουν αντίθετα spin. Το ένα σωματίο φεύγει πολύ μακριά. Δεν ξέρουμε ποιά

σωμάτιο έχει τὸ θετικὸ spin καὶ ποιοὶ τὸ ἀρνητικὸ. Ἄν ὅμως μετρηθεῖ τὸ ἕνα σωμάτιο καὶ βρεθεῖ μετὰ θετικὸ spin, τότε ἀναγκαστικὰ τὸ ἄλλο σωμάτιο θὰ βρεθεῖ νὰ ἔχει ἀρνητικὸ spin. Αὐτὸ γίνεται ἀμέσως μετὰ τὴ μέτρηση, ὅσο μακριὰ καὶ ἂν εἶναι τὸ ἄλλο σωμάτιο. Αὐτὸ τὸ φαινόμενο ὀνομάζεται «ἐπίδραση μεγάλου βελνέκου» (long range effect), ποὺ εἶναι μὲν αἰτιώδης, ἀλλὰ ὄχι τοπικὴ. Αὐτοῦ τοῦ εἴδους τὰ μὴ τοπικὰ φαινόμενα πα-

ἀπορία τί νόημα ἔχουν οἱ κόσμοι αὐτοί).

Ἐπὶ τοῦ ἔργου ἔχονται καὶ ἄλλες παραλλαγές τῆς κβαντικῆς θεωρίας. Τελικὰ, τὸ μεγαλύτερο πρόβλημα εἶναι ποια θεωρία εἶναι συμβατὴ μετὰ τὴ θεωρία τῆς Σχετικότητας, τόσο τῆς Εἰδικῆς θεωρίας ὅσο καὶ τῆς Γενικῆς θεωρίας. Μιὰ τέτοια σύνδεση δὲν ἔχει ἐπιτευχθεῖ μέχρι σήμερα. Καὶ δεδομένου ὅτι ἡ ἐξίσωση τοῦ Schrödinger εἶναι γραμμικὴ ὡς πρὸς τὴν κυματοσυνάρτηση  $\Psi$ , γίνονται προσπάθειες νὰ προστεθεῖ

---

*Ἐπὶ τοῦ ἔργου ἔχονται καὶ ἄλλες παραλλαγές τῆς κβαντικῆς θεωρίας. Τελικὰ, τὸ μεγαλύτερο πρόβλημα εἶναι ποια θεωρία εἶναι συμβατὴ μετὰ τὴ θεωρία τῆς Σχετικότητας, τόσο τῆς Εἰδικῆς θεωρίας ὅσο καὶ τῆς Γενικῆς θεωρίας. Μιὰ τέτοια σύνδεση δὲν ἔχει ἐπιτευχθεῖ μέχρι σήμερα. Καὶ δεδομένου ὅτι ἡ ἐξίσωση τοῦ Schrödinger εἶναι γραμμικὴ ὡς πρὸς τὴν κυματοσυνάρτηση  $\Psi$ , γίνονται προσπάθειες νὰ προστεθεῖ ἕνας κατάλληλος μὴ γραμμικὸς ὄρος, ὁ ὁποῖος νὰ ὀδηγεῖ σὲ σύνδεση μετὰ τὴ Σχετικότητα καὶ τὴ βαρύτητα. Μὲ τὸ θέμα αὐτὸ ἀπασχολοῦνται πολλοὶ φυσικοὶ σήμερα. Μιὰ θεωρία τοῦ Παντὸς θὰ πρέπει ὁπωσδήποτε νὰ λύσει τὸ θέμα αὐτό.*

---

ρατηρήθηκαν πειραματικὰ, καὶ γιὰ τὶς παρατηρήσεις αὐτὲς δόθηκε τὸ βραβεῖο Nobel 2022.

