

# Από τις φυσικομαθηματικές επιστήμες

Από τη μικροφυσική στην κοσμολογία - με όλα τα ενδιάμεσα

**Ε. Ν. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ, Από τα κούρακ μέχρι το Σύμπαν - Μια σύντομη περιήγηση, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, σελ. 324**

Ο Θεός, δηλαδή η υπόσταση που απολείται από απειρία κατηγορημάτων, που το καθένας τους εκφράζει μια αιώνια και άπειρη ουσία, υπάρχει αναγκαία Μπαρούχ Σπινόζα, Ηθική, Μέρος 1<sup>ο</sup>, Θεώρημα 11

» Είναι πολλά πια τα βιβλία τα οποία γράφονται με σκοπό να γνωρίσουν σε ένα ευρύτερο κοινό τα πορίσματα της σύγχρονης επιστήμης. Όπως πολλά είναι και αυτά που μεταφράζονται στη γλώσσα μας. Πράγμα που είναι ευχής έργο και καθόλου αυτονόητο, όπως πολύ καλά ξέρουν όσοι



Πυρετός του αρχαίου: Λίζη Καλλιγά, New Ifte, 2007. δύο έγχρωμες φωτογραφίες, ευγενική παραχώρηση της καλλιτέχνιδας

## ΤΟΥ ΧΡΗΣΤΟΥ ΛΑΣΚΟΥ

σπούδαζαν φυσικομαθηματικά ακόμη και στη δεκαετία του '80, όταν ήταν πολύ δύσκολο να εντοπίσει κάτι σχετικό και αξιόπιστο ταυτόχρονα στα ελληνικά. Σήμερα, λοιπόν, βρισκόμαστε στο αντίθετο σημείο. Τα βιβλία είναι τόσα, που είναι σχεδόν αδύνατο να τα διαβάσει κάποιος όλα. Ευτυχώς δεν είναι όλα ίδια.

Ο Ελευθέριος Οικονόμου είναι ένας από τους φυσικούς με τη ποιοτικότερη συμβολή στο συγκεκριμένο τομέα. Το έργο του «Η Φυσική σήμερα» αποτελεί εμπληρωμένο έργο σε διεθνές επίπεδο σε ό, τι αφορά την ενδελεχή χαρτογράφηση της σύγχρονης Φυσικής. Θα το λητούσα να πω μοναδικό. Με το νέο του βιβλίο, που παρουσιάζουμε σήμερα, ολοκληρώνει τη συμβολή του προσφέροντας ένα χειρίδιο για μια βαθύτερη κατανόηση του μέτρου που δεν αποφεύγει τη λαλογοιμένη, δεδομένου του στόχου, χρήση που απαραιτήτου μαθηματικού φορμαλισμού. Απαραίτητο χωρίς αμφιβολία, αν συνειδητοποιήσουμε μια αναμφισβήτητη αλήθεια: η σύγχρονη Φυσική είναι μαθηματική Φυσική ή, ίσως, δεν είναι τίποτε.

Θέλω να πω, η πρόσβαση στα μυστικά της φύσης, από ένα σημείο κι έπειτα, γίνεται αδύνατη χωρίς την προσφυγή στα μαθηματικά. Το καλό νέο είναι πως δεν απαιτείται να γίνουμε άλλο ειδικό ή, έστω, προχωρημένοι στη διαφορική γεωμετρία και στον τανυστικό λογισμό. Το «κακό» πως δεν θα πάμε πολύ μακριά αν δεν μπορούμε να χειριστούμε τις συναρτήσεις που μάθαμε στο Λύκειο.

Ο Οικονόμου, λοιπόν, απαιτώντας από μας εξοικείωση με παραγωγίσιες, ολοκληρωμένες και στοιχειώδεις συναρτήσεις - γνώσεις του Λυκείου, ζανάλω - μας υπόκειται να μας πάει πολύ μακριά στο ταξίδι της γνώσης του Κόσμου. Και τηρεί την υπόσχεσή του στο ακέραιο. Μας πηγαίνει από το κούρακ και το ντερίνο μέχρι το Σύμπαν ως όλον δεικνώντάς μας πώς αυτό γίνεται με τρόπο ενιαίο ακριβώς λόγω της χρήσης του μαθηματικού φορμαλισμού. Εκκινώντας από την ατομική ιδέα

-αποδίδοντας τα θριαμβευτικά εύσημα στη Δημόκριτο - μας μαθαίνει τα θεμελιώδη: κβαντική μηχανική και θερμοδυναμική, όσο χρειάζεται για να χτίσει πάνω τους μια περιήγηση στον κόσμο από την κλίμακα των  $10^{-18}$  μέτρων (του ηλεκτρονίου) μέχρι αυτών των  $10^{26}$  (του αστρονομικού Σύμπαντος).

