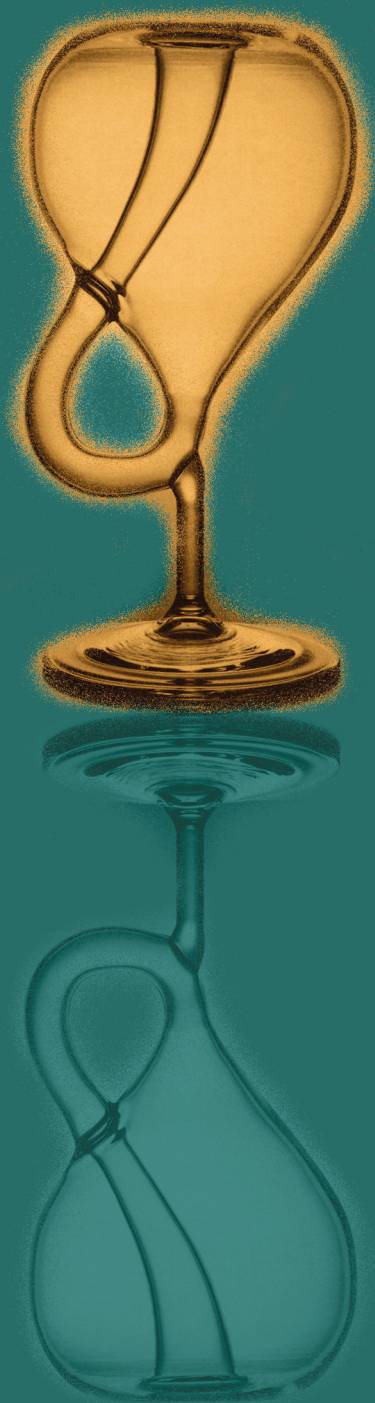




MAX JAMMER

ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

*Η ιστορία των θεωριών
του χώρου στη φυσική*

ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ:

Τζέλα Λάζαρη, Θάνος Χριστακόπουλος

ΠΡΟΛΟΓΟΣ:

ΑΛΜΠΕΡΤ ΑΪΝΣΤΑΪΝ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ
ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ

Max Jammer

ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

*Η Ιστορία των Θεωριών του Χώρου
στη Φυσική*

Πρόλογος:

Άλμπερτ Αϊνστάιν

Απόδοση στα ελληνικά:

Τζέλα Λάζαρη

Θάνος Χριστακόπουλος

E-BOOK



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ
Ιδρυτική δωρεά Παγκρητικής Ενώσεως Αμερικής
ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2011

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ
ΙΔΡΥΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

Ηράκλειο Κρήτης, Τ.Θ. 1527, 711 10. Τηλ. 2810 391097, Fax: 2810301985

Αθήνα: Κλεισόβης 3 10677. Τηλ. 210 3849020-23, Fax: 210 3301583

e-mail: info@cup.gr

www.cup.gr

ΣΕΙΡΑ: ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ ΣΕΙΡΑΣ: Κώστας Γαβρόγλου, Αριστείδης Μπαλτάς

Τίτλος πρωτοτύπου: Concepts of Space

© ³1993 by Max Jammer

© 1997, για την ελληνική γλώσσα: ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ

Απόδοση στα ελληνικά: Τζέλα Λάζαρη (κεφ. 1, 2, 3)

Θάνος Χριστακόπουλος (κεφ. 4, 5, 6)

Επιστημονική επιμέλεια έκδοσης: Γιάννης Παπαδόγονας (ΠΕΚ)

Πρώτη έκδοση: Σεπτέμβριος 2001

Εκτύπωση: ΤΥΠΟΚΡΕΤΑ ΑΒΕ

Σχεδίαση εξωφύλλου: Βάσω Αβραμοπούλου

ISBN 960-524- 095-5

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<i>Σημείωμα των μεταφραστών</i>	vii
<i>Πρόλογος στην παρούσα έκδοση</i>	xi
<i>Πρόλογος στη δεύτερη έκδοση</i>	xiii
<i>Πρόλογος στην πρώτη έκδοση</i>	xv
<i>Πρόλογος του Άλμπερτ Αϊνστάιν</i>	xix
<i>Εισαγωγή</i>	1
1. Η έννοια του χώρου στην αρχαιότητα	9
2. Ιουδαίο-χριστιανικές ιδέες για τον χώρο	37
3. Η αποδέσμευση της έννοιας του χώρου από τον αριστοτελισμό	75
4. Η έννοια του απόλυτου χώρου	133
5. Η έννοια του χώρου στη σύγχρονη επιστήμη	181
6. Πρόσφατες εξελίξεις στη φιλοσοφία του φυσικού χώρου	301
<i>Ενρετήριο ονομάτων</i>	349

Σημείωμα των μεταφραστών

«Αν ενδιαφέρεστε για την ιστορική άποψη (των μη-ευκλείδειων γεωμετριών), υπάρχει το βιβλίο του Max Jammer, *Έννοιες του Χώρου: Η Ιστορία των Θεωριών του Χώρου στη Φυσική*. Μερικές φορές οι απόψεις του Jammer είναι κάπως μεταφυσικές. Δεν είμαι σίγουρος αν αυτό οφείλεται στις δικές του θεωρήσεις ή στις θεωρήσεις άλλων διανοητών τις οποίες εξετάζει· σε κάθε περίπτωση, πρόκειται για ένα από τα λίγα βιβλία τα οποία διεξέρχονται αναλυτικά την ιστορική εξέλιξη της φιλοσοφίας του χώρου.» (R. Carnap, *Philosophical Foundations of Physics: An Introduction to the Philosophy of Science*, ¹1966, ²1995, Dover, σελ. 133). Με αυτά τα λόγια θα κρίνει το παρόν έργο ο βασικός εκπρόσωπος του νεοθετικισμού: από τη μια δεν μπορεί να αρνηθεί το γεγονός ότι πρόκειται για την πρώτη συστηματική πραγματεία επί του συγκεκριμένου θέματος, από την άλλη υποστηρίζει, χωρίς όμως να τη στοιχειοθετεί, τη «μεταφυσική» προέλευση των απόψεων που εξετάζει ο Max Jammer. Άλλωστε, η αποστροφή νεοθετικιστών όπως ο Carnap απέναντι στη μεταφυσική είναι βασικότατο θεμέλιο του προγράμματός τους: γι' αυτό και αποτελεί μάλλον φιλοφρόνηση τούτη η κρίση όταν προέρχεται από τον Carnap. Έτσι, εξάλλου, εξηγείται και η αμνηχανία των εκπροσώπων αυτού του ρεύματος κάθε φορά που πρέπει να αντιμετωπίσουν την ιστορική έρευνα επιστημονικών επιτευγμάτων όπου οι «μεταφυσικές» έννοιες έχουν αποτελέσει δραστικότερο

και καταλυτικότερο παράγοντα δημιουργίας νέων θεωριών από τις απτές εμπειρικές έννοιες. Επιβλητικότερο παράδειγμα είναι αυτό που αναφέρει ο Jammer καθώς εξετάζει την αρχαιοελληνική επιστήμη, το λεγόμενο «*παράδοξο του υλισμού*»: πρώτοι οι υλιστές φιλόσοφοι υποστήριζαν την πραγματική ύπαρξη μη-παρατηρήσιμων οντοτήτων, πράγμα που παραλύει την επιχειρηματολογία όσων φιλοσόφων έχουν προσπαθήσει να περιορίσουν την υλιστική οντολογία σε άχρωμο εμπειρισμό, που δεν μπορεί να εξηγήσει την «πραγματικότητα» υπερεμπειρικών εννοιών. Αντιθέτως, γνωρίζοντας εμείς σήμερα ότι αυτό το πρόβλημα δέσποσε στις φιλοσοφικές συγκρούσεις του εικοστού αιώνα για τις θεωρίες της φυσικής, μπορούμε να κατανοήσουμε γιατί τα θετικιστικά και ιδεαλιστικά ρεύματα επέμειναν τόσο πολύ στην ανυπαρξία των μη-παρατηρήσιμων οντοτήτων ή παραμέτρων: πρόκειται για την προγραμματική τους αντίθεση προς τον Αϊνστάιν, ιδίως στη συμμαχία του με τον Αριστοτέλη και την αρχαιοελληνική υλιστική οντολογία της θεώρησης περί χώρου και «οιονεί» παρατηρήσιμων. Όπως άλλωστε καταδεικνύεται και από τον σημαντικό πρόλογο του Αϊνστάιν στο παρόν βιβλίο, ο ίδιος δηλώνει ρητά και κατηγορηματικά την αριστοτελική του (και γενικότερα αρχαιοελληνική) επιρροή, σε αντίθεση προς τα θεολογικο-μυστικιστικά ρεύματα που έχουν μεν την ιστορική τους συμβολή στη θεμελίωση των εννοιών περί απόλυτου χώρου, αλλά δεν τον αφορούν και δεν τον απασχόλησαν στη διαμόρφωση της σκέψης του. Ίσως αυτή να είναι και η μοναδική ανισομέρεια στην ιστορική θεώρηση του Jammer (δηλαδή, ένας υπερτονισμός των εβραιο-μυστικιστικών ρευμάτων, σε σχέση με την αρχαιοελληνική γραμμή σκέψης) που αφήνει να διαφανεί ο Αϊνστάιν. Υπ' αυτήν την έννοια, η ιστορία των εννοιών του χώρου στη Φυσική δεν ολοκληρώνεται με την παρούσα γενέθλια πραγματεία αλλά ξεκινά με αυτήν.

Οφείλουμε να τονίσουμε ότι ένα βασικό πλεονέκτημα της παρούσας ελληνικής έκδοσης, συγκριτικά με όλες τις άλλες εκδόσεις, είναι η μετάφραση στα ελληνικά των πολυάριθμων απο-

σπασμάτων από τα πρωτότυπα κείμενα που χρησιμοποιεί ο Max Jammer *χωρίς να τα μεταφράζει*: πρόκειται για μια βασικότερη δυσκολία όσων έχουν γνωρίσει το συγκεκριμένο έργο από τις ξενόγλωσσες εκδόσεις, μια και ο αναγνώστης θα πρέπει να γνωρίζει *πέντε* τουλάχιστον γλώσσες για να τα κατανοήσει. Με τη συντομογραφία «Σ.τ.Μ.» υποδηλώνουμε τις μεταφράσεις αυτών των μικρών ή μεγάλων χωρίων που υπάρχουν στο βιβλίο, ενώ παράλληλα κρίναμε αναγκαίο να παρατεθούν και στο πρωτότυπο τα σημαντικότερα αποσπάσματα έργων της αρχαίας ελληνικής γραμματείας, τα οποία στην αγγλική έκδοση παρατίθενται μόνο σε μετάφραση.

Νιώθουμε την ανάγκη να ευχαριστήσουμε τον διευθυντή των Πανεπιστημιακών Εκδόσεων Κρήτης, κ. Στέφανο Τραχανά, για την απόφαση έκδοσης του βιβλίου στα ελληνικά, τον καθηγητή του Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Κρήτης Πέτρο Δήτσα για τις υποδείξεις του στο στάδιο της τελικής επιμέλειας του βιβλίου, την κ. Διονυσία Δασκάλου για τη συνεργασία μας κατά τη διαδικασία της έκδοσης, τον Γιάννη Παπαδόγγονα για την επιστημονική επιμέλεια της έκδοσης, τον Βίκτωρα Αθανασιάδη για τις χρήσιμες φιλολογικές παρατηρήσεις του, καθώς και τον Διονύση Γιαννίμπα και τον Διονύση Τσελέτη που βοήθησαν τις μεταφράσεις αποσπασμάτων από τα γαλλικά και τα γερμανικά, αντίστοιχα.

Ο καθηγητής Jammer επέδειξε μια αξιομνημόνευτη υπομονή για την καθυστέρηση της ελληνικής έκδοσης: όταν το 1991 του πρωτοανακοίνωσε ένας από εμάς (Θ.Χ.) στο Ισραήλ ότι αποφασίσαμε να μεταφράσουμε την τριλογία του *Έννοιες του Χώρου*, *Έννοιες της Δύναμης* και *Έννοιες της Μάζας* στα ελληνικά, ξεκινώντας με το παρόν βιβλίο, προσφέρθηκε να συγγράψει ένα επιπλέον έκτο κεφάλαιο για τις εξελίξεις των τελευταίων τριών δεκαετιών πάνω στο πρόβλημα του χώρου· δυστυχώς η ελληνική έκδοση αργούσε λόγω της δυσκολίας εύρεσης αξιόπιστου εκδότη, με αποτέλεσμα το 1993 να κυκλοφορήσει η τρίτη αγγλική έκδοση από τον οίκο Dover με ένα πιο ολοκληρωμένο και διορ-

θωμένο έκτο κεφάλαιο από αυτό που είχαμε αρχικά στα χέρια μας για την ελληνική έκδοση (αυτό το πληρέστερο κείμενο μεταφράζεται εδώ ως το έκτο κεφάλαιο). Επίσης, όπως μπορεί να διαπιστώσει ο αναγνώστης διαβάζοντας τον πρόλογο στην παρούσα έκδοση, ο συγγραφέας ανακοίνωνε το 1993 ότι *έχει ήδη κυκλοφορήσει* η ελληνική μετάφραση. Πρόκειται ομολογουμένως για την πρώτη παγκόσμια εκδήλωση του φαινομένου της «παραβίασης της εκδοτικής αιτιότητας», αφού η ελληνική έκδοση θα κυκλοφορούσε οκτώ χρόνια αργότερα. Ελπίζουμε το αποτέλεσμα να ικανοποιήσει τόσο τον συγγραφέα (τον οποίο ευχαριστούμε και για μια γενικότερη ανταλλαγή απόψεων) όσο και το ελληνικό αναγνωστικό κοινό.