Μιὰ τρίτη ἐκδοχὴ τῆς κβαντικῆς θεωρίας εἶναι ἡ θεωρία τῶν ἀπειρῶν κόσμων, καὶ διατυπώθηκε ἀπὸ τὸν Everett. Σύμφωνα μετὰ αὐτὴ τὴ θεωρία, στὴν περίπτωση τῆς γάτας τοῦ Schrödinger κατὰ τὴν πρόσκρουση τῆς κοσμικῆς ἀκτίνης δημιουργοῦνται δύο παράλληλοι κόσμοι, ἕνα μετὰ ζωντανὴ γάτα καὶ ἕνας μετὰ νεκρὴ γάτα. Ὄταν ἀνοίγουμε τὸ κουτί, βρισκόμαστε εἴτε στὸν κόσμον μετὰ ζωντανὴ γάτα εἴτε στὸν κόσμον μετὰ νεκρὴ γάτα. Ἔτσι δημιουργοῦνται συνεχῶς ἀπειράριθμοι κόσμοι, ποὺ δὲν μπορούμε νὰ τοὺς παρατηρήσουμε (τότε ὅμως δημιουργεῖται ἡ

ἕνας κατάλληλος μὴ γραμμικὸς ὄρος, ὁ ὁποῖος νὰ ὀδηγεῖ σὲ σύνδεση μετὰ τὴ Σχετικότητα καὶ τὴ βαρύτητα. Μὲ τὸ θέμα αὐτὸ ἀπασχολοῦνται πολλοὶ φυσικοὶ σήμερα. Μιὰ θεωρία τοῦ Παντὸς θὰ πρέπει ὁπωσδήποτε νὰ λύσει τὸ θέμα αὐτό.

#### 4. Γονιδίωμα - Ἐξέλιξη

Ἡ μελέτη τοῦ γονιδιώματος τοῦ ἀνθρώπου εἶχε ἀρχίσει πρὶν ἀπὸ πολλὰ ἔτη. Ὅμως τὸ βασικὸ πρόγραμμα τοῦ ἀνθρώπινου γονιδιώματος, στὸ ὁποῖο συμμετεῖχαν πολλὰ κέντρα ἀπὸ ὅλο τὸν κόσμον, ἀρχισε τὸ 1990 καὶ οὐσιαστικὰ τελείωσε τὸ 2003. Παρατηρήθηκαν  $3 \times 10^9$  ζεύγη βάσεων, ποὺ σχηματίζουν πᾶνω

από 43000 γονίδια, τα οποία ελάχιστα διαφέρουν από άνθρωπο σε άνθρωπο.

Συγχρόνως άρχισε ή μελέτη του γονιδιώματος διαφόρων ζώων, άκόμη και φυτών. Μια πρώτη έντυπωσιακή ανακάλυψη ήταν τὸ γεγονός ότι τὸ ανθρώπινο γονιδίωμα διαφέρει μόλις κατά 2% περίπου από τὸ γονιδίωμα τῶν άνωτερων θηλαστικῶν (χιμπατζήδων). Όμως αὐτὸ τὸ 2% ἔχει ὡς συνέπεια μια τεράστια διαφορά στη σκέψη, στη λογική και στὸ συναίσθημα τοῦ ανθρώπου. Η σχέση με-

σεβαστὰ και ὑποχρεωτικά για ὄλο τὸν κόσμο.

Ένυπάρχει άκόμη ὁ κίνδυνος δημιουργίας πανδημιῶν με τὴν παραγωγή νέων μικροοργανισμῶν. Τέτοιοι μικροοργανισμοί μπορούν να δημιουργηθοῦν τυχαία κατά τὴ διάρκεια ἑνὸς πειράματος ή σκοπίμως, για να χρησιμοποιηθοῦν σε ἕνα βιολογικό πόλεμο. Στην περίπτωση αὐτή ὁ κίνδυνος εἶναι πού μεγάλος, ἴσως μεγαλύτερος από τὸν κίνδυνο τῆς άτομικῆς βόμβας. Ὑπενθυμίζω τὸ μυθι-

*Η μελέτη τοῦ γονιδιώματος τοῦ ανθρώπου εἶχε άρχίσει πρὶν από πολλά ἔτη. Όμως τὸ βασικό πρόγραμμα τοῦ ανθρώπινου γονιδιώματος, στὸ ὁποῖο συμμετεἶχαν πολλά κέντρα από ὄλο τὸν κόσμο, άρχισε τὸ 1990 και οὐσιαστικά τελείωσε τὸ 2003. Παρατηρήθηκαν  $3 \times 10^9$  ζεύγη βάσεων, πού σχηματίζουν πάνω από 43000 γονίδια, τα ὁποία ελάχιστα διαφέρουν από άνθρωπο σε άνθρωπο.*

ταξὺ τῶν ιδιοτήτων αὐτῶν τοῦ ανθρώπου με τὴ διαφορά τοῦ 2% τῶν γονιδίων μελετᾶται ιδιαίτερα σήμερα.