Ο Οικονόμου θεωρεί πως η ατομική ιδέα είναι η πιο σημαντική ιδέα της Επιστήμης, γιατί σ' αυτήν ενυπάρχει τεράστια ποσότητα πληροφορίας. Προς υποστήριξη αυτής της άποψης παραπέμπει στον Ρίτσαρντ Φέινμαν (Feynman): «Εάν σ' ένα παγκόσμιο κατακλυσμό, όλη η επιστημονική γνώση επρόκειτο να καταστραφεί εκτός από μια μόνο πρόταση που θα περνούσε στις επόμενες γενιές, ποια θα ήταν αυτή η πρόταση που θα περιείχε τη μέγιστη πληροφορία με τις ελάχιστες λέξεις; Πιστεύω ότι είναι η ατομική ιδέα ότι, δηλαδή, τα πάντα είναι φτιαγμένα από άτομα - μικροσκοπικά σωματίδια που κινούνται γύρω - γύρω αέναα, έλκοντας άλλα ότα να είναι σε κοντινή απόσταση, αλλά απωθώντας άλλα ότα όταν συμπεσθούν το ένα πάνω στο άλλο. Σ' αυτή τη μία πρόταση ενυπάρχει μια τεράστια ποσότητα πληροφορίας για τον Κόσμο, εάν διαθέσει κανείς λίγη φαντασία και σκέψη».

Με την ατομική υπόθεση ως βάση και δύο ακόμη θεμελιώδεις ιδέες, αυτές του κυριατωσυμαπτιδιακού δυισμού - πως όλα στο κόσμο είναι μαζί σωματία και κύματα - και της ευσταθούς ισορροπίας στην ελάχιστη ενέργεια - πως οι σταθερές δομές της ύλης είναι αυτές που έχουν την ελάχιστη ενέργεια - διεξέρχεται πολύ παραγωγικά όλη την κλίμακα των αλληλεπιδράσεων και των δομών της ύλης. Φωτόνια, γλοιόνια, διανυσματικά ποζόνια, βρωτόνια και ηλεκτρόνια, κούρακ, πρωτόνια, νετρόνια, πυρίνες, άτομα και μόρια μέχρι τις πέτρες και τους πλανήτες, τα κανονικά άστρα, τους λευκούς νάνους, τα άστρα νετρονίων και τις μαύρες τρύπες, το Σύμπαν ολόκληρο.

Μαθαίνοντάς μας Φυσική απαντάει στα

πανάρχαια ερωτήματα: Πώς είναι φτιαγμένος ο Κόσμος; Υπάρχει μια υποκείμενη απλότητα στην τεράστια ποικιλία και περιπλοκότητα του Κόσμου; Πώς έγινε ο Κόσμος; Και, θυμίζοντας το γουντυλανετικό «έχω μια απάντηση, έχεις μια ερώτηση;», αναρωτιέται για το αυτονόητο: Γιατί ο Κόσμος εμφανίζεται σταθερός; Γιατί δεν συνθλίβεται, δεν καταρρέει; Αλλά και πιο πεζά: Γιατί οι πλανήτες έχουν σφαιρικό σχήμα; Αλλά και γιατί δεν είναι ακριβώς σφαιρικά; Γιατί το μεγαλύτερο βουνό στη Γη έχει ύψος 9000 μέτρα (Εββερεστ) και στην Άρη 25000 (Ολυμπος); Για να καταλήξει με την ιστορία του Σύμπαντος, όπως την αφηγείται η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, ως διαδοχή τριών εποχών, της φωτοκρατίας, της υλοκρατίας και της εποχής στο τέλος της οποίας θα επικρατήσει η σκοτεινή ενέργεια. Δηλαδή; Διαβάστε το βιβλίο.

\*\*\*

Όπως εξ αρχής σημείωσα, η διαφορά του βιβλίου του Οικονόμου σε σχέση με άλλα αντίστοιχα είναι η εκτεταμένη χρήση μαθηματικών. Αυτό συνιστά, νομίζω, και το μεγάλο πλεονέκτημά του. Όχι μόνο για τους λόγους που ήδη επισημάνθηκαν, αλλά και γιατί αυτή του η επιλογή, όσο κι αν φαίνεται παράξενο σε πολλούς, μας δίνει μεγαλύτερες δυνατότητες φιλοσοφικής αναζήτησης. Αυτή μου η πεποίθηση εξηγεί και την επιλογή του εισαγωγικού μου παραθέματος. Επέλεξα Σπινόζα γιατί πρόκειται για τον κατεχόν κερυφαίο στοχαστή που θεωρεί πως η αποκλειστική μορφή που ταιριάζει στη φιλοσοφική δραστηριότητα είναι η μαθηματική. Γι' αυτό η «Ηθική» του είναι ποτε γεωμετρική. Γι' αυτό ο Θεός (δηλαδή η Φύση) είναι άπειρος με απειρία κατηγορημάτων, που εκφράζουν άπειρες ουσίες. Και γι' αυτό «υπάρχει αναγκαία». Τα μαθηματικά είναι που δείχνουν πως η αναγκαιότητα στον Κόσμο δεν είναι χρονική, αλλά λογική. Ξέρω πόσο διαμριβητόμενα είναι όλα αυτά. Μα

και η αμφισβήτησή τους, για να ισχυροποιηθεί θα πρέπει να αναμετρηθεί με τα μαθηματικά και πάλι.

