



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Η ΜΗΧΑΝΟΚΡΑΤΙΑ

Ο Κέπλερ και ο Γαλιλαίος δεν ήταν οι μόνοι επιστήμονες στην ανατολή του 17ου αιώνα που προσέφεραν έργο τόσο σημαντικό για την πορεία της επιστήμης. Ακριβώς το 1600, ένας Άγγλος γιατρός, ο Γουίλιαμ Γκίλμπερτ (William Gilbert, 1544-1603), δημοσίευσε ένα σύγγραμμα με τίτλο *Περί του μαγνήτου*⁹, ένα από τα ελάχιστα κλασικά έργα της επιστημονικής επανάστασης. Ο Γκίλμπερτ αναγνωρίζεται απ' όλους ως θεμελιωτής του σύγχρονου μαγνητισμού, και το διβλίο του εκθέτει με χαρακτηριστικό τρόπο την επικρατούσα φιλοσοφία για τη φύση.

Το *Περί του μαγνήτου*, με τον φανερά πειραματικό –αν όχι εμπειρικό– τρόπο που αντιμετωπίζει το θέμα, έρχεται σε σαφή αντίθεση με το έργο του Γαλιλαίου. Ο Γαλιλαίος θεωρούσε τα πειράματα κυρίως επινοήσεις για να πείσει τους άλλους. Ο ίδιος ήταν έτοιμος να ανακοινώσει με απόλυτη βεβαιότητα τα αποτελέσματά τους χωρίς να μπει στον κόπο να τα εκτελέσει. Ο Γκίλμπερτ, αντίθετα, ανέλαβε να τεκμηριώσει εμπειρικά τα βασικά δεδομένα για τον μαγνητισμό. Μερικά από αυτά που αναφέρει, και που θέλησε να διαπιστώσει κι ο ίδιος, μας δίνουν μια ιδέα για το ιδιαίτερο δέος που περιέβαλλε τον μαγνήτη. Ήταν το χαρακτηριστικότερο παράδειγμα των άρρητων και μυστικών δυνάμεων με τις οποίες πίστευαν ότι έδριθε το

9. *De magnetē.*

σύμπαν. Λέγονταν πολλές τέτοιες ιστορίες, όπως για μαγνητικά όρη που ορθώνονταν στη θάλασσα κι άρπαζαν τα καρφιά απ' όσα καράβια αρμένιζαν κοντά τους. Χρησιμοποιούσαν τους μαγνήτες σαν φυλαχτά για τις μάγισσες, κι επίσης τους κατάπιναν σαν φάρμακο (αφού πρώτα έσπαζαν τον μαγνητίτη και τον έκαναν σκόνη) για να γιατρεύουν διάφορες αρρώστιες. Πίστευαν ότι ένας μαγνήτης κάτω από το μαξιλάρι διώχνει τις μοιχαλίδες από το κρεβάτι τους. (Η δοξασία είχε προφανώς αντρική προέλευση και δεν ήταν μόνο η τύχη που έκανε απ' ό,τι φαίνεται άτρωτους τους μοιχούς.)

Ο Γκίλμπερτ δάλθηκε να διαχωρίσει την πραγματικότητα από τον μύθο και να εξακριβώσει πειραματικά την αλήθεια για τη μαγνητική δράση. Είναι άραγε αλήθεια ότι τα διαμάντια έχουν τη δύναμη να μαγνητίζουν τον σίδηρο; Αφού πειραματίστηκε με εδομήντα πέντε διαμάντια, ο Γκίλμπερτ ήταν έτοιμος να δώσει την απάντηση: δεν είναι αλήθεια.

Ο Γκίλμπερτ δεν ήταν ο πρώτος που ερεύνησε συστηματικά τους μαγνήτες, ούτε ήταν δικές του ανακαλύψεις όλα όσα διαπίστωσε. Παρ' όλα αυτά, η συστηματική παρουσίαση στο *Περί του μαγνήτου* μπορούμε να πούμε ότι προσδιόρισε τις βασικές αλήθειες για τον μαγνητισμό. Ός τότε τα μαγνητικά φαινόμενα συγγέονταν συχνά με φαινόμενα στατικού ηλεκτρισμού. Ο Γκίλμπερτ έκανε τη διάκριση ανάμεσα στα μεν και στα δε, οριστικά και με σαφήνεια. Με άφθονα πειραματικά στοιχεία έδειξε ότι και η ίδια η γη είναι ένας τεράστιος μαγνήτης και υποστήριξε ότι η έλξη είναι απλώς ένα από τα πέντε μαγνητικά φαινόμενα (ή «κινήσεις» όπως τα αποκαλούσε). Τα άλλα τέσσερα, η διεύθυνση, η μεταβολή (εμείς την ονομάζουμε απόκλιση), η έγκλιση και η περιστροφή, είχαν όλα σχέση με το μαγνητικό πεδίο της γης και ο Γκίλμπερτ απέδιδε μεγαλύτερη σημασία σ' αυτά παρά στην έλξη.

Το σύγγραμμα του Γκίλμπερτ, στο οποίο τεκμηριώνονται με ακλόνητα στοιχεία πολλά από αυτά που μας είναι σήμερα γνωστά από τη στοιχειώδη φυσική, συχνά χαρακτηρίζεται το πρώτο παράδειγμα εφαρμογής της σύγχρονης πειραματικής επιστήμης. Ωστόσο, αν το διαβάσουμε προσεκτικά και προ-

σπαθήσουμε να καταλάβουμε όχι μόνο αυτά που ενστερνίστηκε η σύγχρονη επιστήμη αλλά και όσα υποστήριζε ο Γκίλμπερτ, εμφανίζονται και πολλά που μας είναι λιγότερο οικεία. Ο τίτλος υπόσχεται ήδη περισσότερα απ' όσα περιμένει ο αναγνώστης του 20ού αιώνα από ένα κείμενο με θέμα τον μαγνητισμό: *Περί του μαγνήτου, των μαγνητικών σωμάτων και περί της Γης, του μέγα μαγνήτου: Νέα Φυσιολογία αποδεδειγμένη δια πλείστων επιχειρημάτων και πειραμάτων*. Νέα φυσιολογία, δηλαδή νέα φιλοσοφία για τη φύση. Ο Γκίλμπερτ δεν θεωρούσε τον μαγνητισμό απλό φαινόμενο, ένα από τα πολλά που εμφανίζονται στη φύση, αλλά κλείδα για την κατανόηση του όλου. Το όλον, όπως το εννούσε αυτός, δεν ήταν λιγότερο άρρητο και μυστικό από τις θρυλούμενες δυνάμεις του μαγνήτη, που τις εξέτασε τόσο προσεκτικά.

Στη φιλοσοφία του Γκίλμπερτ, ενώ η ηλεκτρική έλξη είναι η ορατή δράση που επιφέρουν αόρατες αναθυμιάσεις, η μαγνητική έλξη είναι άυλη δύναμη. Τα υλικά σώματα δεν την αναχαιτίζουν και οι μαγνήτες έλκουν τον σίδηρο ακόμα κι όταν βρίσκονται πίσω από γυαλί, ξύλο ή χαρτί. Κι αν ο σίδηρος προστατεύει τα σώματα από την έλξη, αυτό γίνεται όχι επειδή εμποδίζει την ελκτική δύναμη αλλά επειδή την εκτρέπει. Ιδιαίτερα αποκαλυπτικό για τον Γκίλμπερτ ήταν το προσόν του μαγνητίτη να διεγείρει τη μαγνητική ικανότητα που διαθέτει ένα κομμάτι σίδηρο χωρίς να χάνει στο ελάχιστο τη δική του δραστηριότητα. Ο σίδηρος (ή ο μαγνητίτης, γιατί αυτά τα δύο είναι όμοια κατά τη γνώμη του) είναι γνήσια γήινη ύλη. Ο μαγνητισμός είναι εγγενής του δύναμη, δύναμη που τη χάνει πολύ δύσκολα και είναι πάντοτε έτοιμος να την ανακτήσει. Χρησιμοποιώντας τις κατηγορίες της αριστοτέλειας μεταφυσικής, υποστήριξε ότι αν ο ηλεκτρισμός είναι ενέργεια της ύλης, ο μαγνητισμός είναι ενέργεια της μορφής. Ο μαγνητισμός είναι η ενεργητική αρχή της αρχικής γήινης ύλης.

«Τα μαγνητικά σώματα έλκουν λόγω πρωταρχικών ιδιοτήτων της μορφής τους, ή μάλλον λόγω πρωτεύουσας έμφυτης δύναμης. Η μορφή αυτή είναι μοναδική και ιδιαί-

τερη· είναι η μορφή των πρώτων και κύριων σφαιρών· και αποτελείται από ομογενή και μη αλλοιωμένα μέρη τους· είναι η ίδια η οντότητα και η ύπαρξη που μπορούμε να ονομάσουμε πρωτεύουσα ριζική και αστρική μορφή· δεν είναι η πρώτη μορφή του Αριστοτέλη, αλλά εκείνη η μοναδική μορφή που διατηρεί και διέπει τη δική της σφαίρα. Τέτοια μορφή υφίσταται μία μέσα σε κάθε σφαίρα – στον ήλιο, στη σελήνη, στα άστρα· και στη γη μία υφίσταται, κι αυτή τη γνήσια μαγνητική δύναμη ονομάζουμε πρωτεύουσα ενέργεια.»

Όπως ανέφερε σ' ένα άλλο σημείο, «η γνήσια γήινη ύλη είναι προικισμένη με μια αρχέγονη και με μια ενεργό μορφή». Με κάποιους σαφέστερους ίσως όρους, ταύτιζε τον μαγνητισμό με την ψυχή της γης.

Η λέξη «έλξη» είναι ακατάλληλη για τη μαγνητική δράση. Όπως έλεγε ο Γκίλμπερτ, η έλξη υπονοεί βία και εξαναγκασμό, και χρησιμοποιείται σωστά για την ηλεκτρική δράση. Αντίθετα, η μαγνητική κίνηση εκφράζει εκούσια συγκατάθεση και ενότητα. Αναπόφευκτα οι δύο πόλοι παρέπεμπαν στα δύο φύλα και, με γλώσσα που ταίριαζε μάλλον στη ελευθεριότητα της εποχής της Αγγλικής Παλινόρθωσης παρά στην εποχή της Μεταρρύθμισης, είπε ότι ο μαγνητίτης εναγκαλίζεται τον σίδηρο κι έτσι γεννιέται ο μαγνητισμός. Τα άλλα είδη μαγνητικής δράσης φαίνονταν στον Γκίλμπερτ πιο σημαντικά απ' ό,τι η λεγόμενη έλξη. Η διεύθυνση, η μεταβολή, η έγκλιση –αυτές οι κινήσεις (ή περιστροφές) εκφράζουν το νου που βρίσκεται πίσω απ' όλα και που διατηρεί την τάξη του κόσμου. Ο Γκίλμπερτ θεωρούσε ότι ο Βορράς και ο Νότος είναι υπαρκτές διευθύνσεις στο σύμπαν και ότι η μαγνητική ψυχή της γης υπάρχει για να κατευθύνει και να διευθετεί. Η πυξίδα ήταν «ο δάκτυλος του Θεού» και έλεγαν ότι ο σίδηρος, όταν του στερούσαν τον μαγνητισμό του, περιπλανιόταν άσκοπα, χαμένος. Η έγκλιση της βελόνας μετρούσε το γεωγραφικό πλάτος και η μεταβολή ίσως μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να μετριέται το γεωγραφικό μήκος. Η πέμπτη κίνηση του Γκίλμπερτ, η περιστροφή, προϋπέθετε ότι η μαγνητική ψυχή της γης είχε ακόμα

και διανοητική ικανότητα. Με τη λέξη περιστροφή εννοούσε την ημερήσια περιστροφή της γης γύρω από τον άξονά της, κίνηση που απέδιδε στον μαγνητισμό, όπως απέδιδε σ' αυτόν και τη σταθερή διεύθυνσή του πόλου της γης καθώς αυτή κινείται γύρω από τον ήλιο. Καθώς βρίσκεται κοντά στον ήλιο, διαβεβαίωνε ο Γκίλμπερτ, η ψυχή της γης αντιλαμβάνεται το μαγνητικό του πεδίο και, κάνοντας τη λογική σκέψη ότι η μια πλευρά θα καεί ενώ η άλλη θα παγώσει αν δεν ενεργήσει, επιλέγει να περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της. Μάλιστα επιλέγει να έχει κλίση ως προς τον άξονά της για να προκαλεί τη μεταβολή των εποχών.

Το πρότυπο σύγγραμμα της σύγχρονης πειραματικής επιστήμης αποδεικνύεται πραγματικά πολύ παράξενο βιβλίο. Ή μάλλον είναι παράξενο για τους αναγνώστες του 20ού αιώνα. Το 1600, ωστόσο, όσα ανέφερε θα πρέπει να φαίνονταν πολύ οικεία, γιατί εξέφραζε μία από τις επικρατέστερες φιλοσοφίες για τη φύση, αυτή που ονομάστηκε φυσιοκρατία της Αναγέννησης. Στον Γκίλμπερτ, όπως και σε πολλούς σύγχρονούς του, η φύση φαινόταν πραγματικά να σφύζει από ζωή. Ο μαγνητισμός της αρχικής γήινης ύλης ήταν αντίστοιχος με τις ενεργητικές αρχές που ήταν παρούσες στα πάντα. Δεν υπήρχε πουθενά ύλη χωρίς ζωή, ούτε ύλη χωρίς αντίληψη. Όπως συνδέονται τα μαγνητικά σώματα και ενώνονται με εκούσια συγκατάθεση, έτσι και όλα τα σώματα έχουν μεταξύ τους σχέσεις συμπάθειας και αντιπάθειας, με τις οποίες τα όμοια ανταποκρίνονται στα όμοια και απορρίπτουν τα ανόμοια. Η μαγνητική έλξη ήταν πραγματικά το καλύτερο παράδειγμα των άρρητων δυνάμεων που αφθονούν στο ανιμιστικό σύμπαν της φυσιοκρατίας της Αναγέννησης. Ο ίδιος ο εμπειρισμός του Γκίλμπερτ εμφανίζεται ως άλλη άποψη της ίδιας φιλοσοφίας. Ενώ ο σχολαστικός αριστοτελισμός είχε υποστηρίξει τη λογική τάξη της φύσης, που μπορούσε να τη διερευνήσει ο ανθρώπινος νους, η φυσική φιλοσοφία του 16ου αιώνα διακήρυσσε ότι το μυστήριο της φύσης είναι αδιαπέραστο από την ανθρώπινη διάνοια. Με την εμπειρία, και μόνο με την εμπειρία, μπορεί να γνωρίσει κανείς τις απόκρυφες δυνάμεις που δεσπόζουν στο

σύμπαν. Όπως υποδηλώνουν οι λέξεις «συμπάθεια» και «αντιπάθεια», και όπως δείχνει καθαρά η μαγνητική ψυχή του Γκίλμπερτ, οι απόκρυφες δυνάμεις της φύσης αποδίδονταν με όρους συναφείς προς την ψυχή. Η φυσιοκρατία της Αναγέννησης ήταν προβολή του ανθρώπινου ψυχισμού στη φύση και απεικόνιζε ολόκληρη τη φύση σαν μια τεράστια φαντασμαγορία ψυχικών δυνάμεων. Το *Περί του μαγνήτου* του Γκίλμπερτ ήταν μια σχετικά συγκρατημένη αν και γνήσια έκφραση ενός από τους καθιερωμένους τρόπους αντιμετώπισης της φύσης.

Αν και η φυσιοκρατία της Αναγέννησης γνώρισε τη μεγαλύτερη ακμή της τον 16ο αιώνα, ο Γκίλμπερτ δεν ήταν ο τελευταίος της εκπρόσωπος, κάθε άλλο. Στις αρχές του 17ου αιώνα η επίδρασή της διαμόρφωσε τις χαρακτηριστικές απόψεις των χημικών που ήταν οπαδοί του Παράκελσου. Ο Ιωάννης Βαπτιστής Βαν Χέλμοντ (Jean-Baptiste van Helmont, 1579-1644) ήταν ο τελευταίος μεγάλος αυτής της σχολής. Είναι γνωστό ότι ο Βαν Χέλμοντ θεωρούσε ότι η ύλη από την οποία σχηματίζονται τα πάντα είναι το νερό. Στο περίφημο πείραμά του φύτεψε ένα μικρό δέντρο σε χώμα που είχε ζυγίσει προσεκτικά, το πότιζε ανελλιπώς, κι όταν μεγάλωσε αρκετά χώρισε το χώμα από τις ρίζες και το ζύγισε ξανά. Η ποσότητα του χώματος είχε μειωθεί ελάχιστα, άρα όλη η αύξηση του βάρους του δέντρου θα έπρεπε να οφείλεται στο νερό, που είχε στο μεταξύ μετατραπεί σε στερεό ξύλο. Κατά τον Βαν Χέλμοντ το πείραμα με το δέντρο ταίριαζε απόλυτα με τις θεωρίες της βιταλιστικής φυσικής φιλοσοφίας. Το νερό –η ύλη, δηλαδή– αντιστοιχεί στη θηλυκή αρχή, που για να γονιμοποιηθεί και να ζωντανέψει χρειάζεται την αρσενική σπερματική ή ζωτική αρχή. Τίποτα δεν γεννιέται στη φύση «ή μη μόνον εκ καταστάσεως του ύδατος εγκύου», έλεγε, και δεν εννούσε μόνον αυτά που θεωρούμε σήμερα οργανικά. Βέβαια, η ζωτική ή σπερματική αρχή αποτελούσε το βαθύτερο είναι του κάθε όντος, την ίδια την πηγή όσων είναι και όσων κάνει. Την αποκαλούσε εικόνα του αρχιεργάτη, μια εικόνα κάθε άλλο παρά νεκρή, με «πλήρη γνώση» του τι πρέπει να κάνει και με τη δύναμη να πραγματώνεται. Η ζωτική αρχή «ενδύεται ευθύς μανδύα σαρκός» και

πλάθοντας την ύλη κατ' εικόνα δημιουργεί το σώμα που ζω-
ντανεύει.

Η μαγνητική έλξη κάθε άλλο παρά ανώμαλη φαινόταν στον Βαν Χέλμοντ, όπως άλλωστε και στον Γκίλμπερτ. Ήταν μάλι-
στα το πρότυπο της ενέργειας σ' αυτόν τον έμψυχο κόσμο. Υπάρχουν, έλεγε, «μαγνητισμός και δυνάμεις επιρροής έμ-
φυτες και ίδιες εις τα πάντα». Τα πάντα είναι εφοδιασμένα με
κάτι σαν αντίληψη, με την οποία αντιλαμβάνονται ποια σώ-
ματα είναι όμοια μ' αυτά και ποια είναι ξένα, τις συμπάθειες
και τις αντιπάθειες όπως τις ονόμαζε. Ένα από τα θέματα
που ενδιέφεραν περισσότερο τον Βαν Χέλμοντ ήταν η συμπα-
θητική αλοιφή που θεραπεύει τις πληγές με επάλειψη όχι της
πληγής αλλά του όπλου που την προκάλεσε. Παρόμοια ήταν
και η αρχή που εξηγούσε γιατί τρέχει το αίμα των δολοφονη-
μένων όταν πλησιάζει ο δολοφόνος: το πνεύμα του αίματος α-
ντιλαμβάνεται την παρουσία του θανάσιμου εχθρού του, δρά-
ζει από οργή, και γι' αυτό χύνεται. Ο Βαν Χέλμοντ θεωρούσε
το δόγμα του ενσυνείδητη απόρριψη του υλισμού, επιδεδαίω-
ση της ανωτερότητας του πνεύματος. Η αριστοτέλεια φιλοσο-
φία αποδίδει ενεργητικό ρόλο μέσα στη φύση σ' αυτό που ο
Βαν Χέλμοντ αποκάλεσε πολύ εντυπωσιακά «έφεση της ύλης
προς την ακολασία». Ισχύει ακριβώς το αντίθετο, διαβεθαίω-
νε, ο υλικός κόσμος «διέπεται πάντα και οριοθετείται από το
Αύλο και το Αόρατο».

Πώς μπορεί ο άνθρωπος να αποκτήσει γνώση των ζωτικών
αρχών που συνιστούν την πραγματικότητα της φύσης; Οπωσ-
δήποτε όχι με τη διανοητική ικανότητα, που πάντοτε παρα-
ποιεί και διαστρεδλώνει. «Η Λογική», διακήρυσσε ο Βαν Χέλ-
μοντ, «είναι αλυσιτελής», κι επίσης «δεκαεννέα συλλογισμοί
δεν επιφέρουν γνώση». Αντί για τη διάνοια, που μένει στην
επιφάνεια, προτείνει τη νόηση, γιατί μόνον αυτή είναι αντάξια
της αλήθειας των πραγμάτων. Ο νους πρέπει να διεισδύσει ως
το βάθος, η νόηση πρέπει να πάρει «τη μορφήν των νοητών»
και τότε πράγματι η νόησις προς στιγμήν γίνεται (ούτως ει-
πείν) αυτό τούτο το νοητόν». Τα πράγματα «ομοιάζουν να
συνομιλούν μεθ' ημών άνευ λόγων και η νόησις διατρυπά

αυτά, κλειστά όντα, κατά τρόπον ουχί διάφορον ή ως εάν ανέ-
τεμνε και διήνοιγε αυτά». Μόνον η νόηση, με άμεση ενόραση
της αλήθειας, γνωρίζει τα πράγματα όπως είναι και, γνωρίζο-
ντάς τα, γνωρίζει και τη λειτουργία τους.

Πρόκειται για ένα ιδεώδες επιστημονικής γνώσης σύμφωνο
με την παράδοση της φυσιοκρατίας της Αναγέννησης, εντελώς
διαφορετικό από αυτό που έχουμε εμείς. Είναι το ιδεώδες του
Φάουστ, ο επιστήμων-μάγος που οφείλει τις γνώσεις του στις
άρρητες δυνάμεις της φύσης.

«Διατί φοβούμαστε τόσο την λέξιν Μαγεία», διερωτά-
ται ο Βαν Χέλμοντ, «δεδομένου ότι το σύνολον των ενεργει-
ών είναι μαγικόν; Ουδέν διαθέτει οιανδήποτε δύναμιν προς
ενέργειαν, η οποία δεν παράγεται από την φαντασίαν της
μορφής αυτού και δη κατά τρόπον μαγικόν. Επειδή όμως η
φαντασία αύτη είναι περιορισμένης ταυτότητος ή ομοιότη-
τος, εις σώματα στερούμενα εκλογής, το αιτιατό απεδόθη
λόγω αμαθείας, και μάλιστα χονδροειδώς, ουχί εις την φα-
ντασίαν αυτού του πράγματος, αλλ' εις φυσικήν τινα ιδιό-
τητα· πράγματι, εξ αγνοίας των αιτιών, υπεκαταστάθη το
αίτιον δια του αιτιατού· ενώ, αντιθέτως, κάθε παράγων δρα
επί του ιδίου αντικειμένου, και δη δια προαισθήματος του
αντικειμένου τούτου, δια του οποίου διασπείρει την ίδιαν
ενεργητικήν ιδιότητα μόνον επ' αυτού του αντικειμένου και
ουχί ως έτυχεν· δηλαδή, διεγερθείσης της φαντασίας εξ αι-
σθήσεως του αντικειμένου, δια διαδόσεως ιδεατής οντότη-
τος και συζεύξεώς της μετά της ακτίνος της παθητικής
οντότητος. Τούτη δε είναι η μαγική ενέργεια των φυσικών
πραγμάτων. Η φύσις είναι τω όντι μάγισσα από πάσης
απόψεως».

Και να ποια ήταν η απάντηση του Καρτέσιου σ' όλα αυτά:

«Είναι φυσικό να θαυμάζουμε περισσότερο τα πράγ-
ματα που βρίσκονται πιο πάνω από εμάς παρά εκείνα που
βρίσκονται πιο κάτω ή στο ίδιο επίπεδο μ' εμάς. Αν και τα

σύννεφα βρίσκονται ελάχιστα πιο ψηλά από τις κορυφές ορισμένων βουνών, παρ' όλα αυτά, εμείς, επειδή πρέπει να στρέψουμε το βλέμμα στον ουρανό για να τα δούμε, φανταζόμαστε ότι είναι τόσο ψηλά που οι ποιητές και οι ζωγράφοι βλέπουν σ' αυτά τον θρόνο του Θεού. Όλα αυτά με κάνουν να ελπίζω ότι αν με την πραγματεία τούτη εξηγήσω τη φύση των νεφών τόσο καλά ώστε να μην συντρέχει πλέον λόγος να θαυμάζουμε όσα βλέπουμε σ' αυτά ή ό,τι έρχεται στη γη απ' αυτά, τότε θα γίνει πιστευτό και ότι με τον ίδιο τρόπο είναι δυνατό να ανακαλύψουμε τις αιτίες όσων βρίσκονται πάνω από τη γη και μας φαίνονται θαυμαστά.»

Τον 17ο αιώνα ο Καρτέσιος εκπροσωπούσε την ανερχόμενη τάση της φυσικής φιλοσοφίας, ενώ η φωνή του Βαν Χέλμοντ ήταν ένας από τους τελευταίους αντίλαλους μιας φθίνουσας παράδοσης. Η φυσιοκρατία της Αναγέννησης βασιζόταν σε τελική ανάλυση στην πεποίθηση ότι η φύση είναι ένα μυστήριο που η ανθρώπινη διάνοια δεν μπορεί ποτέ να μετρήσει το βάθος του. Η προτροπή του Καρτέσιου, από την άλλη, να αντικατασταθεί το δέος με την κατανόηση, εξέφραζε την απόλυτη πεποίθηση ότι η φύση δεν περικλείει κανένα απρόσιτο μυστήριο, ότι είναι απολύτως διαπερατή από το λογικό. Σ' αυτό το υπόβαθρο ο 17ος αιώνας οικοδόμησε τη δική του θεωρία για τη φύση, τη μηχανοκρατία.

Η μηχανοκρατία δεν είναι δημιούργημα ενός ανθρώπου. Σ' όλους τους επιστημονικούς κύκλους της Δυτικής Ευρώπης παρατηρούμε την πρώτη πεντηκονταετία του 17ου αιώνα κάποια μετακίνηση προς τη μηχανοκρατική αντίληψη για τη φύση, μετακίνηση που φαίνεται να είναι αυθόρμητη, από αντίδραση στη φυσιοκρατία της Αναγέννησης. Ενώ διαφαίνεται ήδη στα έργα του Γαλιλαίου και του Κέπλερ, απέκτησε σαφείς διαστάσεις στα κείμενα του Μερσέν, του Γκασαντί και του Χομπς, για να μην αναφέρουμε κι άλλους, λιγότερο γνωστούς. Πάντως στη στροφή προς τη μηχανοκρατική αντίληψη για τη φύση μεγαλύτερη ήταν η επιρροή του Καρτέσιου (Renè Descartes, 1596-1650), που παρά τις υπερβολές του έδωσε στη διατύπωσή

της έναν βαθμό φιλοσοφικής αυστηρότητας που έλειπε ιδιαίτερα και που δεν επιτυγχάνεται πουθενά αλλού.

Με τον περίφημο καρτεσιανό δυαδισμό ο δημιουργός του προσέφερε στην αντίδραση προς τη φυσιοκρατία της Αναγέννησης τη μεταφυσική της δικαίωση. Καθετί που έχει υπόσταση, υποστήριζε, αποτελείται από δυο ουσίες. Αυτό που θα λέγαμε πνεύμα είναι ουσία που χαρακτηρίζεται από την ενέργεια της σκέψης, ενώ ουσία του υλικού κόσμου είναι η έκταση. *Res cogitans* και *res extensa* – ο Καρτέσιος τα όρισε με τέτοιο τρόπο ώστε να τα διακρίνει και να τα διαχωρίσει απόλυτα. Στη νοητική ουσία δεν μπορούμε να αποδώσουμε καμία ιδιότητα χαρακτηριστική της ύλης – ούτε έκταση, ούτε τόπο, ούτε κίνηση. Ιδιότητά της είναι η σκέψη και μόνον η σκέψη, που περιλαμβάνει όλες τις νοητικές ενέργειες. Από την άποψη της φυσικής επιστήμης το σημαντικότερο αποτέλεσμα της διχοτομίας ήταν ο αυστηρός αποκλεισμός κάθε ψυχικού χαρακτηριστικού από την υλική φύση. Η μαγνητική ψυχή που απέδιδε στον κόσμο ο Γκίλμπερτ δεν είχε θέση στον φυσικό κόσμο του Καρτέσιου, ούτε και οι ενεργητικές αρχές του Βαν Χέλμοντ. Ο Καρτέσιος διάλεξε σκόπιμα την παθητική μετοχή, *extensa*, για να δείξει την αντίθεση με την ενεργητική μετοχή, *cogitans*, που τη χρησιμοποίησε για να χαρακτηρίσει το χώρο του πνεύματος, επειδή ήθελε να τονίσει ότι η φύση είναι αδρανής και δεν διαθέτει δικές της ενεργητικές πηγές. Στη φυσιοκρατία της Αναγέννησης, ο νους και η ύλη, το πνεύμα και το σώμα, δεν θεωρούνται χωριστές οντότητες. Η θαυότερη υπόσταση κάθε σώματος είναι η ενεργητική αρχή του, που διαθέτει έστω και εν μέρει τα χαρακτηριστικά του νου ή του πνεύματος. Η αριστοτέλεια αρχή της «μορφής» είχε διαδραματίσει ανάλογο ρόλο σε μια πιο εκλεπτυσμένη φιλοσοφία για τη φύση. Αποτέλεσμα του καρτεσιανού δυαδισμού, αντίθετα, ήταν να αφαιρέσει με χειρουργική ακρίβεια κάθε ψυχικό ίχνος από την υλική φύση, αφήνοντάς τη χωρίς ζωή, σαν έναν τόπο που τον χτυπούν βίαιες ριπές αδρανούς ύλης. Ήταν μια αντίληψη για τη φύση που κατέπλησσε με την ψυχρότητά της, αλλά και επινοημένη με θαυμαστή τέχνη για τους σκοπούς της σύγχρονης επιστή-

μης. Ελάχιστοι ακολούθησαν κατά γράμμα την αυστηρότητα της καρτεσιανής μεταφυσικής κι ωστόσο σχεδόν όλοι οι σημαντικοί επιστήμονες στη δεύτερη πεντηκονταετία του αιώνα αποδέχτηκαν ασυζητητί τον δυαδισμό σώματος και πνεύματος. Η φύση της σύγχρονης επιστήμης είχε γεννηθεί.

Ο Καρτέσιος είχε πλήρη επίγνωση του επαναστατικού του ρόλου σε σχέση με την ως τότε φιλοσοφική παράδοση. Στο έργο του *Λόγος περί της Μεθόδου*¹⁰ (1637) περιέγραψε την αντίδρασή του στην παράδοση, όπως τον είχε εισαγάγει σ' αυτή η εκπαίδευσή του. Είχε ξεκινήσει πιστεύοντας στη διαβεβαίωση ότι στο τέλος θα κατακτούσε τη γνώση. Δυστυχώς, αντί γι' αυτό, βρέθηκε στο έλεος της αμφιβολίας. Έρευνες και αντιπαραθέσεις επιχειρημάτων δυο χιλιάδων χρόνων είδε τελικά ότι δεν είχαν καταλήξει σε κανένα οριστικό συμπέρασμα. Στη φιλοσοφία, έλεγε, «ό,τι και να σκεφτεί κανείς, όσο παράξενο κι απίστευτο κι αν είναι, έχει υποστηριχτεί κάποτε από κάποιον φιλόσοφο». Ο Καρτέσιος πήρε την απόφαση να καθαρίσει το μυαλό του από το παρελθόν. Αμφισβητώντας συστηματικά τα πάντα, θα υπέβαλλε κάθε ιδέα σε αυστηρή εξέταση και θα απέρριπτε εκείνα για τα οποία υπήρχε και η παραμικρή αμφιβολία, ώσπου να καταλήξει σε κάποια πρόταση που δεν θα επιδεχόταν αμφισβήτηση, αν υπήρχε καμία τέτοια. Πάνω στην πρόταση αυτή, όπως σε στέρεο δρόαχο, θα έκτιζε από την αρχή το οικοδόμημα της γνώσης που θα είχε την ίδια στερεότητα με τα θεμέλιά του, οικοδόμημα καινούριο που θα θεμελιωνόταν με το λογικό και μόνο. Από την πλεονεκτική θέση που μας δίνει η χρονική απόσταση διαπιστώνουμε ότι είχε αποκηρύξει το παρελθόν πολύ λιγότερο απ' όσο πίστευε. Παρ' όλα αυτά, η μηχανοκρατική του αντίληψη για τη φύση ήταν μια απότομη ρήξη με την επικρατούσα θεώρηση, δηλαδή τη φυσιοκρατία της Αναγέννησης, κι επίσης εξ ίσου σχεδόν και με τον αριστοτελισμό. Αυτή η αντίληψή του, να κάνει καινούρια αρχή, εξέφραζε και την επιστήμη του 17ου αιώνα συνολικά.

Ο Καρτέσιος, όπως ξέρουμε όλοι, βρήκε τον στέρεο δρόαχο

10. *Discours de la Méthode*.

που αναζητούσε, αυτό που δεν μπορούσε να αμφισβητηθεί. Ήταν η πρόταση *cogito ergo sum* (σκέπτομαι, άρα υπάρχω). Το *cogito* έγινε το θεμέλιο του νέου οικοδομήματος της γνώσης. Από αυτό έφτασε με λογικούς συλλογισμούς στην ύπαρξη του Θεού, κι έπειτα στην ύπαρξη του υλικού κόσμου. Κατά τη διαδικασία της αμφισβήτησης, ένα από τα πρώτα που είχαν απαλειφθεί ήταν η ύπαρξη του εξωτερικού κόσμου, επειδή φαινόταν να εξαρτάται από τη μαρτυρία των αισθήσεων, και η φανερή τάση των αισθήσεων να σφάλουν την είχε θέσει υπό αμφισβήτηση. Με τα νέα σταθερά θεμέλια πίστευε ότι ήταν πλέον ικανός να αποδείξει, ως συμπέρασμα επίσης αναμφισβήτητο, ότι ο εξωτερικός κόσμος υπάρχει. Ωστόσο στο συμπέρασμα αυτό προσέθεσε κι έναν όρο, που για το έργο της επιστημονικής επανάστασης ήταν ίσως η πιο σημαντική ρήση του 17ου αιώνα. Αν και η ύπαρξη του φυσικού κόσμου αποδεικνύεται με αναγκαία επιχειρήματα, αυτός ο κόσμος δεν είναι κατ' ανάγκη όμοιος με εκείνον που αναπαριστούν οι αισθήσεις. Οι αληθινές ιδιότητες της αριστοτέλειας φιλοσοφίας έμπαιναν κι αυτές στο περιθώριο του φυσικού κόσμου, όπου βρισκονταν ήδη οι συμπάθειες, οι αντιπάθειες και οι απόκρυφες δυνάμεις. Τα σώματα φαίνονται κόκκινα, είχε πει ο Αριστοτέλης, λόγω της ερυθρότητας της επιφάνειάς τους, και ζεστά φαίνονται επειδή διαθέτουν την ιδιότητα της θερμότητας. Οι ιδιότητες υπάρχουν αληθινά, αποτελούν μία από τις κατηγορίες τού είναι, και με τις αισθήσεις μας αντιλαμβανόμαστε απευθείας την πραγματικότητα. Δεν είναι έτσι, αντέτεινε ο Καρτέσιος. Αν νομίζουμε ότι το κόκκινο χρώμα ή η θερμότητα ενυπάρχουν στα σώματα, αυτό σημαίνει ότι προβάλλουμε στον φυσικό κόσμο τα δικά μας αισθήματα, ακριβώς όπως η φυσιοκρατία της Αναγέννησης προέβαλλε σ' αυτόν τις ψυχικές λειτουργίες. Στην πραγματικότητα τα σώματα αποτελούνται μόνο από κινούμενα υλικά σωμάτια και όλες οι φαινομενικές τους ιδιότητες (με μόνη εξαίρεση την έκταση) είναι απλώς αισθήματα, που προκαλούνται όταν στα νεύρα προσκρούουν κινούμενα σώματα. Ο οικείος κόσμος της εμπειρίας των αισθήσεων αποδεικνύεται απλή ψευδαίσθηση, σαν τις άρ-

ρητες δυνάμεις της φυσιοκρατίας της Αναγέννησης. Ο κόσμος είναι μηχανή που απαρτίζεται από αδρανή σώματα και κινείται από φυσική αναγκαιότητα, ανεξάρτητα από το αν υπάρχουν νοήμονα όντα. Αυτή ήταν η βασική θέση της μηχανοκρατικής αντίληψης για τη φύση.

Στις πραγματείες του *Διοπτρική* (1637) και *Μετεωρολογία* (1637), καθώς και στις *Αρχές της φιλοσοφίας*¹¹ (1644), ο Καρτέσιος παρουσίασε αναλυτικά τις λεπτομέρειες της μηχανοκρατικής του άποψης. Ένας από τους θεμέλιους λίθους της ήταν η αρχή της αδράνειας. Η μηχανοκρατία υποστήριζε ότι όλα τα φυσικά φαινόμενα προκαλούνται από κινούμενα υλικά σώματα – ότι έτσι πρέπει να προκαλούνται αφού η φυσική υπόσταση απαρτίζεται από κινούμενα υλικά σώματα. Ποια είναι όμως η αιτία της κίνησής τους; Εφ' όσον η ύλη είναι εξ ορισμού κάτι αδρανές, συνειδητά απογυμνωμένο από ενεργητικές αρχές, είναι φανερό ότι δεν μπορεί να αποτελεί η ίδια την αιτία της κίνησής της. Τον 17ο αιώνα όλοι συμφωνούσαν ότι η κίνηση προέρχεται από τον Θεό. Εν αρχή, ο Θεός δημιούργησε την ύλη και την έθεσε σε κίνηση. Γιατί όμως η ύλη συνεχίζει να κινείται; Η επιμονή, ακριδώς, με την οποία η μηχανοκρατική αντίληψη αποκήρυσε τις ενεργητικές αρχές σημαίνει ότι μόνο η αρχή της αδράνειας μπορούσε να την κάνει να γίνει διώσιμη φιλοσοφία για τη φύση. Δεν απαιτείται κανένα αίτιο για να συνεχίζει να κινείται η ύλη, υποστήριζε. Η κίνηση είναι κατάσταση και συνεχίζεται όσο δεν επενεργεί κανένας εξωτερικός παράγοντας για να τη μεταβάλει, όπως συμβαίνει με όλες οι καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρεθεί η ύλη. Μπορεί να μεταδιδαστεί από το ένα σώμα στο άλλο, με την κρούση, αλλά η κίνηση καθ' εαυτή παραμένει ακατάλυτη.

Ο Καρτέσιος επιχείρησε να αναλύσει την κρούση με βάση τη διατήρηση της συνολικής ποσότητας της κίνησης, αρχή που προσεγγίζει την αρχή για τη διατήρηση της ορμής που διαμορφώθηκε αργότερα τον ίδιο αιώνα. Αφού, όμως, πίστευε ότι η μεταβολή της διεύθυνσης και μόνο (χωρίς μεταβολή της ταχύ-

11. *La dioptrique, Les météores, Principia philosophiae.*

τητας) δεν συνεπάγεται αλλαγή της κατάστασης του άλλου σώματος, τα συμπεράσματα στα οποία οδηγήθηκε διαφέρουν πολύ από αυτά που αποδεχόμαστε εμείς. Ωστόσο η ανάλυση της κρούσης από τον Καρτέσιο αποτέλεσε αφετηρία για τις επόμενες προσπάθειες, που απέδωσαν περισσότερους καρπούς. Πάντως, οι δικοί του νόμοι για την κρούση παρείχαν το πρότυπο κάθε δυναμικής δράσης. Στο μηχανοκρατικό σύμπαν, όπου δεν επιζούν οι ενεργητικές αρχές, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των σωμάτων οφείλονται μόνο στην κρούση.

Δεν είναι τυχαίο ότι αυτοί που συγκρότησαν τα δύο σπουδαιότερα μηχανοκρατικά συστήματα για τη φύση, ο Καρτέσιος κι ο Γκασαντί, συνέβαλαν επίσης σημαντικά στη διαμόρφωση της έννοιας της αδράνειας. Ο Γαλιλαίος είχε ορίσει την αδράνεια με βάση την κυκλική κίνηση που αντιστοιχεί στην ημερήσια περιστροφή της γης γύρω από τον άξονά της. Ο Καρτέσιος και ο Γκασαντί ήταν οι πρώτοι που υποστήριξαν ότι η αδρανειακή κίνηση πρέπει να είναι ευθύγραμμη κι ότι η κυκλική και η καμπυλόγραμμη κίνηση των σωμάτων οφείλονται σε εξωτερικά αίτια. Τότε, ισχυριζόταν ο Καρτέσιος, τα σώματα ασκούν συνεχώς μια τάση για να απομακρυνθούν από το κέντρο γύρω από το οποίο κινούνται. Αν και δεν επιχείρησε να εκφράσει το ποσοτικό μέτρο της τάσης, αποδεικνύοντας ότι υπάρχει αυτή η τάση απομάκρυνσης από το κέντρο, έκανε το πρώτο βήμα προς την ανάλυση των μηχανικών στοιχείων της κυκλικής κίνησης.

Αν και για τον Καρτέσιο η κυκλική κίνηση έπαψε να εκφράζει την τέλεια κίνηση, συνέχισε να διατηρεί κεντρικό ρόλο στη φιλοσοφία του για τη φύση. Έπαψε να τη θεωρεί φυσική, αλλά συνέχισε να τη θεωρεί αναγκαία. Στο σύμπαν του Καρτέσιου δεν υπάρχει κενό. Η εξίσωση της ύλης με την έκταση σημαίνει ότι κάθε εκτεταμένος χώρος εξ ορισμού πρέπει να είναι γεμάτος με ύλη, ή μάλλον, πρέπει να είναι ύλη. Κενό δεν μπορεί να υπάρξει. Αν δεν υπάρχει αδειανός χώρος όπου να μπορεί να κινηθεί ένα σώμα, τότε πώς είναι δυνατό να υπάρχει κίνηση; Είναι δυνατό, απαντά ο Καρτέσιος, μόνο επειδή κάθε κινούμενο σώμα κινείται στον χώρο που εκκενώνει, όπως θα

λέγαμε, την ίδια στιγμή. Με άλλα λόγια, δηλαδή, κάθε κινούμενο σωματίδιο στον γεμάτο αυτό χώρο πρέπει να συμμετέχει σε μια κυκλική κίνηση κινούμενης ύλης, όπως η στεφάνη ενός τροχού που περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του. Άρα κάθε κίνηση πρέπει να είναι κυκλική, αν και, βέβαια, η λέξη «κυκλική» εδώ αναφέρεται σε κλειστή τροχιά οποιουδήποτε σχήματος, όχι στον τέλειο κύκλο της Ευκλείδειας γεωμετρίας. Επειδή η κυκλική κίνηση, αν και αναγκαία, είναι αφύσικη, προξενεί φυγόκεντρες πιέσεις στον γεμάτο χώρο. Ο Καρτέσιος απέδιδε τα σπουδαιότερα φυσικά φαινόμενα σε τέτοιες πιέσεις.

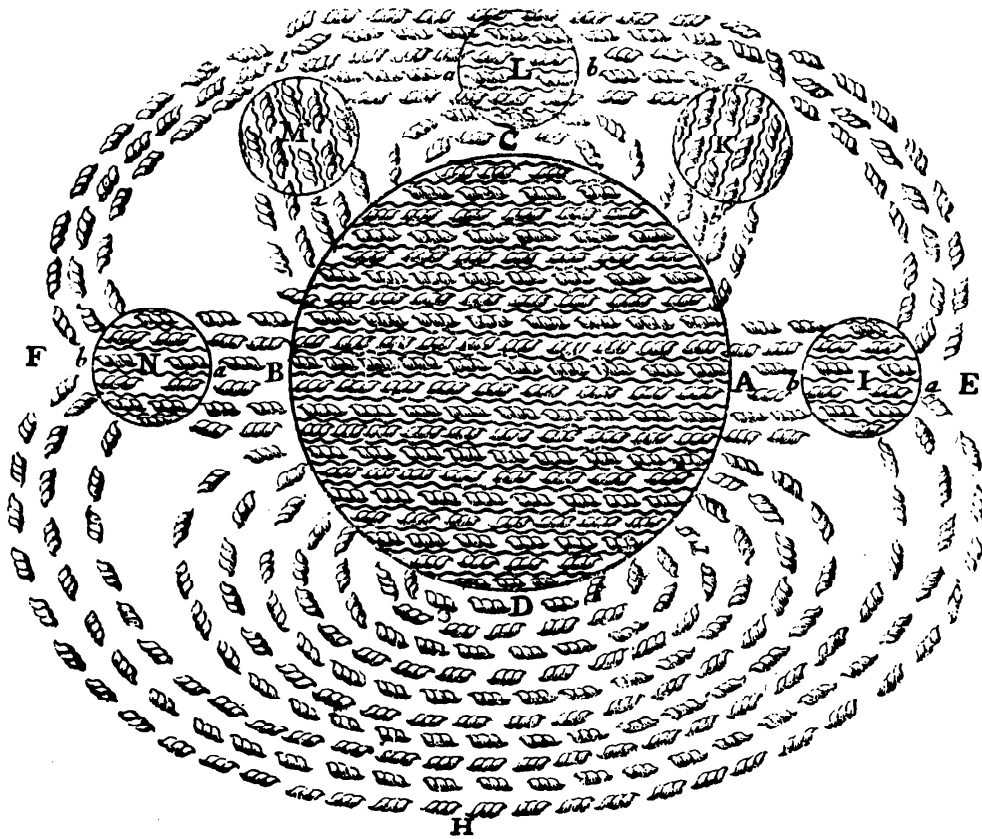
Η εισαγωγή της κίνησης στο άπειρο αυτό σύμπαν όπου δεν υπάρχει κενό συνεπάγεται πρώτα-πρώτα άπειρο αριθμό στρόβιλων. Ο Καρτέσιος φανταζόταν τον στρόβιλο στον οποίο δρόσκειται το ηλιακό μας σύστημα σαν μια δίνη ύλης, τόσο μεγάλη ώστε η τροχιά του Κρόνου δεν αποτελεί παρά σημείο σε σχέση με το σύνολο. Ο στρόβιλος είναι γεμάτος κυρίως με μικρά σφαιρίδια που εξελίσσονται σε τέλειες σφαίρες με τις συνεχείς προσκρούσεις μεταξύ τους. Αυτές τις σφαίρες τις αποκαλούσε «δεύτερο στοιχείο». Το «πρώτο στοιχείο», ο «αιθέρας» όπως ονομαζόταν συχνά τον 17ο αιώνα, αποτελείται από απειροελάχιστα σωματίδια που γεμίζουν τους χώρους ανάμεσα στις σφαίρες του δεύτερου στοιχείου, καθώς και κάθε άλλο πόρο. Στο σύμπαν του Καρτέσιου υπάρχει και τρίτη μορφή ύλης, σωματίδια μεγαλύτερα, τα οποία απαρτίζουν τα μεγάλα σώματα που ονομάζουμε πλανήτες. Καθώς ολόκληρος ο στρόβιλος γυρίζει γύρω από τον άξονά του, τα σωματίδια που περιέχονται σ' αυτόν πασχίζουν να απομακρυνθούν από το κέντρο, αλλά αφού δεν υπάρχει πουθενά κενό, ένα σωματίο μπορεί να το κατορθώσει αυτό μόνο αν κινηθεί προς το κέντρο κάποιο άλλο. Όπως όλα τα σώματα, έτσι και οι πλανήτες τείνουν να απομακρυνθούν από το κέντρο, αλλά σε κάποια απόσταση απ' αυτό η τάση του πλανήτη να απομακρυνθεί εξουδετερώνεται από την τάση της ύλης του στρόβιλου, η οποία κινείται με μεγάλη ταχύτητα πέρα από τον πλανήτη. Η τροχιά καθορίζεται από τη δυναμική ισορροπία μεταξύ της φυγόκεντρης τάσης του πλανήτη και της αντίθετης πίεσης που προκαλεί η φυγόκε-

ντρη τάση της υπόλοιπης ύλης από την οποία αποτελείται ο στρόβιλος.

Η θεωρία των στροβίλων ήταν το πρώτο ευλογοφανές σύστημα από αυτά που προτεινόταν για να αντικαταστήσουν τις κρυστάλλινες σφαίρες. Βέβαια, η ουράνια μηχανική του Κέπλερ είχε προηγηθεί, αλλά το σύστημα του Κέπλερ είχε θεμελιωθεί σε αρχές που απέρριπτε η μηχανοκρατία. Ο στρόβιλος του Καρτέσιου έγινε αποδεκτός, όπως ήταν αναμενόμενο, και επί μισό αιώνα κυριαρχούσε στη φυσιογραφία του ουρανού. Για να καταλάβουμε τον επιστημονικό τρόπο σκέψης του 17ου αιώνα πρέπει πρώτα να αντιληφθούμε τι προσπαθούσε και τι δεν προσπαθούσε να εξηγήσει. Ο στρόβιλος προσέφερε τη μηχανική αιτιολογία των σπουδαιότερων ουράνιων φαινομένων. Εξηγούσε γιατί μετακινούνται οι πλανήτες γύρω από τον ήλιο, όλοι στην ίδια κατεύθυνση και όλοι στο ίδιο (περίπου) επίπεδο. Εισάγοντας κάπως συγκαλυμμένα ορισμένους αυθαίρετους συντελεστές, εξηγούσε γιατί όσο πιο απομακρυσμένοι είναι οι πλανήτες από τον ήλιο τόσο πιο αργά κινούνται. Επιπλέον, όλα αυτά τα εξηγούσε ως αναγκαίες συνέπειες της κινούμενης ύλης, χωρίς να καταφεύγει στις άρρητες δυνάμεις. Ο στρόβιλος προσέφερε έναν τύπο μηχανοκρατικής εξήγησης πολύ σημαντικό για την επιστήμη του 17ου αιώνα και δεν είναι δύσκολο να καταλάβουμε τη γοητεία της θεωρίας. Εκείνο που δεν έγινε καμιά προσπάθεια να αντιμετωπιστεί με τον στρόβιλο ήταν οι ακριβείς λεπτομέρειες των πλανητικών τροχιών, ο χώρος δηλαδή της πρακτικής αστρονομίας. Ο Καρτέσιος δεν αναφέρει τους τρεις νόμους του Κέπλερ και είναι δύσκολο να φανταστούμε πώς θα μπορούσε να τους είχε συναγάγει από τον στρόβιλο. Αλλά εξ ίσου σημαντικό για την επιστήμη του 17ου αιώνα ήταν και το είδος της μαθηματικής περιγραφής που εκφράζουν οι νόμοι του Κέπλερ. Η μηχανοκρατία, που ασχολείται πρώτα απ' όλα με τη φυσική αιτία, εξέφραζε μια τάση αντίθεσης προς την πυθαγόρεια παράδοση της μαθηματικής περιγραφής. Το μεγαλύτερο επιστημονικό επίτευγμα του 17ου αιώνα, το έργο του Ισαάκ Νεύτωνα, διέλυσε αυτή τη διαχωριστική τάση.

Το ηλιακό σύστημα δεν ήταν το μοναδικό θέμα της φιλοσοφίας του Καρτέσιου για τη φύση, ούτε ήταν το πιο δύσκολο. Η θεμελιώδης θέση της μηχανοκρατίας ήταν ότι όλα τα φαινόμενα της φύσης προκαλούνται από κινούμενη αδρανή ύλη. Και το φως; Καμιά φιλοσοφία για τη φύση δεν μπορεί να λέγεται ολοκληρωμένη αν δεν ασχολείται με το φως, και το φως φαίνεται να είναι από πρώτη άποψη το λιγότερο μηχανικό φαινόμενο. Ωστόσο, στο σύστημα του Καρτέσιου αποκαλύπτεται ως αναγκαία μηχανική συνέπεια του στρόβιλου. Στο σύστημά μας κύρια πηγή φωτός είναι ο ήλιος, και ο ήλιος βρίσκεται επίσης στο κέντρο του στρόβιλου. Είδαμε ήδη ότι η κυκλική κίνηση προξενεί φυγόκεντρες πιέσεις σε όλον τον στρόβιλο και η φυσική υπόσταση του φωτός δεν είναι παρά τέτοια πίεση. Όταν φτάνει στον αμφιβληστροειδή γίνεται αιτία να κινηθεί το οπτικό νεύρο, το οποίο με τη σειρά του προκαλεί το αίσθημα που ονομάζουμε «φως». Επιπλέον, προσθέτει ο Καρτέσιος, εφόσον η πίεση είναι τάση προς κίνηση, ακολουθεί τους νόμους της κίνησης, και μπορεί να αποδειχθεί ότι οι νόμοι της ανάκλασης και της διάθλασης είναι αναγκαίες συνέπειές της.

Το βάρος (*gravitas*, δηλαδή η βαρύτητα των σωμάτων κοινά στην επιφάνεια της γης) εμφανίζεται να έχει προέλευση ελάχιστα πιο μηχανική από το φως. Για να το εξηγήσει, ο Καρτέσιος θεώρησε ότι γύρω από τη γη υπάρχει ένας μικρός στρόβιλος που περιστρέφεται μαζί με τη γη και περατώνεται στο ύψος της σελήνης. Επικαλέστηκε και πάλι τις φυγόκεντρες τάσεις που ενυπάρχουν στην κυκλική κίνηση, καθώς και τις αναγκαίες συνέπειες της ανυπαρξίας κενού. Τι είναι το βάρος; Είναι κάτι που οφείλεται σε ανεπάρκεια της φυγόκεντρης τάσης, με αποτέλεσμα ορισμένα σώματα να πλησιάζουν προς το κέντρο, επειδή τα αναγκάζουν κάποια άλλα, με μεγαλύτερη φυγόκεντρη τάση, που ανυψώνονται. Τότε, βέβαια, από τη θεωρία του Καρτέσιου προκύπτει ένα δυσάρεστο επακόλουθο, ότι τα σώματα θα έπρεπε να πέφτουν όχι κάθετα προς την επιφάνεια της γης, αλλά κάθετα προς τον άξονα. Οι μηχανοκρατικοί φιλόσοφοι, που ήθελαν να αποκαλύψουν την αιτία όλων των φαινομένων, έπρεπε να μάθουν να ανέχονται κάποιες μι-



ΣΧΗΜΑ 2.1. Τα ελικοειδή κομμάτια που προκαλούν τη μαγνητική δράση περνούν μέσα από τη γη και μέσα από πέντε μαγνητίτες, που παρουσιάζονται σε διάφορες θέσεις καθώς ακολουθούν την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου της γης.

κρές ασυμφωνίες.

Το κρίσιμο ζήτημα για τη μηχανοκρατική φυσική φιλοσοφία ήταν ίσως ο μαγνητισμός. Ός τότε εξέφραζε το αποκορύφωμα των απόκρυφων δυνάμεων. Επομένως η μηχανοκρατία έπρεπε να εξηγήσει τη μαγνητική έλξη εφευρίσκοντας κάποιο μηχανισμό που θα τον αιτιολογούσε χωρίς να καταφεύγει στα άρρητα. Η ερμηνεία του Καρτέσιου ήταν ιδιαίτερα ευρηματική. Περιέγραφε με αρκετές λεπτομέρειες πώς παράγονται ελι-

κοειδή σωμάτια από την περιστροφή του στροβίλου, τα οποία εφαρμόζουν στους πόρους που έχει ο σίδηρος και που έχουν παρόμοιο σχήμα. (Βλ. Σχ.2.1.) Η μαγνητική έλξη προκαλείται από την κίνηση των σωματίων, τα οποία, καθώς περνούν μέσα από τους πόρους του μαγνήτη και του σιδήρου, διώχνουν τον αέρα που υπάρχει ανάμεσά τους και τους αναγκάζουν να πλησιάσει ο ένας τον άλλον. Και η ύπαρξη δύο μαγνητικών πόλων; Είναι απλούστατο, απαντά ο Καρτέσιος, υπάρχουν αριστερόστροφοι και δεξιόστροφοι κοχλίες.

Ο τρόπος με τον οποίο αντιμετωπίζεται ο μαγνητισμός αποκαλύπτει και ποια ήταν τα βασικά κίνητρα της καρτεσιανής επιστήμης. Ο Καρτέσιος, αντίθετα από τον Γκίλμπερτ, δεν προσπάθησε να διερευνήσει λεπτομερώς τα μαγνητικά φαινόμενα. Θεωρούσε τα φαινόμενα δεδομένα και δεν έβλεπε για ποιο λόγο έπρεπε να μπλέξει ψάχνοντας και για άλλα. Το πρόβλημα δεν ήταν τα φαινόμενα, ήταν η ερμηνεία τους, και σκοπός του Καρτέσιου ήταν να αποδείξει ότι δεν υπάρχουν μαγνητικά φαινόμενα που δεν ερμηνεύονται με μηχανικούς όρους. Επίσης και στις *Αρχές της φιλοσοφίας*, όταν έφτασε στη λεπτομερή περιγραφή της φύσης, θεώρησε κι εκεί δεδομένο ότι τα φαινόμενα ήταν γνωστά. Η επιστήμη του δεν είχε στόχο να διερευνήσει προσεκτικά τη φύση, ούτε να ανακαλύψει νέα φαινόμενα, αλλά να επεξεργαστεί μια νέα εξήγηση για όσα ήταν ήδη γνωστά. Δεν είναι αναγκαίο ο φυσικός κόσμος να είναι οπωσδήποτε όμοιος μ' αυτόν που μας παρουσιάζουν οι αισθήσεις μας, και αποτελείται μόνο από κινούμενα σωμάτια ύλης. Σκοπός του Καρτέσιου ήταν να δείξει ότι μπορεί να φανταστεί κανείς αιτιώδεις μηχανισμούς για όλα τα φαινόμενα. Κι αφού η μηχανοκρατία από τη φύση της δεν προσφέρει κανένα κριτήριο για το τι είναι ή τι δεν είναι δυνατό, στο σύμπαν του Καρτέσιου παρεισφρύνουν και ορισμένα μάλλον παράξενα φαινόμενα. Όσα έγραφε ο Βαν Χέλμοντ για το αίμα που τρέχει όταν πλησιάζει ο δολοφόνος, εμάς μας φαίνονται σαν το αποκορύφωμα του παράλογου. Ο Καρτέσιος το αποδεχόταν όμως, και επινόησε για να τα εξηγήσει έναν μηχανισμό αναθυμιάσεων. Η συμπαθητική αλοιφή δεν εμφανίζεται στο δικό

του έργου, αλλά ο μηχανοκρατικός Κένελμ Ντίγκμπι, της επόμενης γενιάς, περιέγραψε δεόντως τον αόρατο μηχανισμό με τον οποίο επιτελείται η θεραπεία.

Οι προηγούμενες φιλοσοφίες αντιμετώπιζουν τη φύση με οργανικούς όρους. Ο Καρτέσιος έκανε το αντίστροφο, θεώρησε μηχανικά ακόμα και τα οργανικά φαινόμενα. Στο σύμπαν του ο άνθρωπος είναι πλάσμα μοναδικό, το μόνο που είναι ταυτόχρονα ψυχή και σώμα. Ωστόσο, ακόμα και στην περίπτωση του ανθρώπου, δεν θεωρείται η ψυχή έδρα της ζωής, και όλες οι οργανικές λειτουργίες περιγράφονται με καθαρά μηχανικούς όρους. Η καρδιά γίνεται βραστήρας με θερμότητα ανάλογη με τη θερμότητα ζύμωσης – που είναι από τη φύση της μηχανική διαδικασία κατά τον Καρτέσιο. Έργο της είναι να βράζει και να διαστέλλει τις σταγόνες του αίματος, οι οποίες διοχετεύονται εκεί από τις φλέβες, και με την πίεση από την εξάτμιση διοχετεύονται και πάλι έξω. Τα άλλα ζώα, έμψυχα αλλά όχι και έλλογα, δεν είναι παρά πολύπλοκες μηχανές. Αν υπήρχαν αυτόματα, υποστήριζε ο Καρτέσιος, «που να διαθέτουν τα όργανα και την εξωτερική μορφή του πιθήκου ή κάποιου άλλου ζώου χωρίς λογικό, δεν θα είχαμε κανέναν τρόπο να διαπιστώσουμε ότι δεν θα ήταν από τη φύση τους ίδια με τα ζώα αυτά».

Πολλές εξηγήσεις του Καρτέσιου για ορισμένα φαινόμενα διαφέρουν τόσο πολύ από αυτές που θεωρούμε εμείς σήμερα σωστές, ώστε συχνά τις αντιμετωπίζουμε με σκωπτική διάθεση. Θα ήταν καλύτερα αν προσπαθούσαμε να καταλάβουμε τι ήθελε να κάνει και ποια ήταν η συνεισφορά του στο έργο της επιστημονικής επανάστασης. Ο ακρογωνιαίος λίθος ολόκληρης της φιλοσοφίας του για τη φύση ήταν ο ισχυρισμός ότι η πραγματικότητα της φύσης δεν είναι κατά κανένα τρόπο όμοια με όσα μας παρουσιάζουν οι αισθήσεις. Όπως ο Κοπέρνικος είχε απορρίψει την κοινή αντίληψη ότι η γη δεν κινείται και ο Γαλιλαίος την κοινή αντίληψη για την κίνηση, έτσι και ο Καρτέσιος με τη σειρά του γενίκευσε την επανερμηνεία των καθημερινών εμπειριών. Δεν είχε στόχο να κάνει επιστημονικές έρευνες σαν κι αυτές που συνηθίζονται σήμερα. Ο σκοπός

του ήταν μάλλον μεταφυσικός: πρότεινε μια νέα εικόνα της πραγματικότητας πέρα από την εμπειρία. Όσο εξωφρενικές κι απίστευτες κι αν μας φαίνονται οι εξηγήσεις του, ας μην ξεχνάμε ότι η σύγχρονη επιστήμη διαγράφει την πορεία της ακολουθώντας τον δρόμο που κι αυτός διάλεξε, κι όχι επιστρέφοντας στην προηγούμενη φιλοσοφία για τη φύση.

Η γοητεία της μηχανοκρατίας ήταν ασφαλώς ακατανίκητη τον 17ο αιώνα. Τη μηχανοκρατία, όμως, δεν την εκπροσωπεί μόνο η καρτεσιανή φιλοσοφία, και ανάμεσα στους άλλους μηχανοκρατικούς τρόπους προσέγγισης της φύσης ένας τουλάχιστον, ο ατομισμός του Γκασαντί, ξεχώριζε ως διώσιμη και ελκυστική εναλλακτική λύση. Αναπόφευκτα, η ατομική φιλοσοφία της αρχαιότητας είχε επανεμφανιστεί στη Δυτική Ευρώπη κατά την Αναγέννηση, όταν ανακλήθηκαν από την αφάνεια και τα άλλα νοήματα της αρχαιότητας. Είχε επηρεάσει ήδη τον Γαλιλαίο, και η μηχανοκρατική της θεώρηση της φύσης πιθανόν να συντέλεσε στη διαμόρφωση του συστήματος του Καρτέσιου. Ωστόσο, αυτός που ασπάστηκε τον ατομισμό και τον ανέπτυξε ως εναλλακτική μηχανοκρατική άποψη ήταν ένας σύγχρονος του Καρτέσιου, ο Πιερ Γκασαντί (Pierre Gassendi, 1592-1655). Ο τρόπος σκέψης του Γκασαντί ήταν εντελώς διαφορετικός από του Καρτέσιου. Ενώ ο Καρτέσιος πίστευε ότι ήταν συστηματικός φιλόσοφος που ανασκεύαζε τη φιλοσοφική παράδοση με νέες αρχές, δημιουργημένες από τον ίδιο, ο Γκασαντί πρέσβευε ότι ήταν λόγιος ο οποίος συνδύαζε τα καλύτερα στοιχεία που είχε να προσφέρει η παράδοση. Το κύριο έργο του, το *Φιλοσοφικό Σύνταγμα*¹² (1658), είναι ένα δυσανάγνωστο συνονθύλευμα όλων όσα είχαν ειπωθεί για τα θέματα που πραγματευόταν, συνονθύλευμα που είχε επιπλέον στόχο να εξαντλήσει όλα τα εξετάσιμα θέματα. Το έργο όλο μεγάλωνε, και εκδόθηκε στην τελική του μορφή μετά τον θάνατο του Γκασαντί, όταν πλέον ο συγγραφέας του δεν είχε τη δυνατότητα να προσθέσει ή να διορθώσει τίποτα άλλο. Με δυο λόγια, ο Γκασαντί ήταν πρότυπο συμπληγή, και το βιβλίο

12. *Syntagma Philosophicum*.

του περιέχει όλες τις αντιφάσεις των εκλεκτικών εραυσιμάτων. Προέβαλε τρεις τουλάχιστον διαφορετικές απόψεις για την κίνηση, χωρίς καμιά απολύτως προσπάθεια να τις συμβιδάσει μεταξύ τους. Ωστόσο, ένα σύστημα από τα γνωστά τον προσέλκυε περισσότερο από τα άλλα, και το Σύνταγμα είναι μια σαφής έκθεση του ατομισμού.

Οπαδός του ατομισμού ο Γκασαντί, είχε διαφορετική γνώμη από τον Καρτέσιο για ορισμένα συγκεκριμένα ζητήματα. Ο Καρτέσιος υποστήριζε ότι η ύλη είναι απείρως διαιρετή, ενώ, βέβαια, ο Γκασαντί διατεινόταν ότι υπάρχουν κάποιες τελικές μονάδες οι οποίες δεν διατέμνονται ποτέ. Άλλωστε η λέξη «άτομο» αυτό ακριβώς σημαίνει. Στο σύμπαν του Καρτέσιου δεν υπήρχε κενό, ενώ, αντίθετα, ο Γκασαντί υποστήριζε ότι υπάρχουν κενά, χώροι άδαιοι από κάθε ύλη. Και οι δύο απόψεις αποτελούν σημαντικά θρησκευτικά ζητήματα, αλλά οι διαφωνίες των δύο επιστημόνων ξεθωριάζουν μπροστά σ' όλα εκείνα για τα οποία συμφωνούν. Και οι δύο ήταν βέβαιοι ότι η φύση αποτελείται από ύλη ποσοτικά ουδέτερη και ότι όλα τα φυσικά φαινόμενα προκαλούνται από κινούμενα υλικά σωμάτια.

Για τη μετέπειτα πορεία της επιστήμης πολύ σημαντικότερη είναι μια άλλη διαφορά ανάμεσα στον Καρτέσιο και τον Γκασαντί, διαφορά που συνδέεται λογικά με το ζήτημα της ανυπαρξίας κενού. Ο ισχυρισμός του Καρτέσιου ότι στη φύση δεν υπάρχει κενό είναι αναγκαία συνέπεια της ταύτισης της ύλης με την έκταση, και η ταύτιση της ύλης με την έκταση κάνει με τη σειρά της δυνατή τη χρήση γεωμετρικών συλλογισμών στην επιστήμη. Επειδή ο γεωμετρικός χώρος ισοδυναμεί με την ύλη, η φυσική επιστήμη μπορούσε να ελπίζει ότι θα έφτανε σε αποδείξεις εξ ίσου αυστηρές με εκείνες της γεωμετρίας, του κοινά αποδεκτού προτύπου. Πραγματικά, η μέθοδός του, τέσσερις κανόνες για να κατευθύνουν τις έρευνες, είναι σχεδόν αναδιατύπωση των αρχών της γεωμετρικής απόδειξης. Αν και επαναστάτησε στα καθιερωμένα, ο Καρτέσιος αποδεχόταν ένα επιστημονικό ιδεώδες αριστοτέλειας προέλευσης, στο οποίο προβαλλόταν η άποψη ότι το όνομα «επιστήμη» δεν αρμόζει σε ει-

κασίες, ούτε σε πιθανές εξηγήσεις, αλλά μόνο σε αναγκαίες αποδείξεις που συνάγονται αυστηρά από αναγκαίες αρχές. Αν αυτός ο βαθμός τελειότητας δεν μπορεί να επιτευχθεί στις λεπτομέρειες των αιτιωδών εξηγήσεων, όπου είναι δυνατό να φανταστεί κανείς αρκετούς ικανοποιητικούς μηχανισμούς, τουλάχιστον είναι αναμφισβήτητες οι γενικές αρχές, ο αυστηρός διαχωρισμός από τα πνευματικά όσων έχουν υλική υπόσταση, και η συνέπειά του, η ανάγκη μηχανικής αιτίας.

Όταν ο Γκασαντί αρνήθηκε να δεχτεί την ταύτιση της ύλης με την έκταση, απέρριψε και τις άλλες κατευθυντήριες γραμμές της καρτεσιανής επιστήμης. Τα άτομα έχουν έκταση, αλλά δεν είναι η έκταση το καθοριστικό τους στοιχείο. Ήταν πραγματικά πεπεισμένος ότι ο πεπερασμένος άνθρωπος δεν μπορεί να γνωρίσει το είναι των πραγμάτων. Ο Γκασαντί αποδεχόταν εν μέρει τον σκεπτικισμό θεωρώντας τον αναπόφευκτο συστατικό στοιχείο της ανθρώπινης φύσης. Ο Θεός και μόνο γνωρίζει το είναι. Χαρακτήριζε λοιπόν απατηλό το ιδεώδες της επιστήμης που προέδωσε η κυρίαρχη φιλοσοφική σχολή της δυτικής παράδοσης, από τον Αριστοτέλη ως τον 17ο αιώνα, και που επικύρωνε τώρα και ο Καρτέσιος. Ωστόσο, αντί να καταλήξει στον πλήρη σκεπτικισμό, ο Γκασαντί προσέφερε ένα νέο ορισμό της επιστήμης. Η φύση δεν είναι τελείως διαπερατή από την ανθρώπινη διάνοια, ο άνθρωπος μπορεί να τη γνωρίσει μόνο εξωτερικά, μόνο από τα φαινόμενα. Επομένως, για τον άνθρωπο, η μόνη δυνατή επιστήμη είναι η περιγραφή των φαινομένων, ένα νέο επιστημονικό ιδεώδες που είχε διατυπωθεί προηγουμένως πρώτη φορά στα λογικά κείμενα του Γκασαντί. Το ιδεώδες αυτό διαφαινόταν ήδη στα συγγράμματα του Γαλιλαίου, όταν περιέγραφε τη σταθερή επιτάχυνση κατά τη διάρκεια κάθε ελεύθερης πτώσης από οποιαδήποτε αιτία, αλλά διατυπώθηκε τυπικά από τον Γκασαντί ως ένας από τους λόγους για τους οποίους απέρριπτε το παραδοσιακό ιδεώδες. Ήταν αντίληψη που δεν γινόταν εύκολα κατανοητή, και οι μηχανοκρατικοί φιλόσοφοι του 17ου αιώνα συνέχισαν να φαντάζονται μικροσκοπικούς μηχανισμούς για να αιτιολογούν τα φυσικά φαινόμενα. Ωστόσο, ο Γκασαντί απέκτησε

έναν οπαδό, τον Ισαάκ Νεύτωνα, που με το έργο του απέδειξε σε τι μπορούσε να συντελέσει αυτός ο ορισμός της επιστήμης. Σήμερα, συνυφασμένος καθώς είναι σε κάθε διαδικασία της σύγχρονης πειραματικής επιστήμης, μας φαίνεται δύσκολο να καταλάβουμε το καρτεσιανό (και αριστοτελικό) ιδεώδες των αναγκαίων αποδείξεων, μολοντί το ιδεώδες αυτό φαινόταν αυταπόδεικτο πριν από τον 17ο αιώνα.

Άλλο ήταν όμως οι αναλύσεις του Γκασαντί για τη μέθοδο κι αλλιώς τις έβαζε σε πράξη. Στο ογκώδες έργο του, όπου ασχολείται με τις λεπτομέρειες της φυσικής φιλοσοφίας, τα ωραία λόγια για το πώς η επιστήμη πρέπει να περιορίζεται στην περιγραφή των φαινομένων δεν τον προφύλαξαν από το χαρακτηριστικό ελάττωμα όλων των μηχανοκρατικών να κατασκευάζουν με τη φαντασία τους αόρατους μηχανισμούς για να αιτιολογήσουν τα φαινόμενα. Στα κείμενά του επανεμφανιζόταν, συγκαλυμμένη με διάφορους τρόπους, η ποιοτική φιλοσοφία του Αριστοτέλη, υποστηριζόταν δηλαδή ότι υπάρχουν ειδικά σωμάτια με ιδιότυπο σχήμα για να αιτιολογούν τις συγκεκριμένες ιδιότητες. Ο Καρτέσιος ταύτιζε τη θερμότητα με την κίνηση των μερών των σωμάτων και θεωρούσε την ψυχρότητα έλλειψη θερμότητας. Ο Γκασαντί, από την άλλη, μιλούσε για θερμαντικά και ψυκτικά σωμάτια. Πάντως, διατηρώντας τα σωμάτια και περιορίζοντας τις διαφορές μόνο στο σχήμα και στην κίνηση, δήλωνε την προσήλωσή του στις βασικές φυσικές αρχές της μηχανοκρατίας. Ο Ρόμπερτ Μπούλ, εξέχων μηχανοκρατικός και χημικός της επόμενης γενιάς, θεώρησε τον ατομισμό και τον καρτεσιανισμό ως εκφράσεις της ίδιας άποψης για τη φύση. Στον Μπούλ οφείλουμε τον όρο «μηχανοκρατία» (μηχανική φιλοσοφία). Όπως ο ίδιος την περιέγραψε συνοπτικά, η μηχανοκρατία ανάγει όλα τα φυσικά φαινόμενα στις «δύο καθολικές αρχές», την ύλη και την κίνηση. Θα μπορούσε να προσθέσει ότι στη μηχανοκρατία η λέξη «ύλη» σημαίνει κάτι ποιοτικά ουδέτερο, χωρίς καμιά ενεργητική αρχή και χωρίς ίχνος αντίληψης. Όσες ατέλειες κι αν είχε η άποψη του 17ου αιώνα για τη φύση, ο αυστηρός αποκλεισμός των ψυχικών ιδιοτήτων από τη φύση παραμένει παντοτινή

προσφορά της.

Τον 17ο αιώνα, πάντως, η μηχανοκρατία καθόρισε το πλαίσιο μέσα στο οποίο συντελούνταν ολόκληρο σχεδόν το δημιουργικό επιστημονικό έργο. Στη δική της γλώσσα διαμορφώνονταν τα ερωτήματα, στη δική της γλώσσα δίδονταν οι απαντήσεις. Επειδή οι μηχανισμοί του τρόπου σκέψης του 17ου αιώνα ήταν σχετικά ατελείς, η επιρροή τους σε επιστημονικούς τομείς για τους οποίους ήταν ακατάλληλοι μάλλον αποθάρρυνε παρά ενθάρρυνε την έρευνα. Καθώς οι επιστήμονες επιδίωκαν να βρουν τους τελικούς μηχανισμούς, ή ίσως επειδή θεωρούσαν ότι έπρεπε να τους φανταστούν, παρέβλεψαν άλλες, πιθανόν αποδοτικότερες, αναζητήσεις και δυσκολεύτηκαν να αποδεχτούν αρκετές ανακαλύψεις. Η απαίτηση, κυρίως, να υπάρχει πάντα μηχανική εξήγηση ανέκοψε την εξέλιξη του άλλου θεμελιώδους επιστημονικού ρεύματος του 17ου αιώνα, της πυθαγόρειας αντίληψης ότι η φύση μπορεί να περιγραφεί με ακριβείς μαθηματικούς όρους. Αν και απέρριπτε την ποιοτική φιλοσοφία για τη φύση, η μηχανοκρατία στην αρχική της μορφή εμπόδιζε την ολοκληρωτική ερμηνεία της φύσης με μαθηματική ορολογία, και το ασυμβίβαστο των δύο θέσεων της επιστήμης του 17ου αιώνα δεν επιλύθηκε παρά με το έργο του Ισαάκ Νεύτωνα. Στο μεταξύ, σχεδόν κανένα επιστημονικό έργο του 17ου αιώνα δεν απέφυγε την επιρροή της, και τα περισσότερα δεν μπορούν να γίνουν κατανοητά χωρίς αυτή.