Με τὴ σύγκριση τοῦ γονιδιώματος διαφόρων ζώων ἐκτιμᾶται πολὺ καλύτερα ή ἐξελικτική πορεία τῶν ζώων από τις άμοιβάδες στὰ άνωτερα θηλαστικά και στὸν άνθρωπο.

Ένα ἄλλο θέμα πού προκύπτει από τὴ μελέτη τοῦ γονιδιώματος εἶναι ή δυνατότης να τροποποιηθοῦν ὀρισμένα γονίδια. Αὐτὸ ἔχει ιδιαίτερη σημασία σε διάφορες κληρονομικῆς ασθένειες, ἄλλα ἔχει και σοβαροὺς κινδύνους. Διότι οἱ τεχνητῆς ἄλλαγῆς μπορούν ἴσως να δημιουργήσουν τέρατα. Γι' αὐτὸ κάθε ἐπέμβαση στὸ γονιδίωμα πρέπει να ἐλέγχεται προσεκτικά από τὴν ἐπιστημονική κοινότητα. Πρέπει να δημιουργηθοῦν ὀργανισμοί ἐλέγχου, με αὐστηρὰ κριτήρια, πού θα πρέπει να γίνουν αναγκαστικά

στόρημα τοῦ Η. G. Wells Ὁ πόλεμος τῶν Κόσμων, για τὴν εἰσβολή τῶν ἀρειανῶν στη γῆ. Οἱ ἀρειανοί νικοῦν εὐκόλα τοὺς στρατοὺς τῆς γῆς και καταλαμβάνουν τὴ γῆ. Ἀλλὰ λίγο ἀργότερα πεθαίνουν ὄλοι από ἀρρώστιες πού τοὺς προκαλοῦν τὰ μικρόβια τῆς γῆς.

## 5. Μελέτη τοῦ Ἐγκεφάλου

Η μελέτη τοῦ ἔγκεφάλου ἔχει άρχίσει από τὴν ἀρχαιότητα. Χρειάστηκαν ὅμως πολλοί αἰῶνες, για να διαπιστωθεῖ ὅτι στὸν ἔγκέφαλο ὑπάρχουν διαφορετικά κέντρα, ὀράσεως, ἀκοῆς κ.λπ. Η μελέτη τῶν κέντρων αὐτῶν συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Πάντως διαπιστώθηκε ή συνεργασία τῶν διαφόρων κέντρων και ή δυνατότης ἀντικαταστάσεως ὀρισμένων λειτουργιῶν τοῦ ἔγκεφάλου μετὰ από τραυματισμούς. Θεωρεῖται βέβαιο ὅτι ὁ



ἐγκέφαλος εἶναι ἡ ἔδρα τῶν αἰσθήσεων, τῶν σκέψεων καὶ τῶν συναισθημάτων τοῦ ἀνθρώπου. Π.χ., ἔχει διαπιστωθεῖ ὅτι, ὅταν ὁ ἄνθρωπος ἔχει λύπη, χαρὰ ἢ θυμό, αἱματώνεται διαφορετικὰ ὁ ἐγκέφαλος.

Μία σημαντικὴ ὥθηση πρὸς τὴν ἔρευνα τοῦ ἐγκεφάλου δόθηκε σχετικὰ πρόσφατα (τὸ 2013), μετὰ τὸ τέλος τοῦ προγράμματος τοῦ ἀνθρώπινου γονιδιώματος. Πράγματι, τὸν Ἀπρίλιο τοῦ 2013 ὁ πρόεδρος τῶν ΗΠΑ ἀνίγγειλε τὸ πρόγραμμα αὐτό (Brain initiative) καὶ ἄρχισε νὰ τὸ χρηματοδοτεῖ μὲ μεγάλα ποσά. Κατόπιν αὐτοῦ, πολλὰ ἐρευνητικὰ κέντρα σὲ ὅλο

ἔρευνα τοῦ ἐγκεφάλου νὰ ἐλέγχεται συστηματικὰ ἀπὸ τὴν ἐπιστημονικὴ κοινότητα καὶ ὅλα τὰ κράτη νὰ ἀποφασίσουν τὸν ἔλεγχο αὐτὸ καὶ τὴν ἐπιβολὴ ἠθικῶν κανόνων κατὰ τὴ λειτουργία τῆς ἔρευνας.