Επιπλέον, ο Οικονόμου μας μαθαίνει μια εξαιρετική μέθοδο «παραγωγής τύπων» της Φυσικής μέσω της διαστατικής ανάλυσης. Που σημαίνει μια μέθοδο προσδιορισμού ενός μεγέθους από άλλα, με μόνη προϋπόθεση να συλλάβουμε ποιες ανεξάρτητες ποσότητες και ποιες φυσικές σταθερές το επηρεάζουν. Όπως σημειώνει, «αν αυτές οι ποσότητες και οι φυσικές σταθερές είναι συνολικά τρεις ή λιγότερες, π.χ.  $A^1 A^2 A^3$ , τότε υπάρχει σχεδόν πάντα ένας μόνο συνδυασμός της μορφής  $A^1 A^2 A^3$  που να έχει τις ίδιες διαστάσεις!» με το άγνωστο μέγεθος  $X$ . Αυτός ο συνδυασμός πολλαπλασιασμένος με μια αριθμητική σταθερά  $\eta$  που η μέθοδος αδυνατεί να προσδιορίσει! (ούτοις προφανώς με το άγνωστο μέγεθος). Η διαστατική ανάλυση είναι μια ευφυής μέθοδος που μας βοηθάει να προσδιορίσει (ή να «παραγάγει τύπων», και στη βαθύτερη κατανόηση της Φυσικής που εμπεριέχεται στις σχέσεις, που οι τύποι εκφράζουν.

\*\*\*

Ελπίζω τα προηγούμενα να μην οδήγησαν στην εσφαλμένη εντύπωση πως έχουμε να κάνουμε με ένα τεχνικό βιβλίο και μόνο. Η πρόθεση του συγγραφέα δεν είναι αυτή. Γι' αυτό κιόλας εξ αρχής παραπέμπει στον Καστοριάδη, για να συμφωνήσει μαζί του πως η επιστήμη μπορεί να μας βοηθήσει να προσεγγίσουμε εκ νέου την πραγματική ποιητική και μυθική διάσταση της ανθρώπινης ύπαρξης. Δεν είναι όμως μόνο η αρχική του πρόθεση, αλλά και διαρκής έγνοια σε όλη του την έκταση. Αυτό εξηγεί, άλλωστε, πως επιλέγει να κλείσει το βιβλίο με επίλογο σχετικό με την Ανθρωπική Αρχή.

Επιλόγος που ξεκινάει με τα εξής λόγια: «Η βιολογική καταλληλότητα των φυσικών νόμων είναι ένα γεγονός: Ο βασιλικό νόμο της Φύσης είναι έτσι «επιλεγμένοι» ώστε να είναι το φαινόμενο της Ζωής επιβεβλημένο. Επιπλέον, οι τιμές των παγκόσμιων (θεμελιωδών) φυσικών σταθερών είναι οι βιολογικά κατάλληλες. Μικρές αλλαγές στις τιμές αυτές θα οδηγούσαν πιθανόν σ' έναν Κόσμο χωρίς Ζωή και ίσως χωρίς τις δομές που συναντάμε στις προηγούμενες σελίδες. Μ' άλλα λόγια, η δήλωση «υπάρχει Ζωή» δεν είναι μόνο η πιο σύντομη, αλλά και η πιο περιεκτική εμπειρική πληροφορία για τον Κόσμο ολόκληρο που «γραμμώνει» με στα πράγματα μας είναι». Γιατί, όμως; Υπάρχει, άραγε, κάποια «εξήγηση» γι' αυτό το συγκλονιστικό γεγονός...? Τέτοια ενδιαφέροντα του Οικονόμου. Και το βιβλίο το έγραψε για να μας βοηθήσει να τα κατανοήσουμε. Αν, ωστόσο, φυλλομετρήντας το στο βιβλιοπωλείο αγχωθείτε τελικά με τον μαθηματικό φορμαλισμό μην κάnete το λάθος να φύγετε χωρίς βιβλίο του Ε. Ν. Οικονόμου. Πάρτε το «Η Φυσική σήμερα» και ζαναπερώστε αργότερα για το «Από τα κούρακ στο Σύμπαν». Ξέρω τι λέω.

1 Ίδιες διαστάσεις σημαίνει (ίδιοι εκθέτες  $a, b, c$  στην ανάλυση και του  $X$  και του  $A^1 A^2 A^3$  σε γινόμενο δυνάμεων των βασικών μεγεθών μήκους, χρόνου, μάζας  $M^3 m^3$ ).