Θάνος Χριστακόπουλος – Τζέλα Λάζαρη
Καρδαμύλη, Ιούνιος 1999

Πρόλογος στην παρούσα έκδοση

Η ΠΡΩΤΗ ΕΚΔΟΣΗ ΤΩΝ *Εννοιών του Χώρου* δημοσιεύθηκε το 1954 από τις εκδόσεις Harvard University Press. Το 1969 οι ίδιες εκδόσεις κυκλοφόρησαν μια δεύτερη αναθεωρημένη και διευρυμένη έκδοση, το πλήρες κείμενο της οποίας αποτελεί τα πρώτα πέντε κεφάλαια της παρούσας έκδοσης Dover. Το βιβλίο αυτό έχει μεταφραστεί στα γερμανικά, ιταλικά, ιαπωνικά, ισπανικά και ελληνικά.

Το επί πλέον έκτο κεφάλαιο έχει γραφτεί την περίοδο 1992-1993 ειδικά για την παρούσα έκδοση Dover. Με δεδομένες τις πολλές και ουσιώδεις προόδους που σημειώθηκαν στη φιλοσοφία του χώρου μετά τη δημοσίευση της δεύτερης έκδοσης θεωρήσα επιτακτική την ανάγκη να συμπληρώσω την παρουσίαση αυτή με τις νεότερες εξελίξεις. Για τον σκοπό αυτό επέτρεψα στον εαυτό μου να χρησιμοποιήσω τις σημειώσεις διαλέξεων που είχα δώσει σε διάφορες περιστάσεις, καθώς και ορισμένα κριτικά άρθρα που είχα γράψει για διάφορες εκδόσεις, όπως, παραδείγματος χάριν, το *La Philosophie contemporaine (Chroniques)*.

Το νέο κεφάλαιο, το οποίο πραγματεύεται κυρίως την πρόσφατη φιλοσοφική και φυσική έρευνα, προϋποθέτει, λόγω της ίδιας της φύσης του αντικειμένου του, κάποια γνώση της σύγχρονης θεωρητικής φυσικής από πλευράς αναγνώστη. Εντούτοις, για να μπορέσει ο μη ειδικός αναγνώστης να κατανοήσει

ακόμη και τις πιο πρόσφατες εξελίξεις, έχουν αποφευχθεί η τεχνική γλώσσα και οι μαθηματικές λεπτομέρειες, στον βαθμό που αυτό ήταν δυνατόν χωρίς να θυσιαστεί η ακρίβεια και η λογική αυστηρότητα της παρουσίασης. Αναφορές στην τανυστική ανάλυση και τη διαφορική γεωμετρία γίνονται μόνο όταν είναι απαραίτητες για τη μαθηματική απόδειξη των συμπερασμάτων. Ακόμη όμως και σε αυτές τις περιπτώσεις, η ουσία του επιχειρήματος θα πρέπει να είναι κατανοητή σε αναγνώστες που δεν έχουν εντυπώσει σε τέτοιες μαθηματικές τεχνικές.

Καθώς το παρόν βιβλίο τεκμηριώνεται διεξοδικά πάνω σε πρωτότυπα κείμενα, μπορεί να χρησιμεύσει και ως οδηγός στη βιβλιογραφία αυτού του θέματος.

Είμαι ιδιαίτερα ευγνώμων σε όλους τους συναδέλφους μου με τους οποίους έχω συζητήσει τις πρόσφατες εξελίξεις στη φιλοσοφία του χώρου και του χρόνου και, ειδικότερα, στον καθηγητή John Earman, που είχε την καλοσύνη να διαβάσει το χειρόγραφο του κεφαλαίου 6 και να κάνει χρήσιμα σχόλια. Τέλος, επιθυμώ να εκφράσω την εκτίμησή μου στον κ. Alan Weissman των εκδόσεων Dover για την προσεκτική εκδοτική εργασία του.

*Πανεπιστήμιο Bar-Illan
Ramat-Gan, Ισραήλ 1993*

M.J.

Πρόλογος στη δεύτερη έκδοση

Η ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΑΥΤΗΣ ΤΗΣ ΝΕΑΣ, διευρυμένης και αναθεωρημένης έκδοσης των *Εννοιών του Χώρου* μου δίνει την ευκαιρία να εκφράσω την εκτίμησή μου σε όλους εκείνους που τόσο ευγενικά διατύπωσαν την εποικοδομητική κριτική τους για τις προηγούμενες εκδόσεις αυτού του βιβλίου. Είμαι ιδιαίτερα ευγνώμων στους Καθηγητές Mario Bunge (Πανεπιστήμιο McGill, Μόντρεαλ), Marcus Fierz (Ελβετικό Ομοσπονδιακό Ινστιτούτο Τεχνολογίας, Ζυρίχη), Joseph O. Hirschfelder (Πανεπιστήμιο του Winsconsin, Madison), Victor F. Lenzen (Πανεπιστήμιο της California, Berkeley), Edward Rosen (City College, Νέα Υόρκη), όπως επίσης και στον αείμνηστο Alexander Koyré (Παρίσι), του οποίου οι υποδείξεις και τα σχόλια αποδείχθηκαν εξαιρετικά πολύτιμα. Επίσης επιθυμώ να απευθύνω τις ευχαριστίες μου στον Καθηγητή Adolf Grünbaum, Πρόεδρο της Εταιρείας για τη Φιλοσοφία της Επιστήμης, για τη μακρά αλληλογραφία μας και για το άρθρο του στο περιοδικό *The Philosophical Review* το οποίο αναφερόταν σε θέματα που θίγονται σε αυτό το βιβλίο. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών για την υποτροφία η οποία μου έδωσε τη δυνατότητα να ολοκληρώσω την παρούσα αναθεωρημένη έκδοση αυτού του βιβλίου, ενώ απολάμβανα τη δημιουργική ατμόσφαιρα του Κέντρου Φιλοσοφίας της Επιστήμης της Minnesota, υπό τη διεύθυνση του Καθηγητή Herbert Feigl.

Πανεπιστήμιο Bar-Ilan, Ramat-Gan, Ισραήλ
Πανεπιστήμιο Columbia, Νέα Υόρκη

M. J.

Πρόλογος στην πρώτη έκδοση

ΑΠΟΤΕΛΕΙ ΑΚΛΟΝΗΤΗ ΠΕΠΟΙΘΗΣΗ ΜΟΥ ότι η μελέτη της ιστορίας της επιστημονικής σκέψης είναι απολύτως απαραίτητη για την πλήρη κατανόηση των διαφόρων όψεων και επιτευγμάτων της σύγχρονης κουλτούρας. Η κατανόηση αυτή δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί μέσω της ενασχόλησης με τα ζητήματα προτεραιότητας στην ιστορία των ανακαλύψεων, με τις λεπτομέρειες για τη χρονολογική σειρά των εφευρέσεων ή ακόμη και με την αντιπαραβολή όλων των ιστοριών των επιμέρους επιστημών. Αυτό που έχει αποφασιστική σημασία για τη σύγχρονη αντίληψη είναι η ιστορία της επιστημονικής σκέψης υπό την ευρύτερη προοπτική της στο πλαίσιο του πολιτισμικού περιβάλλοντος της εκάστοτε περιόδου.

Η έννοια του χώρου, παρά τον θεμελιώδη ρόλο της στη φυσική και τη φιλοσοφία, δεν έχει εξεταστεί ποτέ από αυτήν την ιστορική σκοπιά. Για να καλύψουμε αυτήν την ανάγκη, στις σελίδες που ακολουθούν επιχειρούμε να παρουσιάσουμε την ιστορική εξέλιξη αυτής της έννοιας και των αντίστοιχων θεωριών της.

Αν και το θέμα αυτό είχε προσελκύσει το ενδιαφέρον μου εδώ και καιρό, ωστόσο μόλις πρόσφατα, κατά τη διάρκεια των παραδόσεών μου στο Πανεπιστήμιο Harvard, απέκτησα πρόσβαση στις αναγκαίες πηγές για τη συγγραφή αυτού του βιβλίου. Δεδομένου ότι περιορίστηκα συνειδητά στην πραγμάτευση

του «χώρου» ως μιας έννοιας της φυσικής, ήμουν υποχρεωμένος να παραλείψω πολλές θεωρίες του χώρου που παρουσιάζουν ειδικό ενδιαφέρον μόνο για τον επαγγελματία φιλόσοφο. Ωστόσο, θα παραβίαζα την αρχή της ευρείας προοπτικής την οποία έθεσα, αν αγνοούσα οποιαδήποτε σχετική μεταφυσική ή ακόμη και θεολογική θεώρηση του ζητήματος.

Η παρουσίαση της ιστορικής εξέλιξης μιας έννοιας δεν συνεπάγεται απαραίτητα την προσκόλληση σε μια αυστηρά χρονολογική σειρά μελέτης. Πιο πλεονεκτική για τη σαφή αποκρυστάλλωση των θεμελιωδών ιδεών που σχετίζονται με το θέμα φαίνεται να είναι η θεματική προσέγγιση, πόσω μάλλον όταν, όπως συμβαίνει στην περίπτωση μας, αυτή δεν παραβιάζει σοβαρά τη χρονολογική σειρά.

Οι περισσότερες πηγές από τις οποίες έχω αντλήσει τις πληροφορίες μου παρατίθενται αυτούσιες, μερικές στην πρωτότυπη γλώσσα τους, αλλά η πλειονότητα στα αγγλικά. Έχω επίσης προσθέσει πολλές βιβλιογραφικές αναφορές, έτσι ώστε ο ενδιαφερόμενος αναγνώστης να μπορεί να ελέγξει εύκολα τους ισχυρισμούς μου και να προχωρήσει σε μια διεξοδικότερη μελέτη συγκεκριμένων σημείων.

Είμαι ευτυχής που μου δίνεται η ευκαιρία να εκφράσω δημόσια την ευγνωμοσύνη μου στον Καθηγητή Άλμπερτ Αϊνστάιν για το μεγάλο ενδιαφέρον που επέδειξε για αυτήν την έρευνα και για τον πρόλογο τον οποίο είχε την καλοσύνη να γράψει. Είχα την τύχη να συζητήσω μαζί του, στο Ινστιτούτο Προχωρημένων Σπουδών, πολλά σημαντικά σημεία του θέματος. Είμαι επίσης ευγνώμων στον Καθηγητή George Sarton, στον Καθηγητή I. Bernard Cohen και στον Καθηγητή H. A. Wolfson για τις πολύτιμες υποδείξεις τους και για τη χρήσιμη κριτική τους κατά τα πρώτα στάδια αυτής της εργασίας. Θα πρέπει ακόμη να απευθύνω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στο προσωπικό των Βιβλιοθηκών Widener και Houghton του Πανεπιστημίου του Χάρβαρντ και της Βιβλιοθήκης Butler του Πανεπιστημίου Columbia. Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης το Υπουργείο Εσωτε-

ρικών των Ηνωμένων Πολιτειών για το ενδιαφέρον που έδειξε για την έρευνά μου, τον Καθηγητή Alexander Dushkin, και όλους τους συναδέλφους μου στο Εβραϊκό Πανεπιστήμιο με τους οποίους είχα την ευκαιρία να συζητήσω διάφορα χαρακτηριστικά σημεία του θέματος. Τελειώνοντας, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στις εκδόσεις Harvard University Press και ιδιαίτερα στον Joseph D. Elder, Υπεύθυνο των Επιστημονικών Εκδόσεων, για την ενθάρρυνσή του.

*Πανεπιστήμιο Bar-Ilan,
Ramat-Gan, Ισραήλ*

M. J.

Πρόλογος του Άλμπερτ Αϊνστάιν

ΓΙΑ ΝΑ ΜΠΟΡΕΣΕΙ ΚΑΝΕΙΣ ΝΑ ΕΚΤΙΜΗΣΕΙ πλήρως τη σημασία τέτοιων ερευνών όπως η παρούσα εργασία του Δρος Jammer, θα πρέπει να λάβει υπ' όψιν τα ακόλουθα σημεία. Η ματιά του επιστήμονα στρέφεται προς τα φαινόμενα εκείνα που είναι προσιτά στην παρατήρηση, καθώς και προς τη νοητική πρόσληψη και την εννοιολογική τυποποίησή τους. Στην προσπάθεια να επιτύχει μια εννοιολογική τυποποίηση του αχανούς, σε βαθμό σύγχυσης, σώματος των παρατηρησιακών δεδομένων, ο επιστήμονας χρησιμοποιεί ένα ολόκληρο οπλοστάσιο εννοιών, με τις οποίες έχει ουσιαστικά γαλουχηθεί εκ γενετής· σπάνια έχει συναίσθηση του αιωνίως αβέβαιου χαρακτήρα των εννοιών του, αν όχι ποτέ. Χρησιμοποιεί αυτό το εννοιολογικό υλικό ή, για να μιλήσουμε ακριβέστερα, αυτά τα εννοιολογικά εργαλεία σκέψης, ως κάτι δεδομένο, προφανές και αμετάβλητο· κάτι που έχει μια αντικειμενική τιμή αλήθειας η οποία δεν πρόκειται να αμφισβητηθεί σχεδόν ποτέ, και εν πάση περιπτώσει δεν πρόκειται να αμφισβητηθεί σοβαρά. Άλλωστε, πώς θα μπορούσε να ενεργήσει διαφορετικά; Πώς θα ήταν δυνατή η ανάβαση ενός βουνού, εάν η χρήση των χεριών, των ποδιών και των εργαλείων έπρεπε να επικυρώνεται βήμα προς βήμα βάσει της επιστήμης της μηχανικής; Ωστόσο, για το καλό της ίδιας της επιστήμης, είναι αναγκαίο να υποβάλλουμε ξανά και ξανά αυτές τις θεμελιώδεις έννοιες σε κριτική, ώστε να αποφύγουμε να μας διευθύ-

νουν αυτές ασυνείδητα. Αυτό γίνεται προφανές ιδιαίτερα σε εκείνες τις περιπτώσεις όπου η ανάπτυξη των ιδεών με συνεπή χρήση των παραδοσιακών θεμελιωδών εννοιών μάς οδηγεί σε παράδοξα που δύσκολα επιλύονται.

Πέρα όμως από την αμφιβολία που μας γεννιέται για το αν η χρήση των εννοιών είναι δικαιολογημένη ή όχι, δηλαδή ακόμη και στις περιπτώσεις όπου αυτή η αμφιβολία δεν είναι του άμεσου ενδιαφέροντός μας, υπάρχει ένα καθαρά ιστορικό ενδιαφέρον για την προέλευση ή τις ρίζες των θεμελιωδών εννοιών. Τέτοιες διερευνήσεις, αν και ανήκουν καθαρά στον χώρο της ιστορίας της σκέψης, ωστόσο δεν είναι κατ' αρχήν ανεξάρτητες από τις απόπειρες για μια λογική και ψυχολογική ανάλυση των βασικών εννοιών. Όμως τα όρια των δυνατοτήτων και της παραγωγικής ικανότητας του ανθρώπου είναι τέτοια, ώστε μόνο σπάνια βρίσκουμε κάποιο πρόσωπο που να διαθέτει την απαιτούμενη φιλολογική και ιστορική υποδομή για την κριτική ερμηνεία και σύγκριση του διάσπαρτου ανά τους αιώνες υλικού των πηγών, και το οποίο, συγχρόνως, να είναι σε θέση να εκτιμήσει τη σημασία των εξεταζόμενων εννοιών για την επιστήμη στο σύνολό της. Έχω την εντύπωση ότι ο Δρ Jammmer έχει δείξει με την εργασία του ότι στην περίπτωσή του αυτές οι προϋποθέσεις ικανοποιούνται σε μεγάλο βαθμό.

Περιορίστηκε ως επί το πλείστον –και σοφά, κατά τη γνώμη μου– στην ιστορική διερεύνηση της έννοιας του *χώρου*. Εάν δύο διαφορετικοί συγγραφείς χρησιμοποιούν τις λέξεις «κόκκινο», «σκληρός» ή «απογοητευμένος», κανείς δεν αμφιβάλλει ότι εννοούν κατά προσέγγιση το ίδιο πράγμα, διότι οι λέξεις αυτές συνδέονται με βασικές εμπειρίες με τέτοιον τρόπο, που είναι δύσκολο να παρερμηνευθούν. Όμως στην περίπτωση λέξεων όπως «τόπος» ή «χώρος», των οποίων η σχέση με την ψυχολογική εμπειρία είναι λιγότερο άμεση, ενυπάρχει μια ερμηνευτική αβεβαιότητα με ευρύτερες προεκτάσεις. Ο ιστορικός προσπαθεί να ξεπεράσει αυτήν την αβεβαιότητα μέσω της σύγκρισης των κειμένων και λαμβάνοντας υπ' όψιν την εικόνα του πο-

λιτισμικού υπόβαθρου της εκάστοτε εποχής, όπως η εικόνα αυτή σκιαγραφείται από τη βιβλιογραφία. Ο επιστήμονας του παρόντος, όμως, δεν εκπαιδεύεται πρωτίστως ως ιστορικός, ούτε και προσανατολίζεται προς αυτήν την κατεύθυνση· δεν είναι σε θέση, ούτε επιθυμεί να διαμορφώσει τις απόψεις του για την προέλευση των θεμελιωδών εννοιών με αυτόν τον τρόπο. Έχει περισσότερο την τάση να αφήσει τις απόψεις του σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο ενδέχεται να έχουν διαμορφωθεί οι σχετικές έννοιες να αναδυθούν διαισθητικά από τις στοιχειώδεις γνώσεις που διαθέτει για τα επιτεύγματα της επιστήμης στις διάφορες ιστορικές εποχές. Ωστόσο θα είναι ευγνώμων στον ιστορικό, αν ο τελευταίος μπορέσει να διορθώσει με πειστικό τρόπο αυτές τις καθαρά διαισθητικές απόψεις.

Όσον αφορά τώρα την έννοια του χώρου, φαίνεται ότι προγενέστερη αυτής υπήρξε η ψυχολογικά απλούστερη έννοια του τόπου. Τόπος είναι κατ' αρχάς ένα (μικρό) τμήμα της γήινης επιφάνειας στο οποίο αποδίδεται ένα όνομα. Το πράγμα του οποίου προσδιορίζεται ο «τόπος» είναι ένα «υλικό αντικείμενο» ή σώμα. Με απλή ανάλυση φαίνεται ότι ο «τόπος» είναι και αυτός μια ομάδα υλικών αντικειμένων. Έχει άραγε η λέξη «τόπος» και ένα νόημα ανεξάρτητο από το παραπάνω, ή μπορεί κανείς να αποδώσει ένα τέτοιο νόημα σε αυτήν; Αν δώσει κανείς αρνητική απάντηση σε αυτό το ερώτημα, τότε οδηγείται στην άποψη ότι ο χώρος (ή ο τόπος) είναι ένα είδος διάταξης υλικών αντικειμένων και τίποτα περισσότερο. Αν η έννοια του χώρου διαμορφωθεί και οριοθετηθεί με αυτόν τον τρόπο, τότε δεν έχει κανένα νόημα να μιλάμε για κενό χώρο. Και επειδή η διαμόρφωση των εννοιών διέπεται πάντοτε από μια ενστικτώδη τάση για οικονομία, καταλήγει κανείς απολύτως φυσιολογικά να απορρίψει την έννοια του κενού χώρου.

Μπορούμε, όμως, να σκεφθούμε και με διαφορετικό τρόπο. Μέσα σε ένα συγκεκριμένο κουτί μπορούμε να τοποθετήσουμε έναν ορισμένο αριθμό κόκκων ρυζιού ή κερασιών κ.λπ. Εδώ τίθεται το ζήτημα μιας ιδιότητας του υλικού αντικειμένου «κου-

τί», η οποία θα πρέπει να θεωρείται «πραγματική» με την ίδια έννοια που είναι πραγματικό και το ίδιο το κουτί. Μπορεί να ονομάσει κανείς αυτήν την ιδιότητα «χώρο» του κουτιού. Μπορεί να υπάρχουν και άλλα κουτιά τα οποία με αυτήν την έννοια να διαθέτουν έναν εξίσου μεγάλο «χώρο». Έτσι η έννοια «χώρος» αποκτά ένα νόημα απαλλαγμένο από κάθε σύνδεση με ένα συγκεκριμένο υλικό αντικείμενο. Με αυτόν τον τρόπο, μέσω μιας φυσιολογικής επέκτασης του «χώρου του κουτιού», μπορεί κανείς να καταλήξει στην έννοια ενός ανεξάρτητου (απόλυτου) χώρου, απεριόριστης έκτασης, στον οποίο εμπεριέχονται όλα τα υλικά αντικείμενα. Κατά συνέπεια, ένα υλικό αντικείμενο που δεν είναι τοποθετημένο στον χώρο είναι απλώς αδιανόητο· από την άλλη πλευρά, είναι απολύτως κατανοητό ότι στο πλαίσιο μιας τέτοιας διαμόρφωσης της έννοιας μπορεί να υπάρχει κενός χώρος.

Μπορούμε να αντιπαραβάλουμε αυτές τις δύο έννοιες του χώρου ως εξής: (α) ο χώρος ως μια ποιότητα θέσης την οποία διαθέτει ο κόσμος των υλικών αντικειμένων· (β) ο χώρος ως εμπεριέχων όλα τα υλικά αντικείμενα. Στην περίπτωση (α) ο χώρος χωρίς κάποιο υλικό αντικείμενο είναι αδιανόητος. Στην περίπτωση (β) ένα υλικό αντικείμενο μπορεί να νοηθεί μόνο ως ευρισκόμενο στον χώρο· ο χώρος εμφανίζεται λοιπόν ως μια πραγματικότητα η οποία, υπό κάποια έννοια, είναι ανώτερη από τον υλικό κόσμο. Και οι δύο αυτές έννοιες του χώρου αποτελούν ελεύθερα δημιουργήματα της ανθρώπινης φαντασίας, μέσα τα οποία επινοήθηκαν για την ευκολότερη κατανόηση της αισθητηριακής μας εμπειρίας.

Αυτές οι σχηματικές θεωρήσεις αφορούν τη φύση του χώρου από τη γεωμετρική και από την κινηματική άποψη, αντίστοιχα. Συμβιβάζονται κατά κάποιον τρόπο μεταξύ τους μέσω του συστήματος συντεταγμένων το οποίο εισήγαγε ο Καρτέσιος, αν και αυτό προϋποθέτει ήδη τη λογικά πιο τολμηρή έννοια (β) του χώρου.

Η έννοια του χώρου εμπλουτίστηκε και έγινε πιο περίπλο-

κη από τον Γαλιλαίο και τον Νεύτωνα, με την έννοια ότι αν θέλει κανείς να δώσει στην κλασική έννοια της αδράνειας (και ως εκ τούτου στον κλασικό νόμο της κίνησης) ένα ακριβές νόημα, θα πρέπει να εισαγάγει τον χώρο ως το ανεξάρτητο αίτιο της αδρανειακής συμπεριφοράς των σωμάτων. Η πλήρης συνειδητοποίηση αυτής της αναγκαιότητας αποτελεί, κατά τη γνώμη μου, ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα του Νεύτωνα. Σε αντίθεση με τον Leibniz και τον Huygens, για τον Νεύτωνα ήταν σαφές ότι ο χώρος με την έννοια (α) δεν αποτελούσε επαρκές θεμέλιο για την αρχή της αδράνειας και τον νόμο της κίνησης. Κατέληξε σε αυτό το συμπέρασμα μολονότι συμμεριζόταν ενεργά τον προβληματισμό που υπήρξε η αιτία της αντίθεσης των δύο άλλων: ο χώρος δεν εισάγεται απλώς ως κάτι ανεξάρτητο από τα υλικά αντικείμενα, αλλά του αποδίδεται και ένας απόλυτος ρόλος στην όλη αιτιακή δομή της θεωρίας. Αυτός ο ρόλος είναι απόλυτος με την έννοια ότι ο χώρος (ως αδρανειακό σύστημα) επιδρά πάνω σε όλα τα υλικά αντικείμενα ενώ αυτά από την πλευρά τους δεν ασκούν καμία αντίδραση στον χώρο.

Το νευτώνειο σύστημα υπήρξε τόσο γόνιμο που οι ενδοιασμοί αυτοί αποσιωπήθηκαν για αρκετούς αιώνες. Ο χώρος με την έννοια (β) έγινε γενικά αποδεκτός από τους επιστήμονες με τη συγκεκριμένη μορφή του αδρανειακού συστήματος, συμπεριλαμβανομένου και του χρόνου. Σήμερα θα μπορούσε να πει κανείς για εκείνη την ιστορική διαφωνία: το συμπέρασμα του Νεύτωνα, με βάση την κατάσταση της επιστήμης την εποχή εκείνη, ήταν το μόνο δυνατό και, ιδιαίτερα, το μόνο αποδοτικό. Ωστόσο, η μετέπειτα εξέλιξη των προβλημάτων, η οποία συντελέστηκε με έναν έμμεσο τρόπο που κανείς δεν θα μπορούσε να προβλέψει τότε, έδειξε ότι η αντίδραση των Leibniz και Huygens, που ήταν καλά θεμελιωμένη από διαισθητική άποψη αλλά υποστηριζόταν από ανεπαρκή επιχειρήματα, ήταν στην πραγματικότητα δικαιολογημένα.

Απαιτήθηκε σκληρή προσπάθεια για να φθάσουμε στην έννοια του ανεξάρτητου και απόλυτου χώρου, η οποία ήταν απα-

ραίτητη για την ανάπτυξη της θεωρίας. Απαιτήθηκε εξίσου επίμονη και σθεναρή προσπάθεια στη συνέχεια για να ξεπεραστεί αυτή η έννοια – μια διαδικασία η οποία πιθανότατα δεν μπορεί επ’ ουδενί να θεωρηθεί ολοκληρωμένη.

Το βιβλίο του Δρος Jammer πραγματεύεται διεξοδικά τη θέση της έννοιας του χώρου στους αρχαίους χρόνους και στον Μεσαίωνα. Με βάση τις μελέτες του, κλίνει προς την άποψη ότι η σύγχρονη αντίληψη τύπου (β) του χώρου, δηλαδή ο χώρος ως εμπεριέχων όλα τα υλικά αντικείμενα, δεν αναπτύχθηκε παρά μόνο μετά την Αναγέννηση. Εντούτοις, έχω την εντύπωση ότι η ατομική θεωρία των αρχαίων, η οποία προέβλεπε την ύπαρξη ξεχωριστών μεταξύ τους ατόμων, προϋπέθετε απαραίτητα έναν χώρο τύπου (β), ενώ η μεγαλύτερης επιρροής Αριστοτελική σχολή προσπάθησε να προχωρήσει χωρίς την έννοια του ανεξάρτητου (απόλυτου) χώρου. Οι απόψεις του Δρος Jammer σχετικά με τις θεολογικές επιδράσεις στην ανάπτυξη της έννοιας του χώρου, οι οποίες υπερβαίνουν τα όρια κρίσης μου, θα προκαλέσουν σίγουρα την προσοχή εκείνων που ενδιαφέρονται για το πρόβλημα του χώρου πρωτίστως από ιστορικής πλευράς.

Η νίκη επί της έννοιας του απόλυτου χώρου ή του αδρανειακού συστήματος έγινε δυνατή μόνο χάρις στο ότι η έννοια του υλικού αντικειμένου αντικαταστάθηκε βαθμιαία από αυτήν του πεδίου στη θέση της θεμελιώδους έννοιας της φυσικής. Υπό την επίδραση των ιδεών του Faraday και του Maxwell, αναπτύχθηκε η αντίληψη ότι όλη η φυσική πραγματικότητα θα μπορούσε ίσως να αναπαρασταθεί από ένα πεδίο, του οποίου οι συνιστώσες εξαρτώνται από τέσσερεις χωρο-χρονικές παραμέτρους. Αν οι νόμοι αυτού του πεδίου είναι γενικά συναλλοίωτοι, δηλαδή δεν εξαρτώνται από κάποια συγκεκριμένη επιλογή συστήματος συντεταγμένων, τότε η εισαγωγή ενός ανεξάρτητου (απόλυτου) χώρου δεν είναι πλέον αναγκαία. Εκείνο που συνιστά, επομένως, τον χωρικό χαρακτήρα της πραγματικότητας είναι απλώς ο τετραδιάστατος χαρακτήρας του πεδίου. Δεν υπάρχει, λοιπόν, «κενός» χώρος, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει χώρος χωρίς πε-

δίο. Η παρουσίαση του Δρος Jammer πραγματεύεται επίσης τον αξιομνημόνευτο έμμεσο τρόπο με τον οποίο ξεπεράστηκαν οι δυσκολίες αυτού του προβλήματος, τουλάχιστον σε μεγάλη έκταση. Μέχρι σήμερα κανείς δεν έχει ανακαλύψει οποιαδήποτε άλλη μέθοδο αποφυγής του αδρανειακού συστήματος, εκτός από τη θεωρία πεδίου.

Princeton, New Jersey

1953

Εισαγωγή

Ο ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ μιας εκτεταμένης μεταφυσικής και επιστημολογικής βιβλιογραφίας, ειδικά στη σύγχρονη φιλοσοφία. Από τον Καρτέσιο μέχρι τον Alexander και τον Whitehead, όλοι σχεδόν οι φιλόσοφοι έχουν αναγάγει τη θεωρία τους για τον χώρο σε έναν από τους ακρογωνιαίους λίθους του συστήματός τους. Η θεωρία της σχετικότητας έχει οδηγήσει σε μια τεράστια αύξηση της βιβλιογραφίας για τον χώρο και τον χρόνο. Υπό την επίδραση του λογικού θετικισμού έχουν αναγνωριστεί οι φυσικές συνέπειες των πρόσφατων θεωριών για τον χώρο, ενώ οι εργασίες του δέκατου όγδοου και του δέκατου ένατου αιώνα είχαν περιοριστεί σχεδόν αποκλειστικά σε καθαρά μεταφυσικές ή ψυχολογικές θεωρήσεις.

Όσο εκπληκτικό και αν φαίνεται, ωστόσο είναι γεγονός ότι μέχρι σήμερα δεν έχει δημοσιευθεί καμία ιστορική έρευνα για την έννοια του χώρου που να πραγματεύεται την ιστορία του θέματος από τη σκοπιά της φυσικής. Υπό το φως των σύγχρονων αντιλήψεών μας για τον φυσικό χώρο, μια τέτοια πραγματεία θα παρουσίαζε ενδιαφέρον όχι μόνο για τον ιστορικό της επιστήμης και της φιλοσοφίας, αλλά και για όλους όσους συμμετέχουν στη μεγάλη περιπέτεια της πνευματικής προόδου της ανθρωπότητας.

Σκοπός αυτής της μονογραφίας είναι να παρουσιάσει την

εξέλιξη της έννοιας του χώρου υπό το φως της ιστορίας της φυσικής. Από τη μια μεριά θα αναλύσουμε τις πιο σημαντικές αντιλήψεις για τον χώρο στην ιστορία της επιστημονικής σκέψης και θα διερευνήσουμε την επιρροή τους στις αντίστοιχες θεωρίες της μηχανικής και της φυσικής· από την άλλη μεριά θα εξετάσουμε με ποιον τρόπο η πειραματική και η παρατηρησιακή έρευνα –όπως επίσης και οι θεολογικές μελέτες– επηρέασαν τη διαμόρφωση των αντίστοιχων μεταφυσικών θεμελίων των θετικών επιστημών όσον αφορά τον χώρο. Η θεωρία του απόλυτου χώρου, όπως τελικά αποκρυσταλλώθηκε στη νευτώνεια μηχανική, θα παρουσιαστεί μαζί με την κριτική της από τους πρώτους σύγχρονους σχετικιστές, τον Leibniz και τον Huygens. Η μονογραφία θα ολοκληρωθεί με μια ανάλυση σχετικά με την τελική εξάλειψη της έννοιας του απόλυτου χώρου από το εννοιολογικό σχήμα της σύγχρονης φυσικής.

Η νευτώνεια αντίληψη για τον απόλυτο χώρο βασίζεται σε μια σύνθεση δύο ετερογενών στοιχείων. Το ένα από αυτά τα στοιχεία έχει τις ρίζες του στην αποδέσμευση του χώρου από το σχολαστικό σχήμα ουσίας-συμβεβηκότος, σχήμα το οποίο εγκαταλείφθηκε εν τέλει οριστικά από τους Ιταλούς φυσικούς φιλοσόφους της Αναγέννησης. Το άλλο στοιχείο σχετίζεται με ορισμένες ιδέες που ταυτίζουν τον χώρο με ένα κατηγορούμενο του Θεού. Οι ιδέες αυτές φαίνεται να παραπέμπουν στον παλαιστινιακό ιουδαϊσμό του πρώτου αιώνα. Υιοθετήθηκαν από την εβραϊκή μυστικιστική φιλοσοφία και, με τη διάδοση των καββαλιστικών διδασκαλιών στη Δυτική Ευρώπη, βρήκαν ιδιαίτερα πρόσφορο έδαφος στην Αγγλία του δέκατου έβδομου αιώνα. Υπό την επίδραση του Henry More, ενός μανιώδους μελετητή της καββαλιστικής παράδοσης, ο Νεύτωνας θεώρησε αναγκαίο και σκόπιμο να ενσωματώσει αυτές τις θεολογικές ιδέες στη θεωρία του για τον χώρο, ως αναπόσπαστο τμήμα της. Έτσι, έχουμε δύο λί-

γο-πολύ ανεξάρτητες διανοητικές διαδρομές που ξεκινούν από την αρχαιότητα και συναντώνται στη θεωρία του Νεύτωνα για τον απόλυτο χώρο.

Επομένως, δεδομένου ότι η πραγματεία μας ασχολείται με την ιστορική εξέλιξη της έννοιας του φυσικού χώρου,¹ δεν είναι μια συνεχής αφήγηση, αλλά διακόπτεται όπου αυτό είναι απαραίτητο προκειμένου να διερευνηθεί η θεολογική επίδραση. Έτσι, το πρώτο κεφάλαιο αναπτύσσει την έννοια του χώρου από την πρόιμη αρχαιότητα μέχρι το τέλος περίπου της ελληνιστικής επιστήμης· το δεύτερο κεφάλαιο πραγματεύεται τις θεολογικές επιρροές μέχρι την εποχή του Henry More· το τρίτο κεφάλαιο επανέρχεται στη μελέτη του αντικειμένου του πρώτου κεφαλαίου· το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται αποκλειστικά στη νευτώνεια έννοια του χώρου και στην κριτική της από τον Leibniz και τον Huygens· το τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζει τη μετα-νευτώνεια εξέλιξη της έννοιας του χώρου και την τελική της εξάλειψη από τη σύγχρονη φυσική. Κατά την παρουσίαση του θέματος δόθηκε μεγάλη προσοχή στην ακριβή τεκμηρίωση του υλικού με βάση τις πηγές.

Όσον αφορά την προ-νευτώνεια και τη νευτώνεια φυσική, μπορούμε να περιορίσουμε τη μελέτη μας στην έννοια του χώρου, αφού ο χώρος και ο χρόνος είναι απόλυτα ετερογενείς και μη αλληλοεξαρτώμενες² οντότητες, αν και συνδέονται μέσω της έννοιας της κίνησης.³ Από ιστορική και ψυχολογική άποψη, η μελέτη του χώρου είναι προτιμότερη από αυτήν του χρόνου, καθώς η κατηγορία του χώρου ως αντικείμενου της συνείδησης προηγήθηκε, κατά πάσα πιθανότητα, της κατηγορίας του χρόνου. Αυτή η υπόθεση αποδεικνύεται από τη χρήση της γλώσσας: χαρακτηρισμοί του χρόνου όπως «short» (βραχύς) ή «long» (μακρός) προέρχονται από το λεξιλόγιο των χωρικών εννοιών. Λέμε «thereafter» (από εκεί και ύστερα) αντί για το πιο συνεπές «thenafter» (από τότε και ύστερα)· το «always» (από όλους τους δρόμους) σημαίνει «σε

όλους τους χρόνους»· μιλάμε ακόμη και για «space of time» ή «interval of time» (χρονική απόσταση ή χρονικό διάστημα)· το «before» (προτού) σημαίνει ετυμολογικά «μπροστά από».* Από αυτήν την άποψη οι σημαντικές γλώσσες είναι ιδιαίτερα διαφωτιστικές, όπως έχει επισημάνει ο Ignaz Goldziher.⁴ Η εβραϊκή λέξη για το «πριν» είναι «λίφνεϊ», που αρχικά σημαίνει «μπροστά στον» ή «μπροστά από»· πολλές άλλες λέξεις, όπως «Κεντέμ», «αχαρέι», δείχνουν καθαρά τη γενική τάση μετάβασης από τους χωρικούς στους χρονικούς όρους. Στην πραγματικότητα, η τάση αυτή μπορεί να αναγνωριστεί ήδη στην έκφραση των αρχαίων Σουμερίων *ντάννα*, που αρχικά ήταν ένα μέτρο μήκους και αργότερα σήμαινε ένα συγκεκριμένο τμήμα της ημέρας (μονάδα χρόνου).⁵ Αναμφίβολα η σύγχρονη ψυχολογία δέχεται ότι η έννοια του χώρου είναι περισσότερο συγκεκριμένη από αυτήν του χρόνου. Αν θυμηθούμε ότι ο ρόλος του χρόνου ως θεμελιώδους μεταβλητής παραμέτρου στις φυσικές διεργασίες κατανοήθηκε σαφώς μόνο κατά τον ύστερο Μεσαίωνα, τότε η επικέντρωση της προσοχής μας στην έννοια του χώρου, όσον αφορά τουλάχιστον τις πρώιμες θεωρίες του χώρου, μπορεί να θεωρηθεί δικαιολογημένη.

Έχουμε όμως πλήρη συνείδηση του γεγονότος ότι μετά την εμβριθή ανάλυση των εννοιών του χώρου και του χρόνου από τον Leibniz, έχει θεωρηθεί συχνά ότι η έννοια του χρόνου προηγείται της έννοιας του χώρου κατά τη δόμηση ενός φιλοσοφικού συστήματος. Η φορά της ροής του χρόνου θεωρούνταν ότι καθορίζεται από την αιτιακή διασύνδεση των φαινομένων. Έτσι, ο χώρος δεν ήταν παρά η διάταξη συνυπαρχόντων δεδομένων. «Spatium est ordo coexistendi» (Σ.τ.Μ.: «Χώρος είναι η διάταξη του συνυπάρχειν») έλε-

* (Σ.τ.Μ.): Είναι προφανές ότι η παρατήρηση αυτή του συγγραφέα για την αγγλική γλώσσα ισχύει, σε γενικές γραμμές, και για την ελληνική.

γε ο Leibniz στο έργο του *Initia rerum metaphysica*, που αποτελεί μια εκπληκτικά σύγχρονη ανάλυση των εννοιών μας για τον χώρο και τον χρόνο.

Κατά ανάλογο τρόπο, ορισμένοι σύγχρονοι φιλόσοφοι της επιστήμης, στην προσπάθειά τους να θεμελιώσουν παραγωγικά τη δομή του χωροχρόνου, βασίζουν τη διερευνήσή τους στην έννοια της χρονικής διάταξης και προσπαθούν να εξαγάγουν από αυτήν τις τοπολογικές ιδιότητες του χώρου. Έτσι, παραδείγματος χάριν, η εμβριθής μελέτη⁶ του Carnap το 1925 σχετικά με την εξάρτηση των ιδιοτήτων του χώρου από εκείνες του χρόνου βασιζόταν αποκλειστικά στις ακόλουθες δύο σχέσεις: (1) στη χωρο-χρονική σύμπτωση και (2) στη χρονική προτεραιότητα μεταξύ των κοσμικών σημείων (με την έννοια του Minkowski). Ο Reichenbach, στη συστηματική του μελέτη για τον χώρο και τον χρόνο, ισχυρίστηκε παρομοίως ότι οι χωρικές μετρήσεις μπορούν να αναχθούν σε χρονικές μετρήσεις. Ανέφερε, μάλιστα, ρητά ότι: «Ο χρόνος... προηγείται από λογική άποψη του χώρου...».⁷ Μια άλλη προσπάθεια εξαγωγής της μετρικής του Minkowski για τον χώρο από καθαρά χρονικές σχέσεις έγινε από τον Markoff,⁸ με βάση την υπόθεση μιας διάκριτης δομής του χρόνου και μέσω ενός ειδικού *ad hoc* αξιώματος, του «Vierneck-axiom» (Σ.τ.Μ.: «Αξίωμα του τετραπλεύρου»), το οποίο εισήχθη με σκοπό την επέκταση του χρόνου στον χώρο. Σύμφωνα με την αξιωματική χωροχρονική θεωρία του Robb⁹ και το γνωστό κοσμολογικό σύστημα του Milne,¹⁰ η μετρική δομή του χωροχρόνου μπορεί να θεμελιωθεί αποκλειστικά με βάση τη χρήση φωτεινών σημάτων και τη σχέση της χρονικής διαδοχής. Ένας από τους πιο εύγλωττους συνηγόρους αυτής της άποψης στην εποχή μας είναι πιθανώς ο Synge, ο οποίος αποφαίνεται ανεπιφύλακτα: «Ο Ευκλείδης μάς έστρεψε σε λάθος κατεύθυνση, με αποτέλεσμα να βάλουμε τον χώρο σε πρώτη θέση και τον χρόνο σε δεύτερη – και, μάλιστα, σε πολύ υποδεέστερη μοίρα...».¹¹ Τέλος, και στην πρόσφατα

δημοσιευμένη θεωρία του Basri¹² για τον χώρο και τον χρόνο –και παρά τη σειρά με την οποία εμφανίζονται αυτές οι έννοιες στον τίτλο του βιβλίου του– ο χρόνος προηγείται του χώρου κατά τη διαμόρφωση των θεμελίων της θεωρητικής φυσικής.

Ωστόσο, όλες αυτές οι απόπειρες εξαγωγής της χωρικότητας ή της έκτασης από την καθαρή χρονικότητα, η οποία νοείται ως μονοδιάστατη σειρά διαδοχής, φαίνεται ότι αντιμετωπίζουν δύο σοβαρές δυσκολίες: (1) Η χρήση των φωτεινών σημάτων και της χρονικής διαδοχής δεν επαρκεί για τη μέτρηση χωρικών διαστημάτων αν δεν υποτεθεί η ύπαρξη στερεών ράβδων ή υλικών ρολογιών (και, άρα, χωρικά εκτεταμένων αντικειμένων), επιχείρημα το οποίο υπέδειξε ήδη από το 1954 ο Whyte.¹³ (2) Η ίδια η παραδοχή μιας πολλαπλότητας κοσμικών γραμμών προϋποθέτει κάποιο είδος χωρικότητας, έστω και σε στοιχειώδη μορφή. Μόνο αν ο χρόνος θεωρηθεί όχι ως μονοδιάστατο συνεχές στιγμών, όπως νοείται κλασικά, αλλά μάλλον προικισμένος με κάποια εγκάρσια έκταση, όπως υπαινίχθηκε ο Čapek,¹⁴ ο οποίος στο σημείο αυτό ακολούθησε τη φιλοσοφία του Bergson για το εκτατικό γίγνεσθαι και την ιδέα του Whitehead για τη δημιουργική εξέλιξη της φύσης, μόνο τότε φαίνεται δυνατό να εξαχθεί η χωρικότητα από τη χρονικότητα. Αυτές, όμως, οι μεταφυσικές αντιλήψεις, όπως και άλλες παρόμοιες, δεν έχουν αφομοιωθεί ακόμη από την επιστήμη: Η γεωμετρία, με την έννοια μιας επιστήμης του χώρου, δεν έχει ακόμα υπαχθεί με συνεπή τρόπο στη χρονομετρία, την επιστήμη του χρόνου και της μέτρησής του. Τελικά, όσον αφορά τις κλασικές αντιλήψεις για τον χώρο, μπορούμε με σιγουριά να θεωρήσουμε την έννοια του χώρου ως στοιχειώδη και πρωταρχική έννοια.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Για έναν ακριβή ορισμό αυτής της έννοιας βλ. R. Carnap, «Der Raum. Ein Beitrag zur Wissenschaftslehre», *Kantstudien*, Ergänzungsheft αρ. 56 (1922).
2. Στους μετασχηματισμούς Γαλιλαίου της κλασικής μηχανικής ισχύει $t'=t$, δηλαδή η μετασχηματισμένη χρονική μεταβλητή είναι ανεξάρτητη της χωρικής μεταβλητής.
3. Όπως επισήμανε ο C. A. Brandis στο έργο του *Griechisch-römische Philosophie*, Berlin, 1835, τόμ. 1, σσ. 413, 415, ο πρώτος που υπογράμμισε αυτήν τη σύνδεση του χώρου με τον χρόνο ήταν, από ό,τι φαίνεται, ο Ζήνων ο Ελεάτης. Πρβλ. το βιβλίο του Locke *An essay concerning human understanding*, London, 1785, τόμ. 1, σσ. 149-156: «...για να μετρηθεί η κίνηση είναι εξίσου αναγκαίο να μελετηθεί ο χώρος όσο και ο χρόνος... Χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τη θέση των πεπερασμένων πραγματικών Όντων, του ενός σε σχέση με το άλλο, μέσα σε εκείνους τους ομοιόμορφους ωκεανούς της Διάρκειας και του Χώρου.».
4. Ignaz Goldziher, *Mythology among the Hebrews*, London, 1877.
5. O. Neugebauer, «Untersuchungen zur Geschichte der antiken Astronomie, III», *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik*, Springer, Berlin, 1938, μέρος B, τόμ. 4, σ. 193.
6. R. Carnap, «Über die Abhängigkeit der Eigenschaften des Raumes von denen der Zeit», *Kantstudien* 30, 331-345 (1925).
7. H. Reichenbach, *The philosophy of space and time*, Dover Publications, New York, 1958, σ. 169.
8. A. Markoff, «Über die Ableitbarkeit der Weltmetrik aus der “Früher Als” Beziehung», *Physikalische Zeitschrift der Sowjetunion* 1, 397-406 (1932).
9. A. A. Robb, *A theory of time and space*, Cambridge University Press, Cambridge, Eng., 1913, 1914, 1936.
10. E. Milne, *Kinematic relativity*, Oxford University Press, London, 1948.
11. J. L. Synge, «A plea for chronometry», *The new scientist*, February 19, 1959, σσ. 410-412.
12. S. Basri, *A deductive theory of space and time*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1966.
13. «Ένας φυσικός που χρησιμοποιεί μόνο φωτεινά σήματα δεν είναι σε θέση να διακρίνει τα αδρανειακά συστήματα από εκείνα που υπόκεινται σε αυθαίρετους μετασχηματισμούς ομοιότητας.

Το σύστημα των “ηρεμούντων” σημειακών μαζών που μπορεί να προσδιοριστεί με αυτόν τον τρόπο ενδέχεται να διαστέλλεται ή/και να συστέλλεται αυθαίρετα σε σχέση με μια ράβδο και αυτοί οι πλεονάζοντες μετασχηματισμοί μπορούν να εξαλειφθούν μόνο με τη χρήση μιας ράβδου ή ενός ρολογιού.», L. L. Whyte, «Light signal kinematics», *The British journal for the philosophy of science* 4, 160-161 (1954). Σε τελική ανάλυση, ο λόγος για αυτήν την αντίρρηση βασίζεται στο γεγονός ότι οι εξισώσεις του Maxwell, όπως έδειξαν το 1910 οι H. Bateman και E. Cunningham, είναι αναλλοίωτες κάτω από τη δράση της σύμμορφης ομάδας μετασχηματισμών στον τετραδιάστατο χώρο Minkowski· η ομάδα αυτή, εκτός από μετατοπίσεις, περιστροφές και ανακλάσεις, περιλαμβάνει επίσης αντιστροφές ως προς τις υπερσφαίρες αυτού του χώρου και, άρα, μετασχηματισμούς που μετατρέπουν τα αδρανειακά συστήματα αναφοράς σε μη αδρανειακά.

14. M. Čapek, *The philosophical impact of contemporary physics*, D. Van Nostrand Company, Princeton, 1961.

Η έννοια του χώρου στην αρχαιότητα

Η ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΗΣ –αν παραβλέψουμε ορισμένες σχετικιστικές θεωρίες– χαρακτηρίζει τον χώρο συνεχή, ισότροπο, ομογενή, πεπερασμένο ή άπειρο, στον βαθμό που δεν είναι απλώς ένα σύστημα σχέσεων. Ωστόσο, οι ποιότητες αυτές δεν είναι όλες προσιτές στην αισθητηριακή αντίληψη. Είναι αποτέλεσμα μιας μακράς και συνεχούς αφαιρετικής διεργασίας που έχει την αφετηρία της στη σκέψη του πρωτόγονου ανθρώπου. Η φιλολογική, η αρχαιολογική και η ανθρωπολογική έρευνα δείχνουν σαφώς ότι η πρωτόγονη σκέψη δεν είχε την ικανότητα να παραγάγει αφαιρετικά την έννοια του χώρου από την εμπειρία του χώρου. Για την πρωτόγονη σκέψη, ο «χώρος» ήταν απλώς ένα τυχαίο σύνολο συγκεκριμένων προσανατολισμών, ένα περισσότερο ή λιγότερο διατεταγμένο πλήθος τοπικών κατευθύνσεων, καθεμιά από τις οποίες συνδεόταν με συγκεκριμένες συναισθηματικές αναμνήσεις. Αυτός ο πρωτόγονος «χώρος», όπως βιώνονταν και διαμορφωνόταν υποσυνείδητα από το άτομο, ενδέχεται να εναρμονίστηκε με έναν «χώρο» ο οποίος ήταν κοινός για την ομάδα, την οικογένεια ή τη φυλή. Αναμφίβολα, ορισμένα αστρονομικά ή μετεωρολογικά συμβάντα, όπως η ανατολή ή η δύση του Ηλίου, οι καταιγίδες και οι πλημμύρες, απέδωσαν σε κάποιες κατευθύνσεις μια αξία γενικής σημασίας. «Η αστρολογία των Μεσοποτα-

μίων ανέπτυξε ένα πολύ εκτεταμένο σύστημα συσχετίσεων ανάμεσα σε ουράνια σώματα και συμβάντα του ουρανού, αφ' ενός, και γήινες τοποθεσίες, αφ' ετέρου. Έτσι, η μυθοποιητική σκέψη ίσως να μην υστερεί από τη σύγχρονη σκέψη ως προς την καθιέρωση ενός συστήματος χωρικών συντεταγμένων· το σύστημα όμως αυτό δεν καθορίζεται από αντικειμενικές μετρήσεις, αλλά από μια συγκινησιακή αξιολόγηση». ¹ Μπορεί ναδειχθεί ότι ακόμη και με την εισαγωγή συμβατικών μονάδων μέτρησης στην πρώτη κοινωνία της πόλης, τα μήκη, οι επιφάνειες και οι όγκοι δεν γίνονταν αντιληπτά *in abstracto*, ως καθαρά χωρικές εκτάσεις. Είναι όμως βέβαιο ότι η μέτρηση οδηγεί τελικά στη γενίκευση και περαιτέρω στην αφηρημένη σκέψη. Η ανθρώπινη σκέψη, παραβλέποντας το χρώμα, το σχέδιο και την υφή τού υπό μέτρηση αντικειμένου, αρχίζει να συγκεντρώνεται με μια διεργασία «αφαίρεσης» στις έννοιες της καθαρής έκτασης και του αμιγούς χώρου. Ωστόσο, δεν θα πρέπει να υποτεθεί ότι η διεργασία αυτή ήταν σύντομη και απλή. Όπως έχει δείξει η αρχαιολογική έρευνα, τα όρια των πρώτων αφηρημένων εννοιών διαμορφώνονταν από συγκεκριμένα πρακτικά ενδιαφέροντα. Η μονάδα επιφανείας των αρχαίων Σουμερίων –που συμπτωματικά ήταν και μονάδα βάρους– ήταν το *σε*, ή «σπόρος». Ο καθορισμός αυτής της μονάδας καταδεικνύει σαφώς ότι την εποχή εκείνη η επιφανειακή έκταση γινόταν αντιληπτή από την άποψη της ποσότητας σπόρων που χρειάζονταν για τη σπορά της, δηλαδή, σε τελική ανάλυση, από την ανθρωποκεντρική σκοπιά της εργασίας που θα απαιτούνταν.

Το «χάος» του Ησιόδου, ² που μπορεί να θεωρηθεί ως η πρωιμότερη ποιητική έκφραση της έννοιας του συμπαντικού χώρου, είναι συγκινησιακά φορτισμένο· η ίδια η λέξη «χάος», που παράγεται από την ελληνική ρίζα *χα-* (*χάσκειν*, *χαίνειν*), παραπέμπει στην έννοια του «χαίνοντος ανοίγματος», του χάσματος, μια έννοια συνδεδεμένη με συναισθήματα φόβου και δέους. Το κατά πόσο αυτές οι ποιητικές-μυστικιστι-

κές έννοιες είχαν διαμορφωθεί από αρχαϊκές λαϊκές παραδόσεις και μύθους (όπως ο μύθος των Αρίων για την Αδίτη) αποτελεί ένα θέμα που υπερβαίνει τους σκοπούς αυτής της μονογραφίας.

Ο χώρος ως αντικείμενο φιλοσοφικής έρευνας εμφανίζεται πολύ νωρίς στην ελληνική φιλοσοφία. Κατά τον Αριστοτέλη³ οι Πυθαγόρειοι είχαν αποδώσει ένα είδος χωρικότητας στους αριθμούς: «Είπαν δε και οι Πυθαγόρειοι ότι το κενό υπάρχει και ότι αυτό υπεισήλθε στον ουρανό από το άπειρο πνεύμα [τον αέρα], καθώς θεωρούσαν ότι ο ουρανός αναπνέει και το κενό, το οποίο διαχωρίζει [οριοθετεί] τα πράγματα, σαν να αποτελεί το κενό ένα είδος διαχωρισμού των αλληλοδιάδοχων πραγμάτων και διάκρισής τους [από άλλα πράγματα]· και αυτό συμβαίνει, κατ' εξοχήν στους αριθμούς· διότι το κενό καθορίζει τη φύση τους.» («Εἶναι δ' ἔφασαν καὶ οἱ Πυθαγόρειοι κενόν, καὶ ἐπεισιέναι αὐτῷ τῷ οὐρανῷ ἐκ τοῦ ἀπείρου πνεύματος ὡς ἀναπνέοντι καὶ τὸ κενόν, ὃ διορίζει τὰς φύσεις, ὡς ὄντος τοῦ κενοῦ χωρισμοῦ τινὸς τῶν ἐφεξῆς καὶ [τῆς] διορίσεως· καὶ τοῦτ' εἶναι πρῶτον ἐν τοῖς ἀριθμοῖς· τὸ γὰρ κενὸν διορίζει τὴν φύσιν αὐτῶν»)*. Τα χωρικά κενά ήταν απαραίτητα, προκειμένου να εξασφαλιστεί η διακριτότητα των ξεχωριστῶν αριθμῶν στα πλαίσια της πυθαγόρειας γεωμετρικοποίησης του αριθμοῦ. Εδώ ο χώρος δεν ἔχει ἀκόμη καμία φυσική ἐπίπτωση πέρα ἀπὸ τὴ λειτουργία του ὡς παράγοντα που οριοθετεῖ τὰ διάφορα σώματα. Στὴν πρώτη πυθαγόρεια φιλοσοφία αὐτὸ τὸ εἶδος «χώρου» ἀποκαλεῖται ἀκόμη *πνεῦμα ἄπειρον* καὶ περιστασιακὰ μόνο

* (Σ.τ.Μ.): Θα πρέπει να τονίσουμε ὅτι τὸ ἀπόσπασμα αὐτὸ ὑπάρχει *μόνο* στα *Φυσικά* τοῦ Αἰστωτέλου (213 b 23). Ἡ παραπομπή τοῦ συγγραφέα, καθ. Jammer (*Μετά τα Φυσικά*, 1080 b 33), που ἐμφανίζεται στίς τρεῖς ἀγγλόφωνες ἐκδόσεις, καθώς καὶ στὴ γερμανική, τὴν ἰταλική, τὴν ἰσπανική καὶ τὴν ἰαπωνική ἐκδοσὴ τοῦ βιβλίου, δὲν ἀντιστοιχεῖ στο αὐθεντικὸ κείμενο τοῦ Αἰστωτέλου.

ονομάζεται *κενόν*. Η έννοια του χώρου εξακολουθεί να συγχέεται με την έννοια της ύλης. Όπως αναφέρει ο J. Burnet: «Οι Πυθαγόρειοι, ή ορισμένοι από αυτούς, ταύτισαν ασφαλώς τον “αέρα” με το κενό. Αυτή είναι η αρχή, αλλά μόνο η αρχή, της διαμόρφωσης της έννοιας του αφηρημένου χώρου ή της έκτασης.».⁴ Αυτή η σύγχυση δεν αίρεται παρά μόνο αργότερα από τον Λύση και τον Φιλόλαο.⁵ Στον Σιμπλίκιο⁶ βρίσκουμε ότι ο Πυθαγόρειος Αρχύτας είχε ήδη σαφή αντίληψη για την αφηρημένη αυτή έννοια, αφού, όπως ανέφερε ο Εύδημος, ρωτούσε αν ήταν δυνατόν ή όχι να εκτείνει το χέρι του κάποιος που βρίσκεται στο άκρο του κόσμου. Δυστυχώς, η εργασία του Αρχύτα για τη φύση του χώρου έχει χαθεί, εκτός από ορισμένα αποσπάσματα που σώζονται στα *Σχόλια*⁷ του Σιμπλικίου, σύμφωνα με τα οποία ο Αρχύτας είχε συγγράψει ένα βιβλίο με αυτό το θέμα. Ο Αρχύτας διακρίνει τον *τόπο* ή χώρο από την ύλη. Ο χώρος διαφέρει από την ύλη και είναι ανεξάρτητος από αυτήν. Κάθε σώμα καταλαμβάνει κάποιον τόπο και δεν μπορεί να υπάρξει παρά μόνο αν υπάρχει και ο τόπος του. «Αφού αυτό που τίθεται σε κίνηση κινείται μέσα σε έναν συγκεκριμένο τόπο, και το πράττειν και το πάσχειν είναι κινήσεις, είναι σαφές ότι ο τόπος, μέσα στον οποίο υπάρχουν οι πράξεις και τα πάθη, είναι το πρώτο από όλα τα πράγματα. Αφού οτιδήποτε τίθεται σε κίνηση κινείται προς έναν συγκεκριμένο τόπο, είναι σαφές ότι ο τόπος στον οποίο θα βρεθεί το αντικείμενο που κινείται, εκούσια ή ακούσια, πρέπει να προϋπάρχει. Ίσως είναι το πρώτο από όλα τα όντα, αφού το καθετί που υπάρχει βρίσκεται σε έναν τόπο και δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς έναν τόπο. Αν ο τόπος είναι αυθύπαρκτος και ανεξάρτητος των σωμάτων, τότε, όπως φαίνεται να εννοεί ο Αρχύτας, ο τόπος καθορίζει τον όγκο των σωμάτων».⁸ Μια χαρακτηριστική ιδιότητα του χώρου είναι ότι, ενώ όλα τα πράγματα βρίσκονται εντός του, ο ίδιος δεν βρίσκεται ποτέ μέσα σε κάτι άλλο· εκείνο που τον περιβάλλει είναι το ίδιο το άπειρο κενό. Ε-

κτός από αυτήν τη μεταφυσική ιδιότητα, ο χώρος έχει τη φυσική ιδιότητα να θέτει σύνορα ή όρια στα σώματα που εμπεριέχει και να μην επιτρέπει σε αυτά τα σώματα να γίνουν απεριορίστως μεγάλα ή μικρά. Επίσης, εξαιτίας αυτής της περιοριστικής ισχύος του χώρου, το σύμπαν ως σύνολο καταλαμβάνει έναν πεπερασμένο χώρο. Επομένως, για τον Αρχύτα ο χώρος δεν είναι κάποια καθαρή έκταση που στερείται οποιασδήποτε ποιότητας ή ισχύος, αλλά αποτελεί μάλλον ένα είδος αρχέγονης ατμόσφαιρας, η οποία είναι προικισμένη με πίεση και τάση και οριοθετείται από το άπειρο κενό.

Η λειτουργία του κενού ή του χώρου στην ατομική θεωρία του Δημοκρίτου είναι τόσο γνωστή που δεν χρειάζεται να αναπτυχθεί εδώ. Θα πρέπει, όμως, να επισημάνουμε ότι κατά τον Δημόκριτο το άπειρο του χώρου δεν είναι μόνο σύμφυτο με την ίδια την έννοια του χώρου,⁹ αλλά συνάγεται και από τον άπειρο αριθμό ατόμων που υπάρχουν, καθώς αυτά, αν και αδιαίρετα, έχουν ορισμένο μέγεθος και συγκεκριμένη έκταση, ακόμη και αν δεν γίνονται αντιληπτά με τις αισθήσεις μας. Ο ίδιος ο Δημόκριτος, από ό,τι φαίνεται, δεν απέδωσε στα άτομα κάποιο βάρος, αλλά υπέθεσε ότι λόγω των αδιάκοπων συγκρούσεών τους βρίσκονται σε κίνηση στον άπειρο χώρο. Οι μαθητές του, βέβαια, εισήγαγαν το βάρος ως αίτιο των «προς τα άνω και προς τα κάτω» κινήσεων (Επίκουρος), αλλά αυτό έγινε αργότερα, όταν αναζητήθηκε μια ερμηνεία για την αιτία της κίνησής τους. Δεδομένου ότι ο Αριστοτέλης αναφέρει ότι τα άτομα του Δημοκρίτου διέφεραν ως προς το βάρος ανάλογα με το μέγεθός τους, θα πρέπει να υποθέσουμε ότι δεν εννοούσε αυτό που σήμερα ονομάζουμε βαρυτική δύναμη, αλλά τη «δύναμη κρούσης». Το σημείο αυτό σχετίζεται κατά κάποιον τρόπο με το ζήτημα που πραγματευόμαστε, αφού δείχνει ότι στην πρώτη ατομική θεώρηση της φυσικής πραγματικότητας ο χώρος γινόταν αντιληπτός ως κενή έκταση, χωρίς καμία επίδραση στην κίνηση της ύλης.

Ωστόσο, παραμένει ακόμη ένα ερώτημα που πρέπει να

τεθεί: Ο χώρος, όπως τον αντιλαμβάνονταν οι ατομικοί της αρχαιότητας, ήταν άραγε μια απεριόριστη έκταση που διαπερνάται από όλα τα σώματα και τα διαπερνά όλα ή μήπως ήταν απλώς το αθροιστικό σύνολο όλων των *διαστημάτων* που χωρίζουν το ένα άτομο από το άλλο και το ένα σώμα από το άλλο, διασφαλίζοντας τη διακριτότητά τους και τη δυνατότητα κίνησής τους; Οι ατομικοί είχαν επανειλημμένα υποστηρίξει με επιμονή την ύπαρξη του κενού, στρεφόμενοι εναντίον της σχολής του Παρμενίδη και του Μελίσσου, σύμφωνα με τους οποίους το σύμπαν ήταν ένα συμπαγές *plenum* (Σ.τ.Μ.: πλήρες), ένα συνεχές αμετάβλητο όλον. «Ούτε και υπάρχει το κενό», λέει ο Μέλισσος, «γιατί το κενό είναι τίποτε και εκείνο που είναι τίποτε δεν μπορεί να υπάρχει». Απέναντι σε αυτόν τον ισχυρισμό, ο Λεύκιππος και ο Δημόκριτος υποστήριξαν ότι η ύπαρξη του κενού προκύπτει ως λογικό συμπέρασμα από την υπόθεση περί ατομικής δομής της πραγματικότητας. Εδώ, όμως, η έννοια της κενότητας ή του κενού σημαίνει σαφώς μη κατειλημμένο χώρο. Το σύμπαν είναι το πλήρες και το κενό. Με αυτήν την έννοια ο χώρος είναι συμπληρωματικός της ύλης και οριοθετείται από αυτήν· ύλη και χώρος είναι αμοιβαία αποκλειόμενες έννοιες. Αυτή η ερμηνεία ενισχύεται από την παρατήρηση ότι ο όρος *κενόν* χρησιμοποιούνταν συχνά ως συνώνυμο της λέξης «χώρος»· ο όρος «κενό» προφανώς σημαίνει μόνο τον άδειο χώρο. Επιπρόσθετη απόδειξη αποτελεί η ρητή χρήση του επιθέτου «πορώδης» (*μανόν* –Σ.τ.Μ.: μανός: αραιός, πορώδης, έννοια αντίθετη από το πυκνός (Εμπεδοκλής)) από τον Λεύκιππο για την περιγραφή της δομής του χώρου, γεγονός που δείχνει ότι είχε κατά νου τα διαστήματα μεταξύ των σωματιδίων της ύλης και όχι τον απεριόριστο χώρο. Αν και η επαναλαμβανόμενη περιγραφή του σύμπαντος από τον Επίκουρο ως «σώματος και κενού» φαίνεται ότι επίσης ενισχύει αυτήν την ερμηνεία, ωστόσο στον Λουκρήτιο, ο οποίος βασίζεται στον Επίκουρο, βρίσκουμε μια διαφορετική αντίληψη. Γενι-

κά, το πλήρες και συνεκτικό σχήμα της ατομικής φυσικής φιλοσοφίας του Λουκρητίου αντιπροσωπεύει με τον καλύτερο τρόπο τις απόψεις του Επικούρου. Όσον αφορά το πρόβλημα του χώρου, στο πρώτο βιβλίο τού *De rerum natura* ο Λουκρήτιος υπογραμμίζει το εξής απόφθεγμα: «Όλη η φύση, λοιπόν, έτσι όπως υφίσταται, είναι αφ' εαυτής θεμελιωμένη πάνω σε δύο πράγματα: υπάρχουν σώματα και υπάρχει κενό στο οποίο είναι τοποθετημένα τα σώματα αυτά και διά μέσου του οποίου κινούνται.». ¹⁰

Εδώ, σε αντίθεση με την πρώιμο ατομισμό των Ελλήνων, βρίσκουμε μια σαφή και ρητή έκφραση της αντίληψης ότι τα σώματα είναι τοποθετημένα στο κενό, στον χώρο. Επομένως, με τον Λουκρήτιο, ο χώρος μετατρέπεται σε ένα άπειρο δοχείο σωμάτων. Η απόδειξη του Λουκρητίου για το απεριόριστο του χώρου είναι παρόμοια με το επιχείρημα του Αρχύτα που προαναφέρθηκε ¹¹ και έχει ως εξής: «Εφόσον, λοιπόν, πρέπει να αποδεχθούμε ότι δεν υπάρχει τίποτε έξω από το ολικό άθροισμα, τότε αυτό δεν έχει εξωτερικό μέρος και, επομένως, δεν έχει ούτε πέρας ούτε όριο. Και δεν έχει σημασία σε ποια περιοχή του στέκεσαι· έτσι, οποιαδήποτε θέση και αν καταλάβει κανείς, αφήνει το σύμπαν το ίδιο άπειρο με πριν προς όλες τις κατευθύνσεις. Εάν πάλι προς στιγμήν θεωρηθεί ότι ο υπάρχων χώρος έχει όρια και υποτεθεί ότι ένας άνθρωπος τρέχει προς τα εξωτερικά όριά του και φτάνοντας στο εξώτερο χείλος του εξακοντίζει ένα φτερωτό δόρυ, τότε πιστεύεις ότι το δόρυ, έχοντας εκσφενδονιστεί με φοβερή δύναμη, θα κινηθεί προς το σημείο στο οποίο στάλθηκε και θα φτάσει σε κάποια απόσταση ή μήπως θεωρείς ότι κάτι μπορεί να παρεμβληθεί στην πορεία του και να το σταματήσει; Διότι θα πρέπει να αποδεχθείς και να υιοθετήσεις μία από αυτές τις δύο υποθέσεις· καθεμιά τους αποκλείει οποιαδήποτε διαφυγή και σε αναγκάζει να αποδεχθείς ότι το σύμπαν εκτείνεται δίχως τέλος.». ¹²

Αυτό το επιχείρημα και ειδικότερα η εικόνα ενός ανθρω-

που που βρίσκεται στο υποτιθέμενο όριο του χώρου και ο οποίος εκτείνει το χέρι του ή εκσφενδονίζει ένα δόρυ εμφανίζεται επανειλημμένα στην ιστορία της φυσικής φιλοσοφίας. Η αλήθεια είναι ότι η χρήση μιας τέτοιας εικόνας φαίνεται εύλογη. Τη βρίσκουμε στα γραπτά του Ριχάρδου του Μίντλτον¹³ κατά τον δέκατο τέταρτο αιώνα (που παραπέμπουν ίσως στα *Φυσικά*, 108a, του Σιμπλικίου), προτού ακόμη ανακαλυφθεί εκ νέου το *De rerum natura* από τον Poggio το 1418. Την συναντάμε, επίσης, ακόμη και στο αρκετά μεταγενέστερο *An essay concerning human understanding* («Πραγματεία σχετικά με την ανθρώπινη νόηση») του Locke (1690), όπου τίθεται το ερώτημα «αν, στην περίπτωση που ο Θεός τοποθετούσε έναν άνθρωπο στο έσχατο άκρο των ενσώματων όντων, θα μπορούσε αυτός να εκτείνει το χέρι του πέρα από το σώμα του».¹⁴

Ο Λουκρήτιος παραθέτει ένα επί πλέον επιχείρημα για την απειρότητα του χώρου, το οποίο αποκαλύπτει μια σημαντική, από φυσική άποψη, πλευρά της ατομικής θεωρίας: Αν ο χώρος δεν ήταν άπειρος, ισχυρίζεται, κατά τη διάρκεια της παρελθούσας αιωνιότητας όλη η ύλη θα είχε καταρρεύσει σε μια μάζα στον πυθμένα¹⁵ του χώρου, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει τίποτε πια. Αυτή η παρατήρηση δείχνει καθαρά ότι ο Λουκρήτιος, ακολουθώντας τον Επίκουρο, θεωρούσε ότι ο χώρος έχει μια αντικειμενικά προνομιούχο διεύθυνση, την κατακόρυφη. Αυτή είναι η διεύθυνση κατά την οποία τα άτομα διασχίζουν τον χώρο, κινούμενα σε παράλληλες γραμμές. Σύμφωνα με τον Επίκουρο και τον Λουκρήτιο, ο χώρος, αν και ομογενής, δεν είναι ισότροπος.

Παρ' όλο που, όπως βλέπουμε, η έννοια ενός συνεχούς, ομογενούς και ισότροπου χώρου φαίνεται πως ήταν πολύ αφηρημένη ακόμη και για τους προικισμένους με θεωρητική σκέψη ατομικούς, ωστόσο έχει δίκαια επισημανθεί¹⁶ ότι η αντίληψή τους για τη μη ενσώματη ύπαρξη ενός κενού εισήγαγε μια νέα αντίληψη της πραγματικότητας. Μάλιστα, απο-

τελεί παράξενη σύμπτωση το γεγονός ότι οι ίδιοι οι θεμελιωτές της μεγάλης υλιστικής σχολής της αρχαιότητας ήταν και «οι πρώτοι που είπαν ξεκάθαρα ότι κάτι μπορεί να είναι πραγματικό χωρίς να είναι σώμα».

Η άποψη ότι ο χώρος και η ύλη υπάγονται σε διαφορετικές κατηγορίες διατυπώνεται για πρώτη φορά με σαφήνεια από τον Γοργία.¹⁷ Ο Γοργίας αποδεικνύει κατ' αρχάς ότι ο χώρος δεν μπορεί να είναι άπειρος. Και αυτό γιατί, αν το ον ήταν άπειρο, δεν θα βρισκόταν πουθενά. Διότι, αν βρισκόταν κάπου, τότε εκείνο μέσα στο οποίο θα βρισκόταν θα διέφερε από αυτό, και επομένως το ον, περικλειόμενο από κάτι, παύει να είναι άπειρο, γιατί το περικλείον είναι μεγαλύτερο από το περικλειόμενο, και δεν υπάρχει τίποτε που να υπερβαίνει το άπειρο· άρα το άπειρο δεν βρίσκεται πουθενά. Ούτε, από την άλλη πλευρά, μπορεί να περιβληθεί από τον εαυτό του. Και αυτό γιατί, σε αυτήν την περίπτωση, εκείνο μέσα στο οποίο βρίσκεται θα ταυτιζόταν με αυτό που εμπεριέχει και έτσι το ον θα γινόταν συγχρόνως δύο πράγματα, χώρος και ύλη. Κάτι τέτοιο όμως είναι αδύνατον. Το αδύνατον της ύπαρξης του απείρου αποκλείει τη δυνατότητα της απειρίας του χώρου.

Ο Πλάτων, που, σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, δεν ήταν ικανοποιημένος, όπως οι προκάτοχοί του, με την απλή δήλωση της ύπαρξης του χώρου, αλλά «είναι ο μόνος που προσπάθησε να μας πει τί είναι αυτός» («τί δ' ἔστιν, οὗτος μόνος ἐπεχείρησεν εἰπεῖν»),¹⁸ αναπτύσσει τη θεωρία του για τον χώρο κυρίως στον διάλογό του *Τίμαιος*. Η κατάληξη αυτού του κάπως δυσνόητου διαλόγου, όπως ερμηνεύθηκε από τον Αριστοτέλη¹⁹ και στη σύγχρονη εποχή από τον E. Zeller,²⁰ είναι ότι η ύλη –τουλάχιστον κατά μία έννοια– πρέπει να ταυτιστεί με τον κενό χώρο. Αν και η «πλατωνική ύλη» θεωρήθηκε ορισμένες φορές ως ένα είδος σώματος που στερείται οποιασδήποτε ποιότητας (Στωικοί, Πλούταρχος, Χέγκελ) και άλλοτε απλώς ως δυνατότητα της σωματικότητας (Χαλκίδιος, νεοπλατωνικοί), ωστόσο, μια κριτική ανάλυση

δείχνει ότι η πρόθεση του Πλάτωνος ήταν μάλλον να ταυτίσει τον κόσμο των φυσικών σωμάτων με τον κόσμο των γεωμετρικών μορφών. Ένα φυσικό σώμα είναι απλώς ένα τμήμα του χώρου οριοθετημένο από γεωμετρικές επιφάνειες που δεν εμπεριέχουν τίποτε άλλο εκτός από κενό χώρο.²¹ Με τον Πλάτωνα η φυσική γίνεται γεωμετρία, όπως ακριβώς με τους Πυθαγόρειους είχε γίνει αριθμητική. Η στερεομετρική ομοιότητα γίνεται η οδηγός αρχή κατά τον σχηματισμό των μακροσκοπικών σωμάτων. «Ως προς την τροφό εκείνου που γεννιέται, η οποία υγραίνεται και γίνεται διάπυρη και παίρνει τις μορφές της γης και του αέρα και υφίσταται όλες τις άλλες συνέπειες από τις οποίες πάσχουν αυτά, φαίνεται ποικιλόμορφη κατά την όψη και, λόγω του ότι είναι γεμάτη από μη όμοιες και μη ισόρροπες δυνάμεις, δεν μπορεί να ισορροπήσει καθόλου· και, ταλαντευόμενη ανώμαλα προς κάθε κατεύθυνση, εκείνη μεν σείεται από αυτά, αλλά και αυτή καθώς κινείται τα σείει με τη σειρά της. Και τα κινούμενα αυτά φέρονται αενάως άλλα εδώ, άλλα εκεί, διαχωριζόμενα μεταξύ τους, όπως ακριβώς γίνεται όταν καθαρίζεται το σιτάρι με τα κόσκινα και με άλλα όργανα, οπότε, καθώς σείονται και λιχνίζονται, τα μεν βαριά και πυκνά πηγαίνουν σε ένα μέρος τα δε κούφια και ελαφρά σε άλλο και συγκεντρώνονται εκεί. Το ίδιο, λοιπόν, συνέβη και με τα τέσσερα γένη, που, καθώς σείονταν από τον δέκτη τους ο οποίος κινούνταν όπως κινείται ένα όργανο που προκαλεί δόνηση, τα μεν τελείως ανόμοια διαχωρίζονταν μεταξύ τους όσο το δυνατόν περισσότερο, τα δε τελείως όμοια συνωθούνταν στο ίδιο μέρος σε μέγιστο βαθμό· γι' αυτό και το καθένα κατείχε άλλον χώρο προτού ακόμη μπει σε τάξη το σύμπαν που συγκροτήθηκε από αυτά». («Τὴν δὲ δὴ γενέσεως τιθήνην ὑγραινομένην καὶ πυρουμένην καὶ τὰς γῆς τε καὶ ἀέρος μορφὰς δεχομένην, καὶ ὅσα ἄλλα τούτοις πάθη ξυνέπεται πάσχουσιν, παντοδαπὴν μὲν ἰδεῖν φαίνεσθαι, διὰ δὲ τὸ μὴθ' ὁμοίων δυνάμεων μήτε ἰσορρόπων ἐμπίπλασθαι κατ' οὐδὲν αὐτῆς ἰσορροπεῖν, ἀλλ' ἄνω-

μάλως πάντῃ ταλαντούμενην σείεσθαι μὲν ὑπ' ἐκείνων αὐτήν, κινουμένην δ' αὖ πάλιν ἐκεῖνα σείειν· τὰ δὲ κινούμενα ἄλλα ἄλλοσε αἰεὶ φέρεσθαι διακρινόμενα, ὥσπερ τὰ ὑπὸ τῶν πλοκάνων τε καὶ ὀργάνων τῶν περὶ τὴν τοῦ σίτου κάθαρσιν σειόμενα καὶ ἀνικμώμενα τὰ μὲν πυκνὰ καὶ βαρέα ἄλλη, τὰ δὲ μανὰ καὶ κοῦφα εἰς ἑτέραν ἕξει φερόμενα ἔδραν· τότε οὕτω τὰ τέτταρα γένη σειόμενα ὑπὸ τῆς δεξαμένης, κινουμένης αὐτῆς οἷον ὀργάνου σεισμὸν παρέχοντος, τὰ μὲν ἀνομοιότατα πλείστον αὐτὰ ἀφ' αὐτῶν ὀρίζειν, τὰ δ' ὁμοιότατα μάλιστα εἰς ταὐτὸν ξυνωθεῖν· διὸ δὴ καὶ χώραν ταῦτα ἄλλην ἴσχειν, πρὶν καὶ τὸ πᾶν ἐξ αὐτῶν διακοσμηθὲν γενέσθαι».²² Η φυσική συνάφεια ἢ ἡ χημικὴ συγγένεια, ἀν προτιμάτε, προκύπτει ἀπὸ τοῦ στερεομετρικοῦ σχηματισμοῦ στὸν κενὸν χώρο· ὁ ἴδιος ὁ χώρος ἀποτελεῖ τὸ ἀδιαφοροποίητο υλικὸ ὑπόστρωμα, τὴν πρώτη ὕλη τοῦ Δημιουργοῦ. Ἡ διεργασία τοῦ τινάγματος καὶ τοῦ κοσκινίσματος δημιουργεῖ μιὰ χαρακτηριστικὴ στρωμάτωση καὶ ἀνισοτροπία στὸν χώρο, ἡ ὁποία ἐκδηλώνεται, ἀπὸ φυσικὴ ἀποψη, στὴ διαφορὰ μεταξύ τῶν στρωμάτων τῶν γενῶν (στοιχείων). Ἡ γεωμετρικὴ δομὴ εἶναι τὸ τελικὸ αἷτιο αὐτοῦ ποῦ ἔχει ὀνομαστῆ «ἐπιλεκτικὴ βαρύτητα», ὅπου τὰ ὅμοια ἐλκόνται μεταξύ τους.

Σε συμφωνία με ὀρισμένες ἀπόψεις ποῦ εἶχε ἐκφράσει ὁ Πυθαγόρειος Φιλόλαος,²³ ὁ Πλάτων θεώρησε ὅτι τὰ γένη-στοιχεῖα ἔχουν καθορισμένες χωρικές δομές·²⁴ στὸ νερό ἀπέδωσε τὴ χωρική δομὴ ἐνός εἰκοσαέδρου, στὸν ἀέρα αὐτὴν ἐνός οκταέδρου, στὴ φωτιά ἐκείνη μιᾶς πυραμίδας καὶ στὴ γῆ τὴ δομὴ ἐνός κύβου. Σύμφωνα με τὴν ἀποψη τοῦ Πλάτωνος, ἡ γῆ, λόγω τῆς κυβικῆς μορφῆς τῆς, εἶναι τὸ πιο δυσκίνητο ἀπὸ τὰ τέσσερα στοιχεῖα (γένη), διότι ἔχει τις πιο ευσταθεῖς βάσεις. Επομένως, τὸ γεγονὸς ὅτι αὐτὸ τὸ στοιχεῖο βρίσκεται στὸ κέντρο τοῦ σύμπαντος εἶναι τελείως φυσιολογικό· εἶναι ἐμβυθισμένο ὅπως ἓνας πυρήνας σὲ στρώματα ἀπὸ τὰ ὑπόλοιπα στοιχεῖα τοῦ χώρου, ποῦ εἶναι διατεταγμένα με σειρά αὐξανόμενης ευκινήσιας. Οἱ ἀνομοιότητες μετα-

ξύ των τεσσάρων στοιχείων και η βαρυτική συμπεριφορά τους οφείλονται σε διαφορές στη μορφή και στο μέγεθός τους ή, σε τελική ανάλυση, σε διαφορές στη μορφή και στο μέγεθος των στοιχειωδών τριγώνων από τα οποία σχηματίζονται οι επίπεδες επιφάνειές τους. Στον βαθμό που η ύλη ανάγεται στον χώρο, η φυσική ανάγεται στη γεωμετρία.

Αυτή η ταύτιση χώρου και ύλης ή, με την ορολογία των μεταγενέστερων ψευδο-πλατωνικών διδασκαλιών, τριδιαστατικότητας και ύλης, είχε μεγάλη επίδραση στη φυσική σκέψη του Μεσαίωνα. Γιατί, αν και το *Όργανον* του Αριστοτέλους ήταν το κλασικό κείμενο για τη λογική, τα *Φυσικά* του Αριστοτέλους πήραν τη θέση του *Τίμαιου* του Πλάτωνος μόνο κατά τα μέσα του δωδέκατου αιώνα. Θα πρέπει, ίσως, να υποθέσουμε ότι η σκοτεινή και ασαφής γλώσσα του *Τίμαιου* λειτούργησε αποτρεπτικά στο να γίνει η έννοια του χώρου αντικείμενο αυστηρής μαθηματικής έρευνας. Τα ελληνικά μαθηματικά αδιαφορούν για τη γεωμετρία του χώρου. Ο ίδιος ο Πλάτων, για τον οποίο τα στερεά σώματα και η γεωμετρία τους είχαν θεμελιώδη σημασία στη διαμόρφωση της φιλοσοφίας του, αισθανόταν θλίψη για την παραμέληση αυτού του κλάδου των μαθηματικών. Στην *Πολιτεία*²⁵ απολογείται διότι παρέλειψε να εξετάσει τη στερεομετρία κατά την καταγραφή των βασικών διδακτικών αντικειμένων. Διαβάζουμε, λοιπόν, τα εξής:

—(*Γλαύκων*): Πράγματι είναι ευχάριστο και, μάλιστα, εξαιρετικά. Εξήγησέ μου, όμως, σαφέστερα αυτό που μόλις προηγουμένως έλεγες. Μου φαίνεται ότι την ενασχόληση με το επίπεδο την όρισες ως γεωμετρία.

—(*Σωκράτης*): Ναι.

—(*Γλαύκων*): Έπειτα, στην αρχή τοποθέτησες την αστρονομία μετά από αυτήν, αλλά κατόπιν υπαναχώρησες.

—(*Σωκράτης*): Στη βιασύνη μου να τα διεξέλθω όλα γρήγορα, καθυστερώ περισσότερο. Διότι ακολουθεί, βεβαί-

ως, η μελέτη της αύξησης του βάθους, αλλά, επειδή η έρευνα αυτή έδωσε γελοία αποτελέσματα, αφού την προσέερασα, τοποθέτησα μετά από τη γεωμετρία την αστρονομία, που εξετάζει τα κινούμενα στερεά.

(–*Γλαύκων*): Καί μὲν δὴ [...] τό γε ἐπίχαρι καὶ διαφερόντως ἔχει. Ἀλλὰ μοι σαφέστερον εἰπέ ἃ νῦν γε ἔλεγες. Τὴν μὲν γάρ που τοῦ ἐπιπέδου πραγματεῖαν γεωμετρίαν ἐτίθης.

(–*Σωκράτης*): Ναί [...].

(–*Γλαύκων*): Εἰτά γ' [...] τὸ μὲν πρῶτον ἀστρονομίαν μετὰ ταύτην, ὕστερον δ' ἀνεχώρησας.

(–*Σωκράτης*): Σπεύδων γάρ [...], ταχὺ πάντα διεξιελθεῖν μᾶλλον βραδύνω· ἔξις γὰρ οὖσαν τὴν δάσους αὖξις μέθοδον, ὅτι τῇ ζητήσῃ γελοῖως ἔχει, ὕστερδ' αὐτὴν μετὰ γεωμετρίαν ἀστρονομίαν ἐλεγον· φορὸν οὖσαν δάσους).²⁶

Η θεωρία του Αριστοτέλους για τον χώρο αναπτύσσεται κυρίως στις *Κατηγορίες* και στα *Φυσικά*. Τα *Φυσικά* έχουν μεγαλύτερη σχέση με τον σκοπό της εργασίας μας. Στις *Κατηγορίες* ο Αριστοτέλης αναλύει τη σύντομη ανάλυσή του με την παρατήρηση ότι η ποσότητα είναι είτε διάκριτη είτε συνεχής. Ο χώρος, που ανήκει στην κατηγορία της ποσότητας, είναι συνεχής ποσότητα. «Είναι λοιπόν και ο χρόνος και ο τόπος τέτοια ποσότητα» [...]. «Και ο τόπος συγκαταλέγεται στα συνεχή. Διότι τα μέρη ενός σώματος (= στερεού) κατέχουν ορισμένο τόπο και συνάπτονται σε ένα κοινό όριο· οπότε και τα μέρη του τόπου τα οποία κατέχει κάθε μέρος του σώματος συνάπτονται στο ίδιο όριο στο οποίο συνάπτονται και τα μέρη του σώματος. Άρα και ο τόπος θα είναι συνεχής· διότι τα μέρη του συνάπτονται σε ένα κοινό όριο». («Ἔστι δὲ καὶ ὁ χρόνος καὶ ὁ τόπος τῶν τοιούτων» [...]) «πάλιν ὁ τόπος τῶν συνεχῶν ἔστιν· τόπον γάρ τινα τὰ τοῦ σώματος μόρια κατέχει, ἃ πρὸς τινα κοινὸν ὅρον συνάπτει· οὐκοῦν καὶ τὰ