## 6. Τεχνητὴ νοημοσύνη

Μηχανήματα ποὺ κάνουν αὐτόματα ὀρισμένες ἐνέργειες ἔχουν κατασκευασθεῖ ἐδῶ καὶ αἰῶνες. Ὅμως τὰ τελευταῖα χρόνια ἡ πρόοδος στὸν τομέα τῆς αὐτοματοποιήσεως ἔχει προχωρήσει καταπληκτικὰ. Ἔχουν κατασκευασθεῖ ρομπότ ποὺ κάνουν πολλές «ἀνθρώπινες» ἐργασίες,

---

*Ἐνα θέμα ποὺ προκύπτει ἀπὸ τὴ μελέτη τοῦ γονιδιώματος εἶναι ἡ δυνατότης νὰ τροποποιηθοῦν ὀρισμένα γονίδια.*

*Αὐτὸ ἔχει ἰδιαίτερη σημασία σὲ διάφορες κληρονομικὲς ἀσθένειες, ἀλλὰ ἔχει καὶ σοβαροὺς κινδύνους. Διότι οἱ τεχνητὲς ἀλλαγὲς μποροῦν ἴσως νὰ δημιουργήσουν τέρατα. Γι' αὐτὸ κάθε ἐπέμβαση στὸ γονιδίωμα πρέπει νὰ ἐλέγχεται προσεκτικὰ ἀπὸ τὴν ἐπιστημονικὴ κοινότητα. Πρέπει νὰ δημιουργηθοῦν ὀργανισμοὶ ἐλέγχου, μὲ αὐστηρὰ κριτήρια, ποὺ θὰ πρέπει νὰ γίνουν ἀναγκαστικὰ σεβαστὰ καὶ ὑποχρεωτικὰ γιὰ ὅλο τὸν κόσμο.*

---

τὸν κόσμο ἄρχισαν ἐντατικὰ προγράμματα ἐρεύνης τοῦ ἐγκεφάλου.

Τρίτο θέμα εἶναι ἡ μελέτη τῶν ἀσθενειῶν τοῦ ἐγκεφάλου καὶ ἡ προσπάθεια θεραπείας των. Ἄλλὰ ἐδῶ ὑπάρχει ἓνας τρομερὸς κίνδυνος. Ἐὰν οἱ ἐπιστήμονες μποροῦν νὰ ἐπέμβουν εἰς τὴν λειτουργία τοῦ ἐγκεφάλου, πῶς θὰ εἴμαστε βέβαιοι ὅτι αὐτὸ θὰ γίνεται γιὰ τὸ καλὸ τοῦ ἀνθρώπου; Τί θὰ ἐμποδίσει ὀρισμένους ἐπιστήμονες νὰ προκαλέσουν κακὸ στὸν ἄνθρωπο, εἴτε ἀθέλητα εἴτε ἠθελημένα στοὺς ἐχθροὺς ἐνὸς κράτους;

Γιὰ τοὺς λόγους αὐτοὺς πρέπει ἡ

«συνομιλοῦν» μὲ τοὺς ἀνθρώπους, κινοῦν μηχανὲς ἢ αὐτοκίνητα καὶ κάνουν καταπληκτικὲς ἐγχειρήσεις στὰ νοσοκομεῖα. Βεβαίως, ὅλα αὐτὰ γίνονται μὲ τὴν χρησιμοποίηση ἠλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν ποὺ μιμοῦνται μὲ μεγάλη ἐπιτυχία τὶς ἀνθρώπινες ἐνέργειες. Π.χ., οἱ ἠλεκτρονικοὶ ὑπολογιστὲς κάνουν ὑπολογισμοὺς μὲ ταχύτητα ἑκατομμύρια φορὲς μεγαλύτερη ἀπὸ τὸν ἀνθρωπο-ἐπιστήμονα. Ἀλλὰ τὸ κύριο χαρακτηριστικὸ τους εἶναι ὅτι «μαθαίνουν». Δηλαδή δημιουργοῦν νέα στοιχεῖα στὴ μνήμη τους, ποὺ προέρχονται ἀπὸ παρατηρήσεις ἢ μαθηματικὴ

άνάλυση δεδομένων, και χρησιμοποιούν τα νέα αυτά στοιχεία σε νεώτερες εργασίες. Έτσι τα ηλεκτρονικά αυτοκίνητα μαθαίνουν να κινούνται μέσα στην πολύπλοκη κυκλοφοριακή κίνηση κ.ο.κ.

Μία από τις έντυπωμασιακές επιτυχίες της τεχνητής νοημοσύνης είναι ότι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές μπορούν να κάνουν θεωρητική έπιστήμη, πολλές φορές καλύτερα από τον άνθρωπο. Π.χ., έδωσαν σε έναν υπολογιστή τις παρατηρήσεις των πλανητών που χρησιμοποιούσαν ο Kepler και ο Newton και του έθεσαν το ερώτημα τί είδους τροχιές

γος σε όλα αυτά. Τον αντίλογο αυτόν τον περιέγραψε με γλαφυρό τρόπο ο R. Penrose (Nobel Φυσικής 2021) στο βιβλίο του *The Emperor's New Mind (Το νέο μυαλό του αυτοκράτορα)*. Ο τίτλος αυτός είναι απομίμηση του παραμυθιού του Grim «Τα νέα ρούχα του Αυτοκράτορα». Στο παραμύθι αυτό εμφανίζονται δύο άπατεωνες, οι οποίοι ισχυρίζονται στον βασιλιά και στους υπηκόους του ότι θα του φτιάξουν τα ωραιότερα ρούχα του κόσμου, ενώ δεν έχουν τίποτα. Πείθουν τον αυτοκράτορα ότι μόνον οι έξυπνοι άνθρωποι βλέπουν τα ρούχα αυτά, ενώ

*Μια σημαντική ώθηση προς την έρευνα του έγκεφάλου δόθηκε σχετικα πρόσφατα (τò 2013), μετὰ τò τέλος τού προγράμματος τού ανθρώπινου γονιδιώματος. Πράγματι, τòn Απρίλιο τού 2013 ó πρόεδρος τών ΗΠΑ ανήγγειλε τò πρόγραμμα αυτό (Brain initiative) και άρχισε νὰ τò χρηματοδοτῆ με μεγάλα ποσά. Κατόπιν αυτού, πολλά έρευνητικά κέντρα σε όλο τòn κόσμο άρχισαν έντατικά προγράμματα έρεύνης τού έγκεφάλου.*

έχουν οι πλανήτες και ποιές δυνάμεις προκαλούν τις κινήσεις τους. Η άπάντηση ήλθε σε μία ώρα. Οι κινήσεις είναι έλλειπτικές, και η δύναμη ύπακούει στον νόμο  $1/r^2$  (τòn νόμο τού Νεύτωνος). Δηλαδή, μέσα σε μία ώρα «ανακάλυψαν» αυτά που οι πιδ σοφοί άνθρωποι της έποχής τους χρειάστηκαν δεκαετίες, για να ανακαλύψουν. Θα έλεγε λοιπόν κανείς ότι η τεχνητή νοημοσύνη υπερέχει έναντι της ανθρώπινης νοημοσύνης. Και κατὰ συνέπεια, τò μέλλον ανήκει στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, και όχι στους ανθρώπους. Έτσι φαντάστηκαν τò μέλλον μερικοί συγγραφείς έργων έπιστημονικής φαντασίας.

Άλλα υπάρχει ένας βασικός αντίλο-

όσοι δεν τα βλέπουν είναι άνόητοι. Έτσι, όλοι φοβούνται να πουν ότι δεν βλέπουν τα ρούχα και ισχυρίζονται ότι είναι θαυμάσια. Κάποια στιγμή ó αυτοκράτορας «φορᾶ» τὰ άνύπαρκτα ρούχα και βγαίνει στον δρόμο. Άλλα ενώ όλος ó κόσμος τòn χειροκροτῆ, ένα παιδάκι φωνάζει «Καλέ, ó αυτοκράτορας είναι γυμνός».

Κατὰ τòn ίδιο τρόπο, ó νέος νους τού αυτοκράτορα τού Penrose είναι άνύπαρκτος. Και ó Penrose δίνει πολλές πειστικές άποδείξεις τού ισχυρισμού αυτού.

Τò βασικό έπιχείρημα είναι ότι δεχόμαστε σύστημα άξιωματών που δεν είναι δυνατόν να συμπεριλάβει όλη τήν πραγματικότητα. Υπάρχουν ερωτήσεις που δεν μπορούν να άπαντηθούν με βάση

τὰ δοθέντα αξιώματα, οὔτε θετικά οὔτε ἀρνητικά. Αὐτὸ τὸ ἀπέδειξε ὁ K. Gödel (τὸ 1929), καὶ θεωρεῖται ἡ πιὸ σημαντικὴ ἀνακάλυψη στὴ μαθηματικὴ ἐπιστὴμὴ ἀπὸ τὴν ἐποχὴ τῶν ἀρχαίων Ἑλλήνων μέχρι σήμερα. Μιὰ τέτοια πρόταση, ποὺ δὲν παίρνει ἀπάντηση, εἶναι ὅτι τὸ δοθὲν σύστημα αξιωμάτων δὲν περιέχει ἀντιφάσεις. Δὲν ὑπάρχει δυνατότης μὲ βάση τὰ αξιώματα αὐτὰ νὰ ἀποδειχθεῖ ὅτι δὲν ὑπάρχει (κρυμμένη) ἀντίφαση μεταξύ τους. Στὸ βιβλίο τοῦ Penrose δίνονται καὶ ἄλλες προτάσεις ποὺ δὲν μποροῦν νὰ πάρουν ἀπάντηση, οὔτε θετικὴ οὔτε ἀρνητικὴ. Ὅμως ὁ ἀνθρῶπος ποὺ ἐνεργεῖ

τὸν ὑπολογισμό βγάζοντας ἓνα ἀποτελέσμα ἢ θὰ συνεχίσει νὰ λειτουργεῖ ἐπ' ἄπειρον. Ἐνα πρόβλημα ποὺ ἔχει λύση εἶναι νὰ βρεθεῖ ἓνας πρῶτος ἀριθμὸς μεγαλύτερος τοῦ 10. Ἀλλὰ ἂν τὸ πρόβλημα εἶναι νὰ βρεθεῖ ἓνας πρῶτος ἀριθμὸς ποὺ νὰ εἶναι ἄθροισμα δύο ἀρτίων ἀριθμῶν, τὸ πρόβλημα αὐτὸ δὲν ἔχει λύση, καὶ ὁ ὑπολογιστὴς ψάχνει ἐπ' ἄπειρον νὰ βρεῖ ἓναν τέτοιο ἀριθμὸ καὶ δὲν τὸν βρίσκει. Πράγματι, τὸ ἄθροισμα δύο ἀρτίων ἀριθμῶν εἶναι ἄρτιος, ἄρα ποτὲ δὲν εἶναι πρῶτος ἀριθμὸς.

Τὸ βασικὸ τώρα ἐρώτημα τοῦ Turing εἶναι ἂν ὑπάρχει ἓνας ἀλγόριθμος ποὺ νὰ

---

*Ὁ οἰοσδήποτε ἠλεκτρονικὸς ὑπολογιστὴς ἔχει ὅρια στοὺς ὑπολογισμούς του. Καὶ ὅσο σημαντικὸς καὶ ἂν εἶναι «ὁ νέος νοῦς τοῦ αὐτοκράτορα», ὅμως στὴν πραγματικότητα εἶναι περιορισμένος. Ὁ νέος νοῦς τοῦ αὐτοκράτορα εἶναι γυμνός. Ἀντιθέτως, ὁ νοῦς τοῦ ἀνθρώπου ἔχει ἀπεριόριστες δυνατότητες καὶ μπορεῖ νὰ δώσει ἀπαντήσεις, ἀκόμη καὶ ὅταν ὁ πιὸ τέλειος ἠλεκτρονικὸς ὑπολογιστὴς βρίσκεται σὲ ἀδιέξοδο. Ὁ συλλογισμὸς τοῦ Turing ἀποδεικνύει ἀκριβῶς τὸ ὅτι ὁ ἀνθρώπινος νοῦς εἶναι ἀνώτερος ἀπὸ κάθε ὑπολογιστή.*

---

πέρα ἀπὸ τὰ δοθέντα αξιώματα μπορεῖ νὰ «δεῖ» μὲ τρόπο ἄμεσο τὴν ἀλήθεια ὀρισμένων τέτοιων προτάσεων.

Μιὰ ἐφαρμογὴ τοῦ θεωρήματος τοῦ Gödel στοὺς ὑπολογιστὲς ἔκανε ὁ A. Turing (τὸ 1929). Ὁ Turing εἰσήγαγε τὸν ὄρο «ὑπολογιστὴς Turing», ποὺ σημαίνει ἓναν ὑπολογιστὴ μὲ ἄπειρη μνήμη καὶ ἀπεριόριστο διαθέσιμο χρόνο (καὶ ἓνας τέτοιος ὑπολογιστὴς ἀποδεικνύεται ὅτι δίνει τὰ ἴδια ἀποτελέσματα μὲ ὅποιονδήποτε ἠλεκτρονικὸ ὑπολογιστή). Τὸ πρόβλημα ποὺ θέτει ὁ Turing εἶναι ἂν ἓνας ὑπολογιστὴς θὰ τελειώσει κάποτε

μᾶς λέει ἂν κάθε δοθὲν πρόβλημα ἔχει ἀπάντηση (καὶ ὁ ὑπολογισμὸς τελειώνει) ἢ δὲν ἔχει ἀπάντηση (καὶ ὁ ὑπολογισμὸς ποτὲ δὲν τελειώνει). Ὁ Turing ἀποδεικνύει ὅτι τέτοιος ἀλγόριθμος δὲν ὑπάρχει.

Κατὰ συνέπειαν, ὁ οἰοσδήποτε ἠλεκτρονικὸς ὑπολογιστὴς ἔχει ὅρια στοὺς ὑπολογισμούς του. Καὶ ὅσο σημαντικὸς καὶ ἂν εἶναι «ὁ νέος νοῦς τοῦ αὐτοκράτορα», ὅμως στὴν πραγματικότητα εἶναι περιορισμένος. Ὁ νέος νοῦς τοῦ αὐτοκράτορα εἶναι γυμνός.

Ἀντιθέτως, ὁ νοῦς τοῦ ἀνθρώπου ἔχει ἀπεριόριστες δυνατότητες καὶ μπορεῖ

νά δώσει απαντήσεις, ακόμη και όταν όπιό τέλειος ηλεκτρονικός υπολογιστής βρίσκεται σε άδιέξοδο. Ο συλλογισμός του Turing αποδεικνύει ακριβώς τὸ ὅτι ὁ ἄνθρωπος νοῦς εἶναι ἀνώτερος ἀπὸ κάθε υπολογιστή.

## 7. Ἐνέργεια

Ἡ παραγωγή ἐνέργειας ἀποτελεῖ ἴσως τὸ μεγαλύτερο σημερινὸ πρόβλημα τοῦ πλανήτη μας. Τὰ τεράστια ἀποθέματα πετρελαίου, φυσικοῦ ἀερίου κ.λπ. τείνουν νὰ ἐξαντληθοῦν. Παρ' ὅλον ὅτι νέες πηγὲς βρίσκονται μὲ ὑποθαλάσσιες γεωτρήσεις, ὅλες αὐτὲς οἱ πηγὲς ἔχουν πεπερασμένο χρόνο ζωῆς, τὸ πολὺ μερικὲς ἑκατονταετίες. Ἐξ ἄλλου, οἱ ἀνα-

καὶ ἡ ὕλη ποὺ χρησιμοποιεῖται (νερό) εἶναι ἀπεριόριστος ποσότητας.

Ὑπάρχουν δύο βασικὲς μέθοδοι γιὰ τὴν ἐπίτευξη συντήξεως. Ἡ πρώτη εἶναι μὲ συγκρούσεις πρωτονίων μέσα σὲ ἰσχυρὰ μαγνητικὰ πεδία. Αὐτὴ ἡ μέθοδος χρησιμοποιεῖται σὲ σημαντικὰ κέντρα τοῦ πλανήτη, ὅπως στὸ ITER τῆς Γαλλίας, ποὺ γίνεται μὲ συνεργασία πολλῶν κρατῶν. Μέχρι αὐτῆς τῆς στιγμῆς δὲν ἔχει ἐπιτευχθεῖ ἰκανοποιητικὴ ἀπόδοση ἐνέργειας στὰ κέντρα αὐτά. Ἐλπίζεται ὅμως ὅτι κάποτε θὰ ἀποδώσουν οὐσιαστικὰ ἀποτελέσματα.

Ἡ ἄλλη μέθοδος εἶναι μὲ βομβαρδισμό σωματίων μὲ ἰσχυρὲς πηγὲς laser. Αὐτὴ ἡ μέθοδος ἀπέδωσε γιὰ πρώτη φορὰ πρὸς τὰ τέλη τοῦ 2022 ἐνέργεια

*Ἡ ἐλπίδα γιὰ τὴν ἀνθρωπότητα τοῦ ἐπόμενου αἰῶνα στηρίζεται στὴν πυρηνικὴ ἐνέργεια τῆς συντήξεως. Ἐλπίζουμε ὅτι αὐτὴ θὰ δώσει λύση στὰ προβλήματα ἐνέργειας τῆς ἀνθρωπότητας, πρὶν ἐξαντληθοῦν οἱ ἄλλες πηγὲς ἐνέργειας ποὺ χρησιμοποιοῦνται σήμερα.*

νεώσιμες πηγὲς ἐνέργειας ἀπὸ τὸν ἥλιο, τὸν ἀέρα καὶ τὴ θάλασσα δὲν μποροῦν νὰ ἀναπληρώσουν τὶς ἀνάγκες μας.

Ἔτσι, μένει μόνον ἡ πυρηνικὴ ἐνέργεια. Ἡ ἐνέργεια ἀπὸ τὴ σχάση τοῦ οὐρανίου ἔχει ἀντικαταστήσει ἐν πολλοῖς σὲ μερικὰ κράτη (π.χ. Γαλλία) τὶς παραδοσιακὲς πηγὲς ἐνέργειας (παραγωγή τοῦ ἄνθρακα). Ἀλλὰ ἡ ἐνέργεια αὐτὴ ἔχει πολλοὺς κινδύνους, εἴτε λόγῳ ἑνὸς ἀτυχήματος (π.χ. Chernobyl καὶ Fukushima) εἴτε λόγῳ μόλυνσεως τοῦ περιβάλλοντος. Βεβαίως, τελευταῖα ἔχουν ληφθεῖ μέτρα γιὰ τὴν ἀποφυγὴ δυσμενῶν καταστάσεων, ἀλλὰ αὐτὰ εἶναι πάντα ἀνεπαρκῆ.

Ἡ μόνη ἀσφαλῆς πηγὴ πυρηνικῆς ἐνέργειας εἶναι ἡ σύντηξη. Ἡ ἐνέργεια αὐτὴ δὲν ἀφήνει ραδιενεργὰ κατάλοιπα,

μεγαλύτερη ἀπὸ αὐτὴν ποὺ δαπανοῦν τὰ laser. Ἐπομένως, εἶναι δυνατόν νὰ χρησιμοποιήσουμε τὴν ἐνέργεια ποὺ περισεύει γιὰ διάφορους σκοπούς. Βεβαίως, θὰ χρειασθοῦν ἀκόμη χρόνια πειραμάτων, γιὰ νὰ χρησιμοποιηθεῖ αὐτὴ ἡ ἐνέργεια σὲ μεγάλη κλίμακα. Ἀλλὰ δὲν ὑπάρχει ἀμφιβολία ὅτι κάτι τέτοιο εἶναι δυνατόν εἰς τὸ μέλλον.

Ἐπομένως, ἡ ἐλπίδα γιὰ τὴν ἀνθρωπότητα τοῦ ἐπόμενου αἰῶνα στηρίζεται στὴν πυρηνικὴ ἐνέργεια τῆς συντήξεως. Ἐλπίζουμε ὅτι αὐτὴ θὰ δώσει λύση στὰ προβλήματα ἐνέργειας τῆς ἀνθρωπότητας, πρὶν ἐξαντληθοῦν οἱ ἄλλες πηγὲς ἐνέργειας ποὺ χρησιμοποιοῦνται σήμερα.

**ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΣ**

Ἀκαδημαϊκός