



ΚΟΣΜΟΙ ΠΕΡΑ ΑΠΟ ΤΟ
ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



ΤΟ ΕΛΑΤΗΡΙΟ
ΤΟΥ ΑΕΡΑ



ΕΙΜΑΣΤΕ ΦΤΙΑΓΜΕΝΟΙ
ΑΠΟ ΑΣΤΡΟΣΚΟΝΗ

ΟΙ ΤΡΟΧΙΕΣ ΤΩΝ
ΠΛΑΝΗΤΩΝ ΕΙΝΑΙ
ΕΛΜΕΙΨΕΙΣ



Η ΑΚΤΙΝΑ ΤΟΥ
ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ
ΞΕΚΙΝΗΣΕ ΑΠΟ
ΤΟ ΜΗΔΕΝ



ΕΝΑΣ ΝΕΟΣ
ΝΟΜΟΣ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ



Η ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ
ΕΙΝΑΙ ΜΙΑ ΑΤΟΜΙΚΗ
ΙΔΙΟΤΗΤΑ
ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

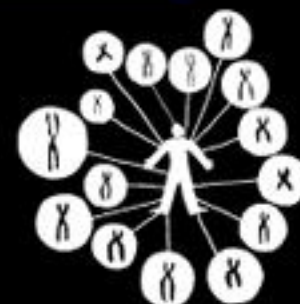
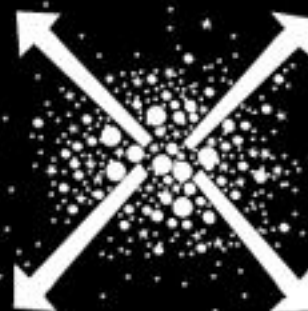


ΟΙ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΜΕ ΑΠΛΑ ΛΟΓΙΑ

ΤΟ ΑΛΛΑΣ ΤΟΥ
ΔΕΞΟΞΥΡΙΒΟΖΟ-
ΝΟΥΚΛΕΤΙΚΟΥ
ΟΞΕΟΣ (DNA)



ΜΙΑ ΘΕΩΡΙΑ
ΤΩΝ
ΠΑΝΤΩΝ



ΕΙΣΑΓΩΓΗ
ΓΟΝΙΔΙΩΝ
ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ
ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ
ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ



Ο ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΟΣ
ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ
ΜΕΤΑΞΥ ΠΟΥΛΙΩΝ
ΚΑΙ ΔΕΙΝΟΣΑΥΡΩΝ



Η ΜΑΖΑ
ΕΝΟΣ ΦΥΤΟΥ
ΠΡΟΕΡΧΕΤΑΙ
ΑΠΟ ΤΟΝ
ΑΕΡΑ

ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ
ΕΙΝΑΙ
ΜΕΓΑΛΟ ΚΑΙ
ΜΕΓΑΛΩΝΕΙ
ΔΙΑΡΚΩΣ



ΟΙ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ
ΜΕ ΑΠΛΑ ΛΟΓΙΑ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

10 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΟΙ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

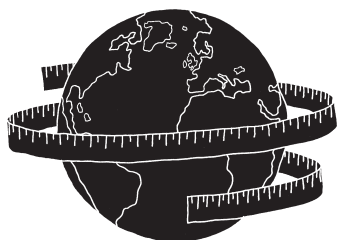
600 πΧ–1400 μΧ

20 Η πρόβλεψη των ηλιακών εκλείψεων είναι δυνατή
Θαλής ο Μιλήσιος

21 Οι τετραπλές ρίζες των πάντων
Εμπεδοκλής

22 Μέτρηση της περιφέρειας της Γης
Ερατοσθένης

23 Ο άνθρωπος κατάγεται από τα κατώτερα όντα
Αλ-Τούσι



24 Ένα σώμα που επιπλέει εκτοπίζει υγρό ίσο με τον όγκο του
Αρχιμήδης

26 Ο ήλιος είναι σαν φωτιά, η Σελήνη είναι σαν νερό
Τσανγκ Χενγκ

28 Το φως ταξιδεύει ευθύγραμμα μέχρι τα μάτια μας
Αλχαζέν

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ

1400–1700

34 Στο κέντρο όλων βρίσκεται ο Ήλιος
Νικόλαος Κοπέρνικος

40 Οι τροχιές των πλανητών είναι ελλείψεις
Γιοχάννες Κέπλερ

42 Ένα σώμα σε πτώση επιταχύνεται σταθερά
Γαλιλαίος Γαλιλέι

44 Η γήινη σφαίρα είναι ένας μαγνήτης
Γουίλιαμ Γκίλμπερτ

45 Όχι με συζήτηση, αλλά με δοκιμή
Φράνσις Μπέικον

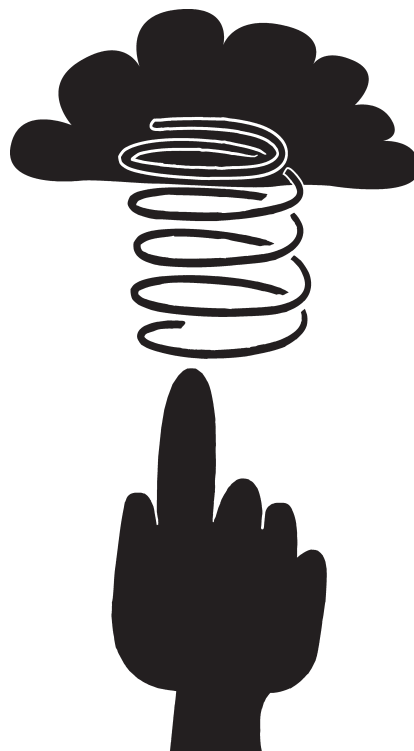
46 Αγγίζοντας το ελατήριο του αέρα
Ρόμπερτ Μπούλ

50 Το φως είναι σωματίο ή κύμα;
Κρίστιαν Χόιγκενς

52 Η πρώτη παρατήρηση μιας διάβασης της Αφροδίτης
Τζερεμιάς Χόροκς

53 Οι οργανισμοί αναπτύσσονται σε μια σειρά βημάτων
Γιαν Σουάμερνταμ

54 Όλα τα ζωντανά όντα αποτελούνται από κύτταρα
Ρόμπερτ Χουκ



55 Τα βραχώδη στρώματα σχηματίζονται το ένα επάνω στο άλλο
Νίκολας Στένο

56 Μικροσκοπικές παρατηρήσεις σε ζωάρια
Αντον φαν Λέβενχουκ

58 Μέτρηση της ταχύτητας του φωτός
Όλε Ρόμερ

60 Ένα είδος δεν γεννιέται ποτέ από το σπέρμα ενός άλλου
Τζων Ρέι

62 Η βαρύτητα επηρεάζει τα πάντα στο Σύμπαν
Ισαάκ Νεύτων

ΔΙΕΥΡΥΜΕΝΟΙ ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ 1700–1800

- 74 Η φύση δεν προχωρεί με άλματα
Κάρολος Λινναίος
- 76 Η απορροφώμενη θερμότητα κατά τη μετατροπή του νερού σε ατμό δε χάνεται
Τζόζεφ Μπλακ
- 78 Εύφλεκτος αέρας
Χένρι Κάβεντις
- 80 Οι άνεμοι, όσο πλησιάζουν τον ισημερινό, στρέφονται ανατολικότερα
Τζορτζ Χάντλεϊ
- 81 Από τον Κόλπο της Φλόριδας βγαίνει ένα ισχυρό ρεύμα
Βενιαμίν Φραγκλίνος
- 82 Αποφλογιστικοποιημένος αέρας
Τζόζεφ Πρίστλεϋ
- 84 Στη φύση, τίποτα δε δημιουργείται, τίποτα δε χάνεται, και όλα αλλάζουν
Αντουάν Λαβουαζιέ
- 85 Η μάζα ενός φυτού προέρχεται από τον αέρα
Γιαν Ινκενχάουζ
- 86 Ανακάλυψη νέων πλανητών
Γουίλιαμ Χέρσελ
- 88 Η μείωση της ταχύτητας του φωτός
Τζων Μίτσελ
- 90 Βάζοντας το ηλεκτρικό ρεύστό σε κίνηση
Αλεσάντρο Βόλτα

96 Κανένα ίχνος κάποιας αρχής και καμία προοπτική για ένα τέλος
Τζέιμς Χάτον

102 Η έλξη των ορέων
Νέβιλ Μάσκελιν

104 Το μυστήριο της φύσης στη δομή και τη γονιμοποίηση των φυτών
Κρίστιαν Σπρένγκελ

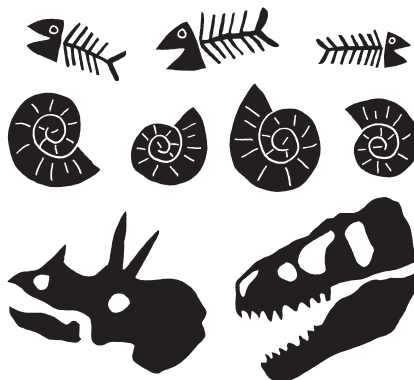
105 Τα στοιχεία συνδυάζονται πάντα με τον ίδιο τρόπο
Ζοζέφ Προυστ

ΕΝΑΣ ΑΙΩΝΑΣ ΠΡΟΟΔΟΥ 1800–1900

110 Τα πειράματα μπορούν να επαναληφθούν πολύ εύκολα όταν έχει ηλιοφάνεια
Τόμας Γιανγκ

112 Διαπίστωση των σχετικών βαρών των στοιχειωδών σωματιδίων
Τζων Ντάλτον

114 Τα χημικά φαινόμενα του ηλεκτρισμού
Χάμφρεϊ Ντέιβι



115 Χαρτογράφηση των πετρωμάτων μιας χώρας
Γουίλιαμ Σμιθ

116 Γνωρίζει σε ποια φυλή ανήκουν τα οστά
Μαίρη Άνινγκ

118 Η κληρονομικότητα των επίκτητων χαρακτηριστικών
Ζαν-Μπατίστ Λαμάρκ

119 Όλες οι χημικές ενώσεις έχουν δύο μέρη
Γιονς Γιάκομπ Μπερζέλιους

120 Η ηλεκτρική σύγκρουση δεν περιορίζεται στον αγωγό
Χανς Κρίστιαν Έρστεντ

121 Κάποια μέρα, κύριε, μπορεί να το φορολογήσετε
Μάικλ Φαραντέη

122 Η θερμότητα διεισδύει σε όλες τις ουσίες μέσα στο Σύμπαν
Ζοζέφ Φουριέ

124 Τεχνητή παραγωγή οργανικών ουσιών από ανόργανες ουσίες
Φρίντριχ Βέλερ

126 Οι άνεμοι δε φυσούν ποτέ σε ευθεία
Γκασπάρ Γκυστάβ ντε Κοριόλις

127 Περί του εγχρώμου φωτός των διπλών αστέρων
Κρίστιαν Ντόπλερ

128 Ο παγετώνας ήταν το μεγάλο αλέτρι του Θεού
Λουί Αγκασίζ

130 Η φύση μπορεί να αναπαρασταθεί ως μια μεγάλη ολότητα
Αλεξάντερ φον Χούμπολτ

136 Το φως διαδίδεται πιο αργά στο νερό παρά στον αέρα
Λεόν Φουκώ

138 Η δύναμη μπορεί να μετατραπεί σε θερμότητα
Τζέιμς Τζάουλ

139 Στατιστική ανάλυση της μοριακής κίνησης
Λούντβιχ Μπόλττزمان

140 Δεν ήταν το πλαστικό αυτό που ήθελα να εφεύρω
Λέο Μπέκλαντ

142 Ονόμασα αυτή την αρχή φυσική επιλογή
Κάρολος Δαρβίνος

150 Πρόβλεψη του καιρού
Ρόμπερτ Φιτζρόυ

156 Omne vivum ex vivo – κάθε ζωή από ζωή
Λουδοβίκος Παστέρ

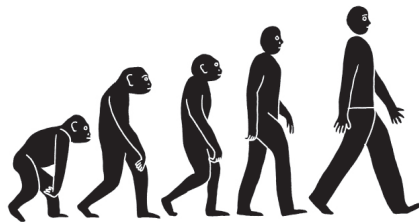
160 Ένα από τα φίδια άρπαξε την ουρά του
Αύγουστος Κεκουλέ

166 Η σαφώς εκδηλούμενη μέση αναλογία τρία προς ένα
Γκρέγκορ Μέντελ

172 Ένας εξελικτικός σύνδεσμος μεταξύ πουλιών και δεινοσαύρων
Τόμας Χένρι Χάξλεϊ

174 Μια προφανής περιοδικότητα ιδιοτήτων
Ντμίτρι Μεντελέγιεφ

180 Το φως και ο μαγνητισμός είναι εκδηλώσεις της ίδιας ουσίας
Τζέιμς Κλερκ Μάξγουελ



186 Από τον κύλινδρο έβγαιναν ακτίνες
Βίλχελμ Ρέντγκεν

188 Βλέποντας στο εσωτερικό της Γης
Ρίτσαρντ Ντίξον Όλνταμ

190 Η ακτινοβολία είναι μια ατομική ιδιότητα των στοιχείων
Μαρία Κιουρί

196 Ένα μολυσματικό ζωντανό υγρό
Μαρτίνος Μπέιζερινκ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ 1900–1945

202 Τα κβάντα είναι διακριτά πακέτα ενέργειας
Μαξ Πλανκ

206 Τώρα ξέρω με τι μοιάζουν τα άτομα
Έρνεστ Ράδερφορντ

214 Η βαρύτητα είναι μια παραμόρφωση στο συνεχές του χωροχρόνου
Αλβέρτος Αϊνστάιν

222 Οι κινούμενες ήπειροι της Γης είναι γιγάντια κομμάτια ενός διαρκώς μεταβαλλόμενου παζλ
Άλφρεντ Βέγκενερ

224 Τα χρωμοσώματα παίζουν ρόλο στην κληρονομικότητα
Τόμας Χαντ Μόργκαν

226 Τα σωματίδια έχουν κυματικές ιδιότητες
Έρβιν Σρέντινγκερ

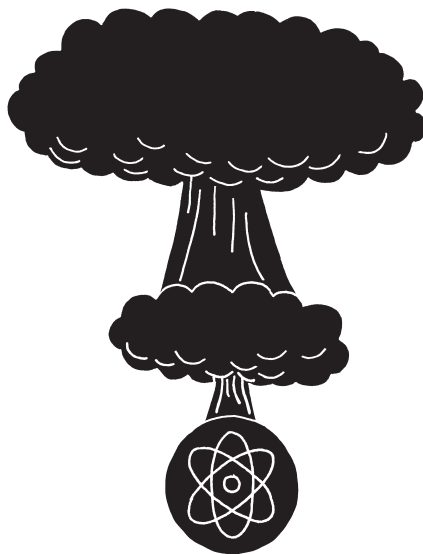
234 Η αβεβαιότητα είναι αναπόφευκτη
Βέρνερ Χάιζενμπεργκ

236 Το Σύμπαν είναι μεγάλο... και μεγαλώνει περισσότερο
Έντγουιν Χαμπλ

242 Η ακτίνα του χώρου ξεκίνησε από το μηδέν
Ζορζ Λεμέτρ

246 Κάθε σωματίδιο ύλης έχει και ένα αντίστοιχο αντιύλης
Πωλ Ντιράκ

248 Υπάρχει ένα άνω όριο, πέρα από το οποίο ένας καταρρέων αστρικός πυρήνας γίνεται ασταθής
Σουμπραμανιάν Τσαντρασεκάρ



249 Η ίδια η ζωή είναι μια διαδικασία απόκτησης γνώσης
Κόνραντ Λόρεντζ

250 Το 95 τοις εκατό του Σύμπαντος λείπει
Φριτς Τσβίκι

252 Μια γενική υπολογιστική μηχανή
Άλαν Τούρινγκ

254 Η φύση του χημικού δεσμού
Λάινους Πόλινγκ

260 Μια φοβερή δύναμη είναι κλειδωμένη στον πυρήνα του ατόμου
Ρόμπερτ Οπενχάιμερ

ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΔΟΜΙΚΟΙ ΛΙΘΟΙ 1945-ΣΗΜΕΡΑ

270 Είμαστε φτιαγμένοι από αστερόσκονη
Φρεντ Χόιλ

271 Κινητικά γονίδια
Μπάρμπαρα ΜακΚλίντοκ

272 Η παράξενη θεωρία για το φως και την ύλη
Ρίτσαρντ Φάινμαν

274 Η ζωή δεν προήλθε από θαύμα
Χάρολντ Γιούρι και Στάνλεϊ Μίλερ

276 Θέλουμε να προτείνουμε μια δομή για το άλας του δεσοξυριβοζονουκλεϊνικού οξέος (DNA)
Τζέιμς Γουάτσον και Φράνσις Κρικ

284 Όλα όσα μπορούν να συμβούν συμβαίνουν
Χιου Έβερετ Γ'



286 Ένα τέλειο παιχνίδι τρίλιζας
Ντόναλντ Μίτσι

292 Η ενότητα των θεμελιωδών δυνάμεων
Σέλντον Γκλάσσοου

294 Είμαστε η αιτία υπερθέρμανσης του πλανήτη
Τσαρλς Κίλινγκ

296 Το φαινόμενο της πεταλούδας
Έντουαρντ Λόρεντζ

298 Το κενό δεν είναι ακριβώς τίποτε
Πίτερ Χιγκς

300 Η συμβίωση υπάρχει παντού
Λιν Μαργκούλις

302 Τα κουάρκ οργανώνονται σε τριάδες
Μάρει Γκελ-Μαν

308 Μια θεωρία των πάντων;
Γκαμπριέλε Βενετσιάνο

314 Οι μαύρες τρύπες εξατμίζονται
Στήβεν Χώκινγκ

315 Η Γη και όλες οι μορφές ζωής της αποτελούν έναν μοναδικό ζωντανό οργανισμό που ονομάζεται Γαία
Τζέιμς Λάβλοκ

316 Ένα σύννεφο αποτελείται από τολύπες και άλλες τολύπες
Μπενουά Μάντελμπροτ

317 Ένα κβαντικό μοντέλο υπολογιστικής
Γιούρι Μάνιν

318 Τα γονίδια μπορούν να μετακινηθούν από είδος σε είδος
Μάικλ Σιβάνεν

320 Η μπάλα του ποδοσφαίρου μπορεί να αντέξει μεγάλη πίεση
Χάρι Κρότο

322 Εισαγωγή γονιδίων σε ανθρώπους για τη θεραπεία ασθενειών
Γουίλιαμ Φρεντς Άντερσον

324 Σχεδίαση νέων μορφών ζωής σε οθόνη υπολογιστή
Κρεγκ Βέντερ

326 Ένας νέος νόμος της φύσης
Ίαν Γουίλμους

327 Κόσμοι πέρα από το Ηλιακό Σύστημα
Τζέφρι Μάρσι

328 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

340 ΓΛΩΣΣΑΡΙ

344 ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ

352 ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2ГН



Η επιστήμη είναι μια συνεχής αναζήτηση της αλήθειας –ένας αέναος αγώνας για την ανακάλυψη του τρόπου λειτουργίας του Σύμπαντος, ο οποίος έχει ξεκινήσει από την αυγή των πρώτων πολιτισμών. Πηγάζοντας από την ανθρώπινη περιέργεια, βασίζονταν πάντα στη λογική, την παρατήρηση, και το πείραμα. Ο πιο γνωστός από τους αρχαίους Έλληνες φιλοσόφους, ο Αριστοτέλης, έγραψε πάρα πολλά σχετικά με επιστημονικά θέματα και έβαλε τα θεμέλια μεγάλου μέρους της εργασίας που ακολούθησε. Ήταν καλός παρατηρητής της φύσης, αλλά βασίστηκε αποκλειστικά στη σκέψη και τα επιχειρήματα, χωρίς να κάνει κανένα πείραμα. Ως αποτέλεσμα, έκανε και αρκετά λάθη. Για παράδειγμα, ισχυριζόταν ότι τα μεγάλα αντικείμενα πέφτουν με μεγαλύτερη ταχύτητα από τα μικρά, και ότι, αν κάποιο αντικείμενο έχει διπλάσιο βάρος από ένα άλλο, θα πέσει με διπλάσια ταχύτητα. Αν και αυτό ήταν λάθος, δεν το αμφισβήτησε κανείς μέχρι που ο Ιταλός αστρονόμος Γαλιλαίος Γαλιλέι διέψευσε τον ισχυρισμό το 1590. Αν και σήμερα μπορεί να φαίνεται αυτονόητο ότι ένας καλός επιστήμονας πρέπει να βασίζεται σε εμπειρικές αποδείξεις, αυτό δεν ήταν πάντα προφανές.

Η επιστημονική μέθοδος

Ο πρώτος που πρότεινε ένα λογικό σύστημα για την επιστημονική διαδικασία ήταν ο Άγγλος φιλόσοφος Φράνσις Μπέικον ή Βάκων στις αρχές του 17ου αιώνα. Βασισμένη στην εργασία του Άραβα επιστήμονα Αλχαζέν 600 χρόνια νωρίτερα, και βελτιω-

μένη από τον Γάλλο φιλόσοφο Καρτέσιο, η επιστημονική μέθοδος του Μπέικον απαιτεί από τους επιστήμονες να κάνουν παρατηρήσεις, να σχηματίζουν μια θεωρία που να ερμηνεύει τα γεγονότα, και στη συνέχεια να εκτελούν ένα πείραμα για να ελέγξουν κατά πόσο ισχύει η θεωρία. Αν φαίνεται ότι ισχύει, πρέπει να δημοσιεύονται τα αποτελέσματα για περαιτέρω διερεύνηση, κατά την οποία άτομα που εργάζονται στον ίδιο ή έναν παρεμφερή τομέα καλούνται να εντοπίσουν κενά στα επιχειρήματα, και έτσι να διαψεύσουν τη θεωρία, ή να επαναλάβουν το πείραμα ώστε να επιβεβαιώσουν την ορθότητα των αποτελεσμάτων.

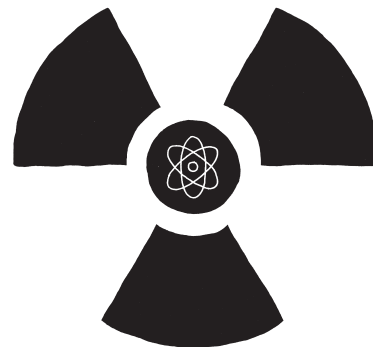
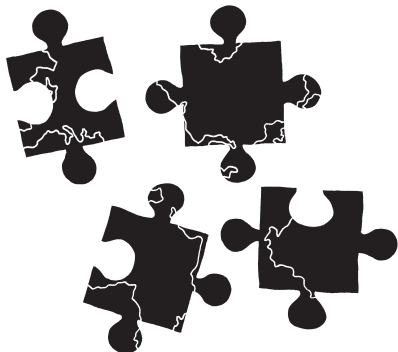
Η διατύπωση μιας ελέγχιμης υπόθεσης ή πρόβλεψης είναι πάντα χρήσιμη. Ο Άγγλος αστρονόμος Έντμοντ Χάλλεϋ, παρατηρώντας τον κομήτη του 1682, κατάλαβε ότι ήταν ο ίδιος με τους κομήτες που είχαν αναφερθεί το

1531 και το 1607, και ισχυρίστηκε ότι επρόκειτο για το ίδιο αντικείμενο, σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο. Πρόβλεψε ότι θα επέστρεφε το 1758, και επαληθεύτηκε, αν και οριακά –εντοπίστηκε στις 25 Δεκεμβρίου. Σήμερα, ο κομήτης αυτός είναι γνωστός ως Κομήτης του Χάλλεϋ. Μια και οι αστρονόμοι σπάνια μπορούν να καταφύγουν στο πείραμα, οι αποδείξεις προέρχονται μόνον από την παρατήρηση.

Τα πειράματα μπορεί να ελέγχουν μια θεωρία, ή να είναι τελείως υποθετικά. Όταν ο γεννημένος στη Νέα Ζηλανδία φυσικός Έρνεστ Ράδερφορντ είδε τους φοιτητές του να βομβαρδίζουν ένα φύλλο χρυσού με σωματίδια άλφα αναζητώντας μικρές εκτροπές, πρότεινε να τοποθετήσουν τον ανιχνευτή πίσω από την πηγή των σωματιδίων και, προς έκπληξη όλων, είδαν μερικά από τα σωματίδια άλφα να ανακλύνται στο λεπτό φύλλο. Ο Ράδερφορντ είπε ότι έμοιαζε σαν μια οβίδα πυροβόλου να είχε αποκρουστεί από ένα φύλλο χαρτί –και αυτό τον οδήγησε σε μια νέα ιδέα σχετικά με τη δομή του ατόμου.

Ένα πείραμα γίνεται περισσότερο συναρπαστικό αν ο επιστήμονας, προτείνοντας έναν νέο μηχανισμό ή θεωρία, μπορεί να κάνει μια πρόβλεψη για το αποτέλεσμα. Αν το πείραμα δώσει τα προβλεπόμενα αποτελέσματα, ο επιστήμονας έχει θετικές ενδείξεις για τη θεωρία. Ακόμη και έτσι, η επιστήμη δεν μπορεί ποτέ να αποδείξει ότι μια θεωρία είναι σωστή· όπως τόνισε ο φιλόσοφος της επιστήμης του 20ού αιώνα Καρλ Πόπερ, μπορεί μόνο να αποδείξει ότι είναι λάθος. Κάθε πείραμα που δίνει τα

“
Όλες οι αλήθειες είναι
εύκολα κατανοητές από τη
στιγμή που θα ανακαλυφθούν
το ζήτημα είναι να τις
ανακαλύψει κάποιος.
Γαλιλαίος
”



προβλεπόμενα αποτελέσματα αποτελεί θετική ένδειξη, αλλά ένα πείραμα που αποτυγχάνει μπορεί να προκαλέσει την κατάρρευση μιας ολόκληρης θεωρίας.

Στη διάρκεια των αιώνων, επί μακρόν επικρατούσες θεωρίες όπως το γεωκεντρικό Σύμπαν, τα τέσσερα σωματικά υγρά, το στοιχείο της φωτιάς «φλογιστόν», και ένα μυστηριώδες μέσο που είχε το όνομα αιθέρας έχουν διαψευστεί και αντικατασταθεί από νέες. Και αυτές με τη σειρά τους είναι απλώς θεωρίες, και πιθανόν να διαψευστούν και αυτές, αν και σε πολλές περιπτώσεις κάτι τέτοιο είναι απίθανο με δεδομένες τις ισχυρές ενδείξεις που τις υποστηρίζουν.

Διαδοχή ιδεών

Η επιστήμη σπάνια προχωρεί με απλά, λογικά βήματα. Αν και μπορεί να συμβαίνουν ταυτόχρονα ανακαλύψεις από επιστήμονες που εργάζονται ανεξάρτητα, σχεδόν κάθε πρόοδος βασίζεται σε μικρό ή μεγάλο βαθμό σε προηγούμενες εργασίες και θεωρίες. Ένας λόγος για την κατασκευή της τεράστιας συσκευής που είναι γνωστή ως Μεγάλος Επιταχυντής Αδρονίων (Large Hadron Collider, LHC) ήταν η αναζήτηση για το σωματίδιο του Χιγκς (Higgs particle), η ύπαρξη του οποίου προβλέφθηκε 40 χρόνια νωρίτερα, το 1964. Η πρόβλεψη βασίστηκε σε δεκαετίες θεωρητικής εργασίας επάνω στη δομή του ατόμου από τον Ράδερφορντ και στην εργασία του Δανού φυσικού Νηλς Μπορ τη δεκαετία του 1920, η οποία βασίστηκε στην ανακάλυψη του ηλεκτρονίου το 1897, που με τη σειρά της βασίστηκε στην

ανακάλυψη των καθοδικών ακτίνων το 1869. Αυτές οι ανακαλύψεις δε θα είχαν γίνει χωρίς την αντλία κενού και, το 1799, την εφεύρεση του συσσωρευτή (μπαταρίας) –και έτσι η αλυσίδα εκτείνεται για δεκαετίες και αιώνες στο παρελθόν. Είναι γνωστό αυτό που είπε ο μεγάλος Άγγλος φυσικός Ισαάκ Νεύτων: «Μπόρεσα να δω πιο μακριά επειδή πατούσα στους ώμους γιγάντων». Κυρίως εννοούσε τον Γαλιλαίο, αλλά ίσως είχε πέσει στα χέρια του και ένα αντίτυπο του βιβλίου *Optics* (Οπτική) του Αλχαζέν.

Οι πρώτοι επιστήμονες

Οι πρώτοι φιλόσοφοι με κάποια επιστημονική προσοπτική έζησαν στον αρχαίο ελληνικό κόσμο κατά τον 6ο και τον 5ο αιώνα π.Χ. Ο Θαλής ο Μιλήσιος πρόβλεψε μια ηλιακή έκλειψη το 585 π.Χ.· ο Πυθαγόρας ίδρυσε μια μαθηματική σχολή στην τωρινή νότια Ιταλία 50 χρόνια αργότερα, και ο Ξενοφάνης, όταν ανακάλυψε θαλασσίνα κοχύλια επάνω σε ένα βουνό, συμπέρανε ότι ολόκληρη η Γη πρέπει κάποτε να καλυπτόταν από τη θάλασσα.

Στη Σικελία του 4ου αιώνα π.Χ., ο Εμπεδοκλής ισχυρίστηκε ότι η γη, το νερό, η φωτιά, και ο αέρας είναι τα «τέσσερα ριζώματα των πάντων». Επίσης, ανέβασε τους μαθητές του στο ηφαίστειο της Αίτνας και πήδησε μέσα στον κρατήρα, προφανώς για να δείξει ότι είναι αθάνατος –με αποτέλεσμα να τον θυμόμαστε μέχρι σήμερα.

Οι παρατηρητές των άστρων

Στο μεταξύ, στην Ινδία, την Κίνα, και τη Μεσόγειο, οι άνθρωποι προσπαθούσαν να

καταλάβουν τις κινήσεις των ουράνιων σωμάτων. Σχεδίαζαν χάρτες των άστρων –κατά ένα μέρος ως ναυτικά βοηθήματα– και έδιναν ονόματα σε άστρα και ομάδες άστρων. Παρατήρησαν επίσης ότι κάποια άστρα διέγραφαν ακανόνιστες διαδρομές σε σύγκριση με τα «σταθερά άστρα» ή «απλανείς». Οι Έλληνες αποκάλεσαν αυτά τα περιπλανώμενα άστρα «πλανήτες». Οι Κινέζοι εντόπισαν τον Κομήτη του Χάλλεϋ το 240 π.Χ. και, το 1054, έναν υπερκαινοφανή αστέρα (supernova) ο οποίος είναι τώρα γνωστός ως Νεφέλωμα του Καρκίνου.

Ο Οίκος της Σοφίας

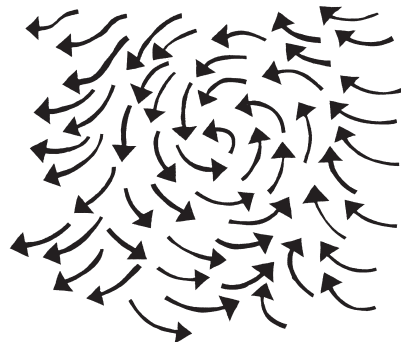
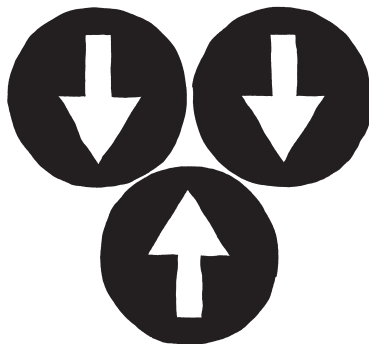
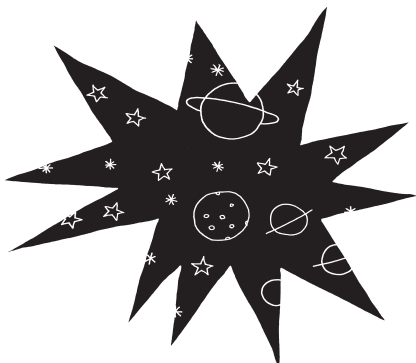
Στα τέλη του 8ου αιώνα μ.Χ., στο χαλιφάτο των Αββασιδών ιδρύθηκε ο Οίκος της Σοφίας, μια μεγαλειώδης βιβλιοθήκη, στη νέα του πρωτεύουσα, τη Βαγδάτη. Αυτό >>



Για να γίνετε πραγματικοί κυνηγοί της αλήθειας, είναι απαραίτητο τουλάχιστον για μία φορά στη ζωή σας να αμφισβητήσετε τα πάντα, και όσο περισσότερο είναι δυνατόν.

Καρτέσιος





προκάλεσε ταχύτατη πρόοδος στις επιστήμες και την τεχνολογία στο Ισλάμ. Εφευρέθηκαν πολλές πρωτότυπες μηχανικές συσκευές, παράλληλα με τον αστρολάβο, ένα βοήθημα της ναυσιπλοΐας το οποίο χρησιμοποιούσε τις θέσεις των άστρων. Η αλχημεία άνησε, και εμφανίστηκαν τεχνικές όπως η απόσταξη. Οι μελετητές στη βιβλιοθήκη συγκέντρωσαν τα πιο σημαντικά βιβλία από την Ελλάδα και την Ινδία, και τα μετέφρασαν στα Αραβικά, με αποτέλεσμα αργότερα η Δύση να ανακαλύψει εκ νέου τα έργα των αρχαίων, και να γνωρίσει τα «αραβικά» αριθμητικά ψηφία, μεταξύ των οποίων και το μηδέν, που εισήχθησαν από την Ινδία.

Η γέννηση της σύγχρονης επιστήμης

Καθώς το μονοπώλιο της Εκκλησίας στην επιστημονική αλήθεια άρχισε να εξασθενίζει στον δυτικό κόσμο, το 1543 εκδόθηκαν δύο πρωτοποριακά βιβλία. Ο Βέλγος ανατόμος Ανδρέας Βεσάλιος έγραψε το *De Humani Corporis Fabrica* (Τα υλικά του ανθρώπινου σώματος), στο οποίο περιέγραφε τις νεκροτομές του σε ανθρώπινα πτώματα με εξαιρετική εικονογράφηση. Στο ίδιο έτος, ο Πολωνός γιατρός Νικόλαος Κοπέρνικος εξέδωσε το *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Περί των περιστροφών των ουρανίων σφαιρών), στο οποίο δήλωνε με βεβαιότητα ότι το κέντρο του Σύμπαντος είναι ο Ήλιος, ανατρέποντας το γεωκεντρικό μοντέλο που είχε διατυπώσει ο Πτολεμαίος ο Αλεξανδρεύς μία χιλιετία νωρίτερα.

Το 1600, ο Άγγλος γιατρός Γουίλιαμ Γκιλμπέρτ εξέδωσε το *De Magnete* (Περί του μαγνήτη) στο οποίο εξηγούσε ότι η βελόνα της πυξίδας δείχνει τον βορρά επειδή και η ίδια η Γη είναι μαγνήτης. Υποστήριξε επίσης ότι ο πυρήνας της Γης αποτελείται από σίδηρο. Το 1623, ένας άλλος Άγγλος γιατρός, ο Γουίλιαμ Χάρβεϊ, περιέγραψε για πρώτη φορά τον τρόπο που η καρδιά λειτουργεί σαν αντλία και κυκλοφορεί το αίμα στο σώμα, ακυρώνοντας έτσι για πάντα προηγούμενες θεωρίες ηλικίας 1.400 ετών, από τον Ελληνο-ρωμαίο γιατρό Γαληνό. Τη δεκαετία του 1660, ο Αγγλο-ιρλανδός χημικός Ρόμπερτ Μπούλ εξέδωσε μια σειρά βιβλίων, μεταξύ των οποίων το *The Sceptical Chymist* (Ο σκεπτικιστής χημικός), όπου όριζε ένα χημικό στοιχείο. Αυτό σήμανε τη γέννηση της χημείας ως επιστήμης, ξεχωριστής από τη μυστικιστική αλχημεία από την οποία προήλθε.

Ο Ρόμπερτ Χουκ, που εργάστηκε για ένα διάστημα ως βοηθός του Μπούλ, εξέδωσε το πρώτο επιστημονικό του μπεστ-σέλερ, *Micrographia*, το 1665. Οι εξάισιες αναδιπλούμενες εικονογραφήσεις θεμάτων όπως ένας ψύλλος και το μάτι μιας μύγας, που περιείχε το βιβλίο, άνοιξαν τις πόρτες προς έναν καινούργιο μικροσκοπικό κόσμο που δεν είχε κανείς δει ξανά. Και το 1687 ήλθε αυτό που πολλοί θεωρούν το πιο σημαντικό επιστημονικό βιβλίο όλων των εποχών, το *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (Μαθηματικές αρχές φυσικής φιλοσοφίας) του Ισαάκ

Νεύτωνα, κοινώς γνωστό ως *Principia* (Αρχές). Οι νόμοι της κίνησης που διατύπωσε και η αρχή της παγκόσμιας βαρύτητας αποτελούν τις βάσεις της σύγχρονης φυσικής.

Στοιχεία, άτομα, εξέλιξη

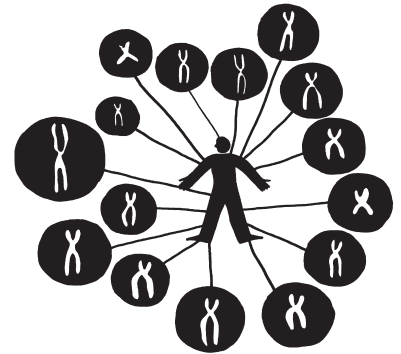
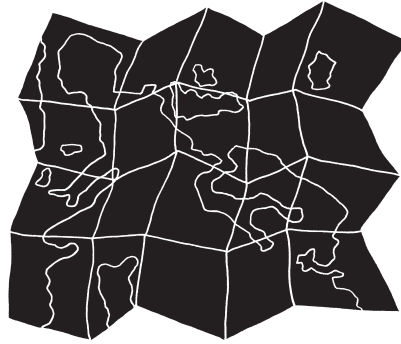
Τον 18ο αιώνα, ο Γάλλος χημικός Αντουάν Λαβουαζιέ ανακάλυψε τον ρόλο του οξυγόνου στην καύση, απαξιώνοντας την παλιά θεωρία του φλογιστού. Σύντομα άρχισε η διερεύνηση πολλών νέων αερίων και των ιδιοτήτων τους. Η εξέταση των αερίων της ατμόσφαιρας οδήγησε τον Βρετανό μετεωρολόγο Τζων Ντάλτον να ισχυριστεί ότι κάθε στοιχείο αποτελείται από μοναδικά άτομα, και να προτείνει την ιδέα των ατομικών



Μοιάζω μόνο με ένα μικρό παιδί που παίζει στην ακροθαλασσία, και η προσοχή του αποσπάται κατά καιρούς από ένα πιο λείο βότσαλο... ενώ ο μεγάλος ωκεανός της αλήθειας κείται εμπρός μου εντελώς ανεξερεύνητος.

Ισαάκ Νεύτων





βαρών. Ο Γερμανός χημικός Αύγουστος Κεκουλέ ανέπτυξε τη βάση της μοριακής δομής, ενώ ο Ρώσος εφευρέτης Ντμίτρι Μεντελέγιεφ διατύπωσε τον πρώτο γενικά αποδεκτό περιοδικό πίνακα των στοιχείων.

Η εφεύρεση της ηλεκτρικής μπαταρίας από τον Αλεσάντρο Βόλτα στην Ιταλία το 1799 άνοιξε νέους επιστημονικούς τομείς, με τους οποίους ασχολήθηκαν ο Δανός φυσικός Χανς Κρίστιαν Έρστεντ και ο σύγχρονός του Βρετανός Μάικλ Φαρανταΐη, ανακαλύπτοντας νέα στοιχεία αλλά και τον ηλεκτρομαγνητισμό, που οδήγησε στην εφεύρεση του ηλεκτρικού κινητήρα. Στο μεταξύ, οι ιδέες της κλασικής φυσικής εφαρμόστηκαν στην ατμόσφαιρα, στα άστρα, στην ταχύτητα του φωτός, και στη φύση της θερμότητας, με αποτέλεσμα τη δημιουργία της θερμοδυναμικής επιστήμης.

Οι γεωλόγοι, μελετώντας τα βραχώδη στρώματα, άρχισαν να ανασυνθέτουν το παρελθόν της Γης. Η παλαιοντολογία έγινε της μόδας καθώς άρχισαν να ανακαλύπτονται τα απομεινάρια πλασμάτων που έχουν εκλείψει. Η Μαίρη Άνινγκ, μια αγράμματη μικρή Βρετανίδα, έγινε παγκόσμια γνωστή ως συναρμολογήτρια λειψάνων απολιθωμάτων. Μαζί με τους δεινόσαυρους ήλθε και η ιδέα της εξέλιξης, για την οποία πιο γνωστός είναι ο Βρετανός φυσιοδίφης Κάρολος Δαρβίνος, καθώς και νέες θεωρίες σχετικά με την προέλευση και την οικολογία της ζωής.

Αβεβαιότητα και άπειρο

Στις αρχές του 20ού αιώνα, ένας νεαρός Γερμανός με το όνομα Αλβέρτος Αϊνστάιν

διατύπωσε τη θεωρία της σχετικότητας, ταραζώντας τα νερά της κλασικής φυσικής και δίνοντας τέλος στην ιδέα για έναν απόλυτο χρόνο και χώρο. Νέα μοντέλα προτάθηκαν για το άτομο: το φως αποδείχθηκε ότι συμπεριφέρονταν τόσο ως σωματίδιο όσο και ως κύμα· και ένας άλλος Γερμανός, ο Βέρνερ Χάιζενμπεργκ, έδειξε ότι στο Σύμπαν κυριαρχεί η αβεβαιότητα.

Το πιο εντυπωσιακό με τον τελευταίο αιώνα πάντως ήταν ο τρόπος που οι τεχνολογικές πρόοδοι επέτρεψαν στην επιστήμη να προχωρήσει πιο γρήγορα από ποτέ, εξελίσσοντας αλματωδώς τις ιδέες με όλο και μεγαλύτερη ακρίβεια. Ακόμη πιο ισχυροί επιταχυντές σωματιδίων αποκάλυψαν νέες θεμελιώδεις μονάδες της ύλης. Ισχυρότερα τηλεσκόπια έδειξαν ότι το Σύμπαν διαστέλλεται, και ξεκίνησε με μια Μεγάλη Έκρηξη (Big Bang). Άρχισε να αποκτά βάση η ιδέα των μαύρων οπών. Το Σύμπαν έμοιαζε να είναι γεμάτο από σκοτεινή ύλη και σκοτεινή ενέργεια, ό,τι και αν είναι αυτές, και οι αστρονόμοι άρχισαν να ανακαλύπτουν νέους κόσμους –πλανήτες σε τροχιά γύρω από μακρινά άστρα, μερικοί από τους οποίους είναι πιθανό να φιλοξενούν ακόμη και ζωή. Ο Βρετανός μαθηματικός Άλαν Τούρινγκ συνέλαβε την ιδέα της γενικής υπολογιστικής μηχανής, και μέσα σε 50 χρόνια αποκτήσαμε τους προσωπικούς υπολογιστές, τον Παγκόσμιο Ιστό, και τα έξυπνα τηλέφωνα.

Τα μυστικά της ζωής

Στη βιολογία, αποδείχθηκε ότι τα χρωμοσώματα αποτελούν τη βάση της κληρονομικότητας και αποκρυπτογραφήθηκε η χημική δομή του DNA. Μόλις 40 χρόνια αργότερα, αυτό οδήγησε στο πρόγραμμα του ανθρώπινου γονιδιώματος (human genome project), που έμοιαζε τρομακτικά δύσκολο αλλά, με τη βοήθεια των υπολογιστών, η πρόοδος του επιταχυνόταν όλο και περισσότερο. Σήμερα, η ανάλυση αλληλουχίας DNA (DNA sequencing) είναι σχεδόν μια εργασία ρουτίνας στα εργαστήρια, η γονιδιακή θεραπεία (gene therapy) έχει μετατραπεί από ελπίδα σε πραγματικότητα, και συνέβη η κλωνοποίηση του πρώτου θηλαστικού.

Τα μυστικά της ζωής

Καθώς οι σημερινοί επιστήμονες βασίζονται σε αυτά και άλλα επιτεύγματα, η αέναη αναζήτηση της αλήθειας συνεχίζεται. Φαίνεται πιθανό ότι θα υπάρχουν πάντα περισσότερες ερωτήσεις από απαντήσεις, αλλά οι μελλοντικές ανακαλύψεις είναι σίγουρο ότι θα εξακολουθήσουν να μας καταπλήσσουν. ■

“ Η πραγματικότητα είναι απλώς μια ψευδαισθηση, αν και πολύ επίμονη.

Αλβέρτος Αϊνστάιν



**ΟΙ ΑΡΧΕΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ
600 ΠΧ-1400 ΜΧ**

ΣΤΗΣ
ΜΗΣ
Χ

Ο Θαλής ο Μιλήσιος προβλέπει την **έκλειψη Ηλίου** η οποία τερματίζει τη μάχη του Άλφους ποταμού.



585 π.χ

Ο Ξενοφάνης βρίσκει θαλασσινά κοχύλια στα βουνά, και συμπεραίνει ότι **όλη η Γη καλυπτόταν κάποτε από νερό.**



~500 π.χ

Ο Αριστοτέλης γράφει μια σειρά βιβλίων για θέματα όπως η **φυσική, η βιολογία, και η ζωολογία.**



~325 π.χ

Ο Αρίσταρχος ο Σάμιος δηλώνει ότι ο **Ήλιος**, και όχι η Γη, είναι το **κέντρο του Σύμπαντος.**



~250 π.χ

~530 π.χ



Ο Πυθαγόρας ιδρύει μια **μαθηματική σχολή** στον Κρότωνα, στη σημερινή νότια Ιταλία.

~450 π.χ



Ο Εμπεδοκλής δηλώνει ότι τα πάντα στον κόσμο αποτελούνται από έναν συνδυασμό **γης, νερού, φωτιάς, και αέρα.**

~300 π.χ



Ο Θεόφραστος γράφει το *Περί φυτών ιστορία* και το *Περί φυτών αιτιών*, ιδρύοντας την **επιστήμη της φυτολογίας.**

~240 π.χ



Ο Αρχιμήδης ανακαλύπτει πως το στέμμα ενός βασιλιά δεν είναι εξολοκλήρου χρυσό **μετρώντας την άνωση του εκτοπιζόμενου νερού.**

Η επιστημονική έρευνα στον κόσμο έχει τις ρίζες της στη Μεσοποταμία. Μετά την ανακάλυψη της γεωργίας και της γραφής, ο άνθρωπος είχε τον χρόνο να αφοσιωθεί στην έρευνα, και τα μέσα να μεταβιβάζει τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών στις επόμενες γενιές. Η πρώτη επιστήμη είχε ως έμπνευσή της τον νυχτερινό ουρανό. Από την τέταρτη χιλιετία π.Χ., οι Σουμερίοι ιερείς μελετούσαν τα άστρα, και κατέγραφαν τις παρατηρήσεις τους σε πήλινες πινακίδες. Δεν άφησαν στοιχεία για τις μεθόδους τους, αλλά μια πινακίδα που χρονολογείται στο 1800 π.Χ. αποκαλύπτει γνώση των ιδιοτήτων των ορθογώνιων τριγώνων.

Αρχαία Ελλάδα

Οι αρχαίοι Έλληνες δεν έβλεπαν την επιστήμη ξεχωριστά από τη φιλοσοφία, αλλά ο πρώτος του οποίου η εργασία είναι φανερά επιστημονική είναι ο Θαλής ο Μιλήσιος, για τον οποίο ο Πλάτων είπε ότι

αφιέρωνε τόσο πολύ χρόνο ονειροπολώντας και κοιτάζοντας τα άστρα, που κάποια φορά έπεσε σε ένα πηγάδι. Πιθανόν χρησιμοποιώντας δεδομένα από τους Βαβυλώνιους, το 585 π.Χ., ο Θαλής πρόβλεψε μια έκλειψη του Ήλιου, δείχνοντας τη δύναμη της επιστημονικής προσέγγισης.

Η αρχαία Ελλάδα δεν ήταν μία ενιαία χώρα, αλλά μια χαλαρή ένωση από πόλεις-κράτη. Η Μίλητος (που τώρα βρίσκεται στην Τουρκία) ήταν ο τόπος καταγωγής πολλών αξιοσημείωτων φιλοσόφων. Πολλοί άλλοι από τους πρώτους Έλληνες φιλοσόφους σπούδασαν στην Αθήνα. Εδώ, ο Αριστοτέλης ήταν ένας οξυδερκής παρατηρητής αλλά δε διεξήγαγε ποτέ πειράματα· πίστευε πως, αν μπορούσε κανείς να συγκεντρώσει αρκετά έξυπνα άτομα, η αλήθεια θα γινόταν φανερή. Ο μηχανικός Αρχιμήδης, που έζησε στις Συρακούσες της Σικελίας, ερευνήσε τις ιδιότητες των υγρών. Σε νέο

κέντρο γνώσεων εξελίχθηκε η Αλεξάνδρεια, την οποία ίδρυσε στις εκβολές του Νείλου ο Μέγας Αλέξανδρος το 331 π.Χ. Εδώ ο Ερατοσθένης μέτρησε το μέγεθος της Γης, ο Κτησίβιος κατασκεύασε ακριβή ρολόγια, και ο Ήρων εφεύρε την ατμομηχανή. Στο μεταξύ, οι βιβλιοθηκάριοι στην Αλεξάνδρεια συγκέντρωναν τα καλύτερα βιβλία που μπορούσαν να βρουν για να δημιουργήσουν την καλύτερη βιβλιοθήκη του κόσμου, η οποία κήκε όταν την πόλη κατέλαβαν Ρωμαίοι και Χριστιανοί.

Η επιστήμη στην Ασία

Η επιστήμη άνθισε ανεξάρτητα στην Κίνα. Οι Κινέζοι ανακάλυψαν την πυρίτιδα –και μαζί με αυτή και τα πυροτεχνήματα, τους πυραύλους, και τα πυροβόλα όπλα– και κατασκεύασαν φυσερά για την κατεργασία των μετάλλων. Εφεύραν τον πρώτο σειсмоγράφο και την πρώτη πυξίδα. Το 1054 μ.Χ., Κινέζοι αστρονόμοι παρατήρησαν έναν υπερκαινοφανή αστέρα, ο οποίος

Ο Ερατοσθένης, φίλος του Αρχιμήδη, υπολογίζει **την περίμετρο της Γης** από το μήκος της ηλιακής σκιάς αντικειμένων το μεσημέρι μιας ημέρας στο μέσο του θέρους.



~240 πχ

Ο Ίππαρχος ανακαλύπτει **τη μετάπτωση του άξονα της Γης** και δημιουργεί τον πρώτο κατάλογο άστρων του δυτικού κόσμου.



~130 πχ

Η **Αλμαγέστη** του Κλαύδιου Πτολεμαίου γίνεται το **πιο έγκυρο κείμενο της αστρονομίας** στη Δύση, αν και περιέχει πολλά λάθη.



~150 μχ

Ο Πέρσης αστρονόμος, Αμπντ αλ-Ράχμαν αλ-Σούφι ενημερώνει την **Αλμαγέστη**, και **δίνει σε πολλά άστρα αραβικές ονομασίες** που χρησιμοποιούνται ως σήμερα.



964

~230 πχ



Ο Κτησίβιος κατασκευάζει τις κλεψύδρες –**ρολόγια με νερό**– που παραμένουν για αιώνες τα πιο ακριβή όργανα μέτρησης του χρόνου στον κόσμο.

~120 μχ



Στην Κίνα, ο Ζανγκ Χενγκ εξετάζει τη φύση των εκλείψεων, και συντάσσει **έναν κατάλογο με 2.500 άστρα**.

628



Ο Ινδός μαθηματικός Βραχμαγκούπτα περιγράφει τους πρώτους **κανόνες για τη χρήση του αριθμού μηδέν**.

1021



Ο Αλχαζέν, ένας από τους πρώτους πειραματικούς επιστήμονες, διεξάγει πρωτότυπες έρευνες **στην όραση και την οπτική**.

αναγνωρίστηκε ως το Νεφέλωμα του Καρκίνου το 1731.

Μέρος της προηγμένης τεχνολογίας της πρώτης χιλιετίας μ.Χ., όπως ο περιστρεφόμενος τροχός, ανακαλύφθηκε στην Ινδία, ενώ οι Κινέζοι έστειλαν αποστολές εκεί για να μελετήσουν τις αγροτικές τεχνικές των Ινδών. Ινδοί μαθηματικοί ανέπτυξαν αυτό που είναι τώρα γνωστό ως «αραβικό» αριθμητικό σύστημα, που περιλάμβανε τους αρνητικούς αριθμούς και το μηδέν, και όρισαν τις τριγωνομετρικές συναρτήσεις του ημιτόνου και του συνημιτόνου.

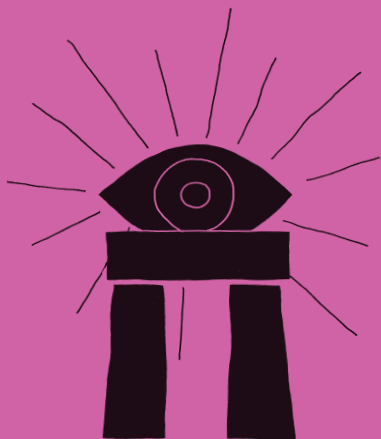
Ο Χρυσός Αιών του Ισλάμ

Στα μέσα του 8ου αιώνα, οι Μουσουλμάνοι χαλίφες Αββασιδές μετέφεραν την πρωτεύουσα της αυτοκρατορίας τους από τη Δαμασκό στη Βαγδάτη. Με οδηγό τα λόγια του Κορανίου «Το μελάνι ενός μελετητή είναι ιερότερο από το αίμα ενός μάρτυρα», ο Χαλίφης Χαρούν αλ-Ρασίντ ίδρυσε τον Οίκο τη Σοφίας στη νέα πρω-

τεύουσά του, με σκοπό να αποτελέσει βιβλιοθήκη και ερευνητικό κέντρο. Οι λόγιοι συγκέντρωσαν βιβλία από τις αρχαίες ελληνικές πόλεις-κράτη και την Ινδία και τα μετέφρασαν στα Αραβικά. Έτσι, πολλά από τα αρχαία κείμενα έφτασαν τελικά στη Δύση, όπου ήταν σε μεγάλο βαθμό άγνωστα κατά τον Μεσαίωνα. Μέχρι τα μέσα του 9ου αιώνα, η βιβλιοθήκη της Βαγδάτης είχε διαδεχθεί επάξια τη βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας.

Ανάμεσα σε αυτούς που εμπνεύστηκαν από τον Οίκο της Σοφίας ήταν και πολλοί αστρονόμοι, με πιο γνωστό τον Αλ-Σούφι, ο οποίος βασίστηκε στο έργο του Ίππαρχου και του Πτολεμαίου. Η αστρονομία είχε πρακτική χρησιμότητα στους Άραβες νομάδες για να βρίσκουν τον δρόμο τους, καθώς οδηγούσαν τις καμήλες τους μέσα από την έρημο τη νύχτα. Ο Αλχαζέν, που γεννήθηκε στη Βασόρα και σπούδασε στη Βαγδάτη, ήταν ένας από τους πρώτους πειραματικούς

επιστήμονες, και το βιβλίο του για την οπτική έχει χαρακτηριστεί εξίσου σημαντικό με το έργο του Νεύτωνα. Οι Άραβες αλχημιστές επινόησαν την απόσταξη και άλλες νέες τεχνικές, και εισήγαγαν όρους όπως τα αλκάλια, οι αλδεΐδες, και η αλκοόλη. Ο γιατρός Αλ-Ραζί εισήγαγε το σαπούνι, έκανε για πρώτη φορά διάκριση μεταξύ ευλογίας και ιλαράς, και σε ένα από τα πολλά βιβλία του έγραψε «Σκοπός του γιατρού είναι να κάνει το καλό, ακόμη και στους εχθρούς». Ο Αλ-Κβαρίσμι και άλλοι μαθηματικοί επινόησαν την αλγεβρα και τους αλγορίθμους, ενώ ο μηχανικός Αλ-Τζαζάρι εφηύρε το σύστημα μετάδοσης της κίνησης με στροφαλοφόρο άξονα και διωστήρα που χρησιμοποιείται ακόμη σε δίκυκλα και αυτοκίνητα. Οι Ευρωπαίοι επιστήμονες θα χρειάζονταν πολλούς αιώνες μέχρι να φτάσουν σε αυτό το επίπεδο. ■



ΣΧΕΤΙΚΑ

ΚΛΑΔΟΣ Αστρονομία

ΠΡΙΝ

~**2000 π.Χ.** Ευρωπαϊκά μνημεία όπως το Στόουνχεντζ ίσως να χρησιμοποιούνταν για τον υπολογισμό των εκλείψεων.

~**1800 π.Χ.** Στην αρχαία Βαβυλώνα, οι αστρονόμοι δημιουργούν την πρώτη καταγεγραμμένη μαθηματική περιγραφή της κίνησης των ουρανίων σωμάτων.

2η χιλιετία π.Χ. Βαβυλώνιοι αστρονόμοι αναπτύσσουν μεθόδους πρόβλεψης των εκλείψεων, αλλά αυτές βασίζονται σε παρατηρήσεις της Σελήνης, και όχι σε μαθηματικούς κύκλους.

ΜΕΤΑ

~**140 π.Χ.** Ο Έλληνας αστρονόμος Ίππαρχος αναπτύσσει ένα σύστημα πρόβλεψης των εκλείψεων χρησιμοποιώντας τον κύκλο του Σάρου για τις κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης.

Η ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΕΚΛΕΙΨΕΩΝ ΕΙΝΑΙ ΔΥΝΑΤΗ

ΘΑΛΗΣ Ο ΜΙΛΗΣΙΟΣ (624–546 π.Χ.)

Γεννημένος σε μια ελληνική αποικία στη Μικρά Ασία, ο Θαλής ο Μιλήσιος θεωρείται συχνά ως ιδρυτής της δυτικής φιλοσοφίας, αλλά έπαιξε επίσης κρίσιμο ρόλο στην αρχική ανάπτυξη της επιστήμης. Στη διάρκεια της ζωής του ήταν γνωστός για τους στοχασμούς του στα μαθηματικά, τη φυσική, και την αστρονομία.

Ίσως το πιο γνωστό επίτευγμα του Θαλή να είναι και το πιο αμφιλεγόμενο. Σύμφωνα με τον Έλληνα ιστορικό Ηρόδοτο, που έγραψε περισσότερο από έναν αιώνα μετά από το γεγονός, ο Θαλής πρόβλεψε μια έκλειψη Ηλίου, που τώρα

έχει χρονολογηθεί στις 28 Μαΐου του 585 π.Χ., και η οποία διέκοψε μια μάχη μεταξύ Λυδών και Μήδων.

Αμφισβητούμενη ιστορία

Το κατόρθωμα του Θαλή δεν επαναλήφθηκε για αρκετούς αιώνες, και οι ιστορικοί της επιστήμης επιχειρηματολογούν επί μακρόν για το πώς, και ακόμη και για το αν, κατάφερε κάτι τέτοιο. Μερικοί υποστηρίζουν ότι η αναφορά από τον Ηρόδοτο είναι ανακριβής και αόριστη, αλλά ο άθλος του Θαλή φαίνεται να ήταν ευρέως γνωστός και θεωρούνταν γεγονός από μεταγενέστερους συγγραφείς, οι οποίοι γνώριζαν ότι έπρεπε να είναι προσεκτικοί με τα γραπτά του Ηροδότου. Αν θεωρήσουμε ότι είναι αλήθεια, είναι πιθανό ο Θαλής να είχε ανακαλύψει τον 18-ετή κύκλο στις κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης, που είναι γνωστός ως κύκλος του Σάρου και χρησιμοποιήθηκε από μεταγενέστερους Έλληνες αστρονόμους για την πρόβλεψη των εκλείψεων.

Όποια μέθοδο και να χρησιμοποίησε ο Θαλής, η πρόβλεψή του είχε δραματικό αποτέλεσμα στη μάχη στον ποταμό Άλυ, που βρίσκεται στη σημερινή Τουρκία. Η έκλειψη δεν έβαλε τέλος μόνο στη μάχη, αλλά και σε έναν 15-ετή πόλεμο μεταξύ Μήδων και Λυδών. ■



...η ημέρα έγινε νύχτα,
και αυτή ήταν η μεταβολή της
ημέρας που είχε προφητεύσει
ο Θαλής ο Μιλήσιος...

Ηρόδοτος



Δείτε επίσης: Ζανγκ Χενγκ 26–27 ■ Νικόλαος Κοπέρνικος 34–39 ■ Γιοχάννες Κέπλερ 40–41 ■ Τζερεμιά Χόροκς 52



ΟΙ ΤΕΤΡΑΠΛΕΣ ΡΙΖΕΣ ΤΩΝ ΠΑΝΤΩΝ

ΕΜΠΕΔΟΚΛΗΣ (490–430 π.Χ.)

ΣΧΕΤΙΚΑ

ΚΛΑΔΟΣ
Χημεία

ΠΡΙΝ

~585 π.Χ. Ο Θαλής υποστηρίζει ότι όλος ο κόσμος αποτελείται από νερό.

~535 π.Χ. Ο Αναξίμενης πιστεύει ότι όλα αποτελούνται από αέρα, από τον οποίο προκύπτουν το νερό και στη συνέχεια οι πέτρες.

ΜΕΤΑ

~400 π.Χ. Ο Έλληνας στοχαστής Δημόκριτος υποστηρίζει ότι ο κόσμος αποτελείται από μικροσκοπικά αόρατα σωματίδια –τα άτομα.

1661 Στο έργο του *The Sceptical Chymist*, ο Ρόμπερτ Μπόυλ δίνει έναν ορισμό των στοιχείων.

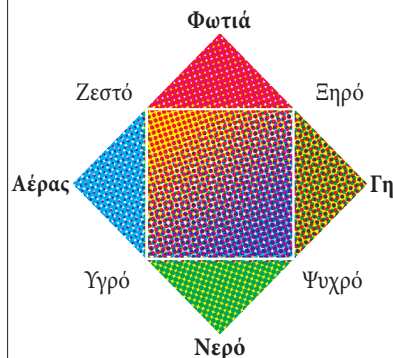
1808 Η ατομική θεωρία του Τζων Ντάλτον λέει ότι κάθε στοιχείο αποτελείται από άτομα με διαφορετική μάζα.

1869 Ο Ντμίτρι Μεντελέγιεφ προτείνει έναν περιοδικό πίνακα, με τα στοιχεία διατεταγμένα σε ομάδες σύμφωνα με τις κοινές τους ιδιότητες.

Η φύση της ύλης απασχόλησε πολλούς αρχαίους Έλληνες στοχαστές. Έχοντας δει το νερό στην υγρή μορφή του, στη στερεά μορφή του πάγου, και στην αέρια των υδρατμών, ο Θαλής ο Μιλήσιος πίστευε ότι τα πάντα αποτελούνται από νερό. Ο Αριστοτέλης είπε ότι «η τροφή όλων των πραγμάτων είναι υγρή και ακόμη και τα ζεστά δημιουργούνται από τα υγρά και συνυπάρχουν με αυτά». Δύο γενιές μετά τον Θαλή, ο Αναξίμενης έγραψε ότι ο κόσμος αποτελείται από αέρα, επιχειρηματολογώντας ότι ο αέρας συμπυκνώνεται και παράγει υδρατμούς, μετά βροχή, και τέλος πέτρες.

Γεννημένος στον Ακράγαντα της Σικελίας, ο γιατρός και ποιητής Εμπεδοκλής επινόησε μια πιο σύνθετη θεωρία: ότι όλα αποτελούνται από τέσσερα ριζώματα (δε χρησιμοποίησε τη λέξη στοιχεία) συγκεκριμένα: γη, αέρα, φωτιά, και νερό. Ο συνδυασμός αυτών των ριζωμάτων δίνει ιδιότητες όπως η θερμότητα και η υγρασία για τη δημιουργία του χώματος, της πέτρας, και όλων των φυτών και των ζώων. Αρχικά, τα τέσσερα ριζώματα σχημάτιζαν μια τέλεια σφαίρα, όπου τα συγκρατούσε η φιλότιη (αγάπη), η κεντρομόλος δύναμη. Σταδιακά όμως, το νείκος (διαμάχη), η ψυγόκεντρος δύναμη,

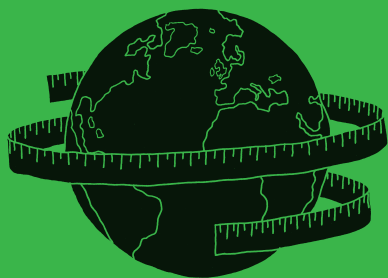
Ο Εμπεδοκλής θεωρούσε τα τέσσερα ριζώματα της ύλης ως δύο ζεύγη αντιθέτων: φωτιά/νερό και αέρας/γη, που συνδυάζονται για να δημιουργήσουν όλα όσα βλέπουμε.



άρχισε να τα αποχωρίζει. Για τον Εμπεδοκλή, η φιλότιη και το νείκος είναι οι δύο δυνάμεις που διαμορφώνουν το Σύμπαν. Στον κόσμο αυτόν, συνήθως κυριαρχεί το νείκος, και αυτός είναι ο λόγος που η ζωή είναι τόσο δύσκολη.

Αυτή η σχετικά απλή θεωρία κυριαρχούσε στην ευρωπαϊκή σκέψη –η οποία αναφερόταν στους «τέσσερις χυμούς»– με μικρές βελτιώσεις μέχρι την ανάπτυξη της σύγχρονης χημείας τον 17ο αιώνα. ■

Δείτε επίσης: Ρόμπερτ Μπόυλ 46–49 ■ Τζων Ντάλτον 112–13 ■ Ντμίτρι Μεντελέγιεφ 174–79



ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ (276–194 π.Χ.)

ΣΧΕΤΙΚΑ

ΚΛΑΔΟΣ
Γεωγραφία

ΠΡΙΝ

6ος αιώνας π.Χ. Ο Έλληνας μαθηματικός Πυθαγόρας υποστηρίζει ότι η Γη μπορεί να είναι σφαιρική, και όχι επίπεδη.

3ος αιώνας π.Χ. Ο Αρίσταρχος ο Σάμιος τοποθετεί πρώτος τον Ήλιο στο κέντρο του γνωστού Σύμπαντος και χρησιμοποιεί μια τριγωνομετρική μέθοδο για να υπολογίσει τα σχετικά μεγέθη του Ήλιου και της Σελήνης και τις αποστάσεις τους από τη Γη.

Στα τέλη του 3ου αιώνα π.Χ., ο Ερατοσθένης εισάγει στους χάρτες του τις έννοιες των παράλληλων και των μεσημβρινών κύκλων (που ισοδυναμούν με το σύγχρονο γεωγραφικό πλάτος και μήκος).

ΜΕΤΑ

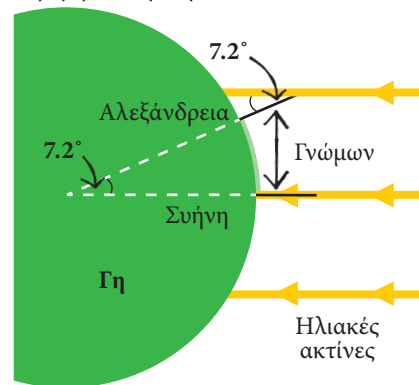
18ος αιώνας Μετά από τεράστιες προσπάθειες, Γάλλοι και Ισπανοί επιστήμονες προσδιορίζουν με ακρίβεια την περιφέρεια και το σχήμα της Γης.

Ο Έλληνας αστρονόμος και μαθηματικός Ερατοσθένης έμεινε στην ιστορία ως ο πρώτος που μέτρησε το μέγεθος της Γης, αλλά θεωρείται και ο ιδρυτής της γεωγραφίας—όχι μόνον επινόησε τη λέξη, αλλά διατύπωσε και πολλές από τις βασικές αρχές που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό θέσεων στον πλανήτη μας. Γεννημένος στην Κυρηναϊκή (της σύγχρονης Λιβύης), ο Ερατοσθένης ταξίδεψε πολύ στον ελληνικό κόσμο, σπουδάζοντας στην Αθήνα και την Αλεξάνδρεια, για να καταλήξει τελικά βιβλιοθηκάριος στη Μεγάλη Βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας.

Εκεί, ο Ερατοσθένης έμαθε ότι στην πόλη Συήνη (το σημερινό Ασουάν), νότια της Αλεξάνδρειας, ο Ήλιος ήταν τελείως κατακόρυφος κατά το θερινό ηλιοστάσιο (τη μεγαλύτερη ημέρα του έτους, όταν ο Ήλιος βρίσκεται στο πιο ψηλό σημείο στον ουρανό). Θεωρώντας ότι ο Ήλιος ήταν τόσο μακριά ώστε οι ακτίνες του να είναι σχεδόν παράλληλες όταν φτάνουν στη Γη, χρησιμοποίησε μια κατακόρυφη ράβδο, ή «γνώμονα», για να μετρήσει τη σκιά που έριχνε ο Ήλιος την ίδια στιγμή στην Αλεξάνδρεια. Εδώ, προσδιόρισε ότι ο Ήλιος βρισκόταν 7,2° νότια από το ζενίθ—γωνία που ισοδυναμεί με το 1/50

της περιφέρειας ενός κύκλου. Επομένως, συμπεράνε, η απόσταση μεταξύ των δύο πόλεων επάνω σε έναν μεσημβρινό βορρά-νότου πρέπει να είναι ίση με το 1/50 της περιφέρειας της Γης. Αυτό του επέτρεψε να υπολογίσει το μήκος της περιφέρειας του πλανήτη μας σε 230.000 στάδια, ή 39.690 χλμ. —με σφάλμα μικρότερο από 2 τοις εκατό. ■

Το φως του Ήλιου έπεφτε στη Συήνη κατακόρυφα, αλλά στην Αλεξάνδρεια έριχνε σκιά. Η γωνία της σκιάς που έριχνε ο γνώμονας επέτρεψε στον Ερατοσθένη να υπολογίσει την περιφέρεια της Γης.



Δείτε επίσης: Νικόλαος Κοπέρνικος 34–39 ■ Γιοχάννες Κέπλερ 40–41



Ο ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΤΑΓΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΑ ΚΑΤΩΤΕΡΑ ΟΝΤΑ

ΑΛ-ΤΟΥΣΙ (1201–1274)

ΣΧΕΤΙΚΑ

ΚΛΑΔΟΣ Βιολογία

ΠΡΙΝ

~550 π.Χ. Ο Αναξίμανδρος ο Μιλήσιος ισχυρίζεται ότι η ζωή ξεκίνησε στο νερό, και από εκεί εξελίχθηκε.

~340 π.Χ. Σύμφωνα με τη θεωρία των μορφών του Πλάτωνα, τα είδη είναι αμετάβλητα.

~300 π.Χ. Ο Επίκουρος λέει πως στο παρελθόν έχουν υπάρξει πολλά άλλα είδη, αλλά μόνο τα πιο επιτυχημένα επιβιώνουν και αποκτούν απογόνους.

ΜΕΤΑ

1377 Ο Ιμπν Χαλντούν στο *Muqaddimah* γράφει ότι ο άνθρωπος εξελίχθηκε από τον πίθηκο.

1809 Ο Ζαν-Μπατίστ Λαμάρκ προτείνει μια θεωρία για την εξέλιξη των ειδών.

1858 Ο Άλφρεντ Ρασέλ Γουάλας και ο Κάρολος Δαρβίνος προτείνουν μια θεωρία της εξέλιξης με βάση τη φυσική επιλογή.

Ένας Πέρσης διανοούμενος που γεννήθηκε στη Βαγδάτη το 1201, στη διάρκεια του Χρυσού Αιώνα του Ισλάμ, ο Ναζίρ αλ-Ντιν αλ-Τούσι (Nazir al-Din al-Tusi) υπήρξε ποιητής, φιλόσοφος, μαθηματικός, και αστρονόμος, καθώς και ο πρώτος που πρότεινε ένα σύστημα φυσικής εξέλιξης. Είπε ότι το Σύμπαν αποτελούνταν κάποτε από πανομοιότυπα στοιχεία που σταδιακά απομακρύνθηκαν το ένα από το άλλο, και κάποια έγιναν ορυκτά ενώ άλλα, που άλλαζαν πιο γρήγορα, εξελίχθηκαν σε φυτά και ζώα.

Στο έργο του *Akhlaq-i-Nasri* για την ηθική, ο Αλ-Τούσι δημιούργησε μια ιεραρχία των μορφών ζωής, στην οποία τα ζώα βρίσκονται πιο ψηλά από τα φυτά και ο άνθρωπος πιο ψηλά από τα υπόλοιπα ζώα. Θεωρούσε τη συνειδητή βούληση των ζώων ως ένα βήμα προς την ανθρώπινη συνείδηση. Τα ζώα μπορούν να κινούνται συνειδητά προς αναζήτηση τροφής, και μπορούν να μαθαίνουν νέα πράγματα. Σε αυτή την ικανότητα μάθησης, ο Αλ-Τούσι έβλεπε τη δυνατότητα λογικής: «Το εκπαιδευμένο άλογο ή γεράκι βρίσκεται σε υψηλότερο σημείο εξέλιξης στον κόσμο των ζώων», είπε, και πρόσθεσε: «Τα πρώτα βήματα της ανθρώπινης τελειότητας ξεκινούν από



Οι οργανισμοί που μπορούν να αποκτήσουν τα νέα χαρακτηριστικά ταχύτερα είναι περισσότεροι βιώσιμοι. Ως αποτέλεσμα, αποκτούν πλεονεκτήματα απέναντι σε άλλα πλάσματα.

Αλ-Τούσι



εδώ». Ο Αλ-Τούσι πίστευε ότι οι οργανισμοί αλλάζουν με τον χρόνο, βλέποντας την αλλαγή αυτή ως μια πορεία προς την τελειότητα. Θεωρούσε ότι ο άνθρωπος ήταν στο «μεσαίο σκαλί της κλίμακας της εξέλιξης», και είχε τη δυνατότητα μέσω της βούλησής του να φτάσει σε κάποιο ανώτερο επίπεδο εξέλιξης. Ήταν ο πρώτος που είπε πως όχι μόνον οι οργανισμοί αλλάζουν με τον χρόνο, αλλά και ότι η ζωή σε όλη της την έκταση έχει εξελιχθεί από μια εποχή που δεν υπήρχε καθόλου ζωή. ■

Δείτε επίσης: Κάρολος Λινναίος 74–75 ■ Ζαν-Μπατίστ Λαμάρκ 118 ■ Κάρολος Δαρβίνος 142–49 ■ Μπάμπαρα ΜακΚλίντοκ 271



ΕΝΑ ΣΩΜΑ ΠΟΥ ΕΠΙΠΛΕΕΙ ΕΚΤΟΠΙΖΕΙ ΥΓΡΟ ΙΣΟ ΜΕ ΤΟΝ ΟΓΚΟ ΤΟΥ

ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ (287–212 π.Χ.)

ΣΧΕΤΙΚΑ

ΚΛΑΔΟΣ
Φυσική

ΠΡΙΝ

3η χιλιετία π.Χ. Μεταλλουργοί ανακαλύπτουν ότι, αν λιώσουν μέταλλα και τα αναμίσξουν, προκύπτει ένα κράμα που είναι ισχυρότερο από τα αρχικά συστατικά.

600 π.Χ. Στην αρχαία Ελλάδα, τα νομίσματα κατασκευάζονται από ένα κράμα χρυσού και αργύρου που έχει το όνομα ήλεκτρον.

ΜΕΤΑ

1687 Στο έργο του *Principia Mathematica*, ο Ισαάκ Νεύτων περιγράφει τη θεωρία του για τη βαρύτητα, εξηγώντας ότι υπάρχει μια δύναμη η οποία έλκει τα πάντα προς το κέντρο της Γης.

1738 Ο Ελβετός μαθηματικός Ντάνιελ Μπερνούλι αναπτύσσει την κινηματική θεωρία του για τα ρευστά, εξηγώντας ότι τα ρευστά ασκούν πίεση στα αντικείμενα λόγω της τυχαίας κίνησης των μορίων τους.

Ο Ρωμαίος συγγραφέας Βιτρούβιος, που έγραψε κατά τον 1ο αιώνα π.Χ., αφηγείται την ιστορία ενός γεγονότος αμφίβολης γνησιότητας που είχε συμβεί δύο αιώνες νωρίτερα. Ο Ιέρων ο Β', Βασιλιάς της Σικελίας, είχε παραγγείλει ένα νέο χρυσό στέμμα. Όταν του παραδόθηκε το στέμμα, ο Ιέρων υποψιάστηκε ότι ο κατασκευαστής είχε αντι-

καταστήσει με άργυρο ένα μέρος του χρυσού, λιώνοντας τον άργυρο μαζί με τον υπόλοιπο χρυσό ώστε το χρώμα του κράματος να μοιάζει με του καθαρού χρυσού. Ο βασιλιάς ζήτησε από τον μεγαλύτερο επιστήμονά του, τον Αρχιμήδη, να ερευνήσει το ζήτημα.

Ο Αρχιμήδης προβληματίστηκε. Το νέο στέμμα ήταν πολύτιμο, και δεν

Ο άργυρος έχει μικρότερη πυκνότητα από τον χρυσό, οπότε ένα κομμάτι αργύρου θα έχει μεγαλύτερο όγκο από ένα κομμάτι χρυσού ίσου βάρους.

Ένα στέμμα που περιέχει μια ποσότητα αργύρου έχει μεγαλύτερο όγκο και **εκτοπίζει περισσότερο νερό** από ένα κομμάτι καθαρού χρυσού με βάρος ίσο με το στέμμα.

Η διαφορά στην άνωση μεταξύ των δύο είναι μικρή, αλλά **μπορεί να γίνει αντιληπτή** αν τα αναρτήσετε σε έναν ζυγό μέσα στο νερό.

Το **εκτοπιζόμενο νερό** προκαλεί μια **άνωση**. Το στέμμα που περιέχει και άργυρο υφίσταται **μεγαλύτερη άνωση** από τον χρυσό.

Εύρηκα!

Δείτε επίσης: Νικόλαος Κοπέρνικος 34–39 ■ Ισαάκ Νεύτων 62–69

έπρεπε να του προξενήσει καμία ζημιά. Πήγε στα δημόσια λουτρά των Συρακουσών για να σκεφθεί. Το λουτρό ήταν γεμάτο μέχρι το χείλος και, όταν μπήκε μέσα, παρατήρησε δύο πράγματα: ότι η στάθμη του νερού ανέβηκε, με αποτέλεσμα ένα μέρος του να υπερχειλίζει, και ότι ένιωσε πιο ελαφρός. Τότε φώναξε «Εύρηκα!» (βρήκα τη λύση!) και έτρεξε στο σπίτι του περνώντας γυμνός από τους δρόμους της πόλης.

Μέτρηση του όγκου

Ο Αρχιμήδης είχε καταλάβει ότι, αν βυθίζε το στέμμα σε ένα δοχείο γεμάτο μέχρι τα χείλη του με νερό, αυτό θα εκτόπιζε ένα μέρος του νερού –ακριβώς ίσο με τον όγκο του– και θα μπορούσε να μετρήσει την ποσότητα του νερού που θα υπερχειλίζει. Αυτό θα του επέτρεπε να υπολογίσει τον όγκο του στέμματος. Ο άργυρος έχει μικρότερη πυκνότητα από τον χρυσό, οπότε ένα ασημένιο στέμμα με το ίδιο βάρος θα ήταν μεγαλύτερο από ένα χρυσό, και θα εκτόπιζε περισσότερο νερό. Επομένως, ένα νοθευμένο στέμμα θα εκτόπιζε περισσότερο νερό από ένα ολόχρυσο –και περισσότερο από κομμάτι χρυσού του ίδιου βάρους. Στην πράξη, η διαφορά θα ήταν πολύ μικρή και δύσκολο

να μετρηθεί. Όμως, ο Αρχιμήδης είχε επίσης συνειδητοποιήσει ότι οποιοδήποτε σώμα, όταν βυθίζεται σε ένα υγρό, υφίσταται μια δύναμη άνωσης (προς τα επάνω) ίση με το βάρος του υγρού που εκτοπίζει.

Ο Αρχιμήδης είναι πιθανόν να έλυσε το πρόβλημα κρεμώντας το στέμμα και ένα ίσο βάρος καθαρού χρυσού στα δύο άκρα μιας ράβδου, την οποία μετά στήριξε στο μέσο της ώστε τα δύο βάρη να ισορροπούν. Στη συνέχεια, βύθισε ολόκληρο το σύστημα σε νερό. Αν το στέμμα ήταν από καθαρό χρυσό, και αυτό το κομμάτι χρυσού θα υφίσταντο την ίδια άνωση, και η ράβδος θα έμενε οριζόντια. Αν όμως το στέμμα περιείχε και μια ποσότητα αργύρου, ο όγκος του θα ήταν μεγαλύτερος από τον όγκο του καθαρού χρυσού –το στέμμα θα εκτόπιζε περισσότερο νερό, και η ράβδος θα έπαιρνε κλίση.

Η ιδέα του Αρχιμήδη έγινε γνωστή ως αρχή του Αρχιμήδη, και σύμφωνα με αυτή η άνωση που υφίσταται ένα σώμα βυθισμένο σε υγρό είναι ίση με το βάρος του υγρού που εκτοπίζει το σώμα αυτό. Η αρχή αυτή εξηγεί γιατί πολλά αντικείμενα από υλικά πιο πυκνά από το νερό μπορούν να επιπλέουν σε αυτό. Ένα χαλύβδινο πλοίο που ζυγίζει έναν τόνο θα

Ένα στερεό βαρύτερο από ένα υγρό, αν τοποθετηθεί μέσα σε αυτό θα βυθιστεί στον πυθμένα, και αν ζυγιστεί μέσα στο υγρό, θα είναι ελαφρότερο κατά το βάρος του υγρού που εκτοπίζει.

Αρχιμήδης

βυθιστεί μέχρι να εκτοπίσει έναν τόνο νερού, και μετά δε θα βυθιστεί περισσότερο. Το βαθύ, κοίλο κύτος του έχει μεγαλύτερο όγκο και εκτοπίζει περισσότερο νερό από μια μάζα χάλυβα του ίδιου βάρους, και επομένως υφίσταται μεγαλύτερη άνωση.

Ο Βιτρούβιος μας λέει ότι το στέμμα του Ιέρωνα αποδείχθηκε ότι περιείχε μια ποσότητα αργύρου, και ότι ο κατασκευαστής του τιμωρήθηκε δεόντως. ■

Αρχιμήδης

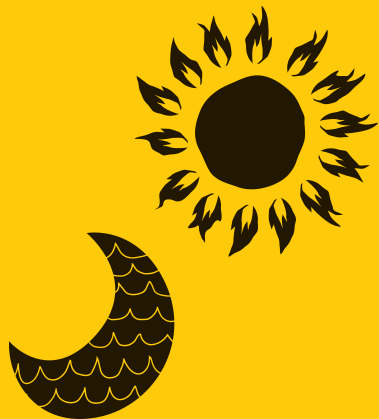


Ο Αρχιμήδης ήταν πιθανόν ο μεγαλύτερος μαθηματικός του αρχαίου κόσμου. Γεννημένος περί το 287 π.Χ., σκοτώθηκε από έναν στρατιώτη όταν η γενέτειρά του, οι Συρακούσες, καταλήφθηκαν από τους Ρωμαίους το 212 π.Χ. Είχε επινοήσει αρκετά φοβερά όπλα για την απόκρουση των ρωμαϊκών πολεμικών πλοίων που επιτέθηκαν στις Συρακούσες –έναν καταπέλτη, έναν γερανό που σήκωνε τις πλώρες των πλοίων από τη θάλασσα, και μια θανάσιμη σειρά κοίλων κατόπτρων που συγκέντρωναν τις ακτίνες του Ήλιου σε ένα πλοίο και το πυρπολούσαν. Κατά την παραμονή του στην Αίγυπτο, είναι πιθανό ότι εφηύρε τον κοχλία του Αρχιμήδη, που εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα στην

άρδευση. Επίσης, ο Αρχιμήδης υπολόγισε κατά προσέγγιση τον αριθμό π (τον λόγο της περιφέρειας ενός κύκλου προς τη διάμετρό του), και κατέγραψε τους νόμους των μοχλών και των τροχαλίων. Το επίτευγμα για το οποίο ήταν πιο υπερήφανος ο Αρχιμήδης ήταν μια μαθηματική απόδειξη ότι ο μικρότερος κύλινδρος στον οποίο μπορεί να εγγραφεί μια δεδομένη σφαίρα έχει όγκο ίσο ακριβώς με 1,5 φορές τον όγκο της σφαίρας. Στον τάφο του Αρχιμήδη χαράχθηκαν μια σφαίρα και ένας κύλινδρος.

Σημαντικότερο έργο

~250 π.Χ. *Περί επιπλέοντων σωμάτων*



Ο ΗΛΙΟΣ ΕΙΝΑΙ ΣΑΝ ΤΗ ΦΩΤΙΑ, Η ΣΕΛΗΝΗ ΕΙΝΑΙ ΣΑΝ ΤΟ ΝΕΡΟ

ΤΣΑΝΚ ΧΕΝΓΚ (78–139 μ.Χ.)

ΣΧΕΤΙΚΑ

ΚΛΑΔΟΣ Φυσική

ΠΡΙΝ

140 π.Χ. Ο Ίππαρχος ανακαλύπτει τον τρόπο να προβλέπει τις εκλείψεις.

150 μ.Χ. Ο Πτολεμαίος βελτιώνει το έργο του Ιπάρχου, και δημιουργεί πρακτικούς πίνακες για τον υπολογισμό των μελλοντικών θέσεων των ουράνιων σωμάτων.

ΜΕΤΑ

11ος αιώνας Ο Σιέν Κούο γράφει το *Dream Pool Essays*, όπου χρησιμοποιεί τις φάσεις της Σελήνης για να δείξει ότι όλα τα ουράνια σώματα (όχι όμως και η Γη) είναι σφαιρικά.

1543 Ο Νικόλαος Κοπέρνικος εκδίδει το έργο του *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, όπου περιγράφει ένα ηλιοκεντρικό σύστημα.

1609 Ο Γιοχάννες Κέπλερ ερμηνεύει τις κινήσεις των πλανητών θεωρώντας τους ως σώματα που επιπλέουν ελεύθερα διαγράφοντας ελλειπτικές τροχιές.

Στη διάρκεια της ημέρας, η Γη είναι **φωτεινή**, με **σκιές**, λόγω του **ηλιακού φωτός**.

Η Σελήνη είναι μερικές φορές **λαμπρή**, με **σκιές**.

Η Σελήνη πρέπει να είναι **φωτεινή** λόγω του **ηλιακού φωτός**.

Επομένως ο Ήλιος είναι σαν τη φωτιά, και η Σελήνη σαν το νερό.

Γύρω στο 140 π.Χ., ο Έλληνας αστρονόμος Ίππαρχος, πιθανόν ο καλύτερος αστρονόμος του αρχαίου κόσμου, συνέταξε έναν κατάλογο με περίπου 850 άστρα. Επίσης, εξήγησε πώς μπορεί κανείς να προβλέψει τις κινήσεις του Ήλιου και της Σελήνης και τις ημερομηνίες των εκλείψεων. Στο έργο του *Μαθηματική Σύνταξις* (γνωστό στη Δύση ως «Αλμαγέστη») περίπου το 150 μ.Χ., ο Κλαύδιος Πτολεμαίος παρέθετε 1.000 άστρα και 48 αστερισμούς. Το μεγαλύτερο μέρος του έργου αυτού ήταν στην ουσία μια ενημερωμένη έκδοση του έργου του Ιπάρχου, αλλά σε πιο πρακτική μορφή. Στη Δύση, η *Αλμαγέστη* αποτέλεσε το καθιερωμένο αστρονομικό σύγγραμμα σε όλο τον Μεσαίωνα. Οι πίνακές του περιλάμβαναν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για τον υπολογισμό των μελλοντικών θέσεων του Ήλιου και της Σελήνης, των πλανητών και των κυριότερων άστρων, καθώς επίσης και των εκλείψεων του Ήλιου και της Σελήνης.

Το 120 μ.Χ., ο Κινέζος πολυμαθής Τσανγκ Χενγκ (Zhang Heng) έγραψε ένα έργο με τον τίτλο *Ling Xian* ή *The Spiritual Constitution of the Universe* (Λινγκ Σιαν ή Η πνευματική συγκρότηση του Σύμπαντος). Σε αυτό έγραφε ότι: «Ο ουρανός μοιάζει με το αυγό της κότας, είναι στρογγυλός σαν τα βλήματα της βαλλίστρας, και η Γη μοιάζει με τον κρόκο του αυγού, μόνη της στο κέντρο. Ο ουρανός είναι

Δείτε επίσης: Νικόλαος Κοπέρνικος 34–39 ■ Γιοχάννες Κέπλερ 40–41 ■
Ισαάκ Νεύτων 62–69

“

Η Σελήνη και οι πλανήτες
είναι Γιν' έχουν σχήμα αλλά
όχι και φως.

Ζινγκ Φανγκ

”

μεγάλος και η Γη μικρή.» Και αυτό, μετά από τον Ίππαρχο και τον Πτολεμαίο, απεικόνιζε ένα Σύμπαν με τη Γη στο κέντρο του. Ο Τσανγκ κατέγραψε 2.500 «λαμπρά» άστρα και 124 αστερισμούς, ενώ πρόσθεσε ότι «από τα πολύ μικρά άστρα υπάρχουν 11.520».

Εκλείψεις της Σελήνης και των πλανητών

Τον Τσανγκ τον γοήτευαν οι εκλείψεις. Έγραψε: «Ο Ήλιος είναι σαν τη φωτιά και η Σελήνη σαν το νερό. Η φωτιά εκπέμπει φως και το νερό το ανακλάει. Έτσι, η λαμπρότητα της Σελήνης παράγεται από

τη λάμψη του Ήλιου, ενώ το σκοτάδι στη Σελήνη οφείλεται στο ότι εμποδίζεται το φως του Ήλιου. Η πλευρά που είναι απέναντι στον Ήλιο φωτίζεται πλήρως, ενώ αυτή που είναι πίσω είναι σκοτεινή.» Ο Τσανγκ περιέγραψε επίσης μια έκλειψη της Σελήνης, όπου το φως του Ήλιου δεν μπορεί να φτάσει στη Σελήνη επειδή παρεμβάλλεται η Γη. Κατάλαβε ότι οι πλανήτες είναι επίσης «σαν το νερό», και αντανακλούν το φως, οπότε είναι δυνατή και η δική τους έκλειψη: «Όταν συμβαίνει [ένα παρόμοιο φαινόμενο] με έναν πλανήτη, το ονομάζουμε επιπρόσθηση: όταν η Σελήνη περνάει εμπρός από τον Ήλιο, έχουμε ηλιακή έκλειψη.»

Κατά τον 11ο αιώνα, ένας άλλος Κινέζος αστρονόμος, ο Σιεν Κούο (Shen Kuo), διεύρυνε το έργο του Τσανγκ προς μια σημαντική κατεύθυνση. Δήλωσε ότι οι παρατηρήσεις των φάσεων της Σελήνης έδειχναν ότι τα ουράνια σώματα είναι σφαιρικά. ■

Ο **μηνίσκος** της Αφροδίτης πρόκειται να κρυφτεί από τη Σελήνη. Οι παρατηρήσεις του Τσανγκ τον οδήγησαν στο συμπέρασμα πως, σαν τη Σελήνη, οι πλανήτες δεν έχουν δικό τους φως.



Τσανγκ Χενγκ

Ο Τσανγκ Χενγκ γεννήθηκε το 78 μ.Χ., κατά τη δυναστεία των Χαν, στην πόλη Σίε της Κίνας, εκεί που τώρα βρίσκεται η Επαρχία Χενάν. Σε ηλικία 17 ετών, άφησε το σπίτι του για να σπουδάσει φιλολογία και να εκπαιδευθεί ως συγγραφέας. Μέχρι να κλείσει τα 20, ο Τσανγκ είχε γίνει ένας ικανός μαθηματικός και κλήθηκε στην αυλή του Αυτοκράτορα Αν-τι, ο οποίος, το 115 μ.Χ., τον έκανε Αρχιαστρολόγο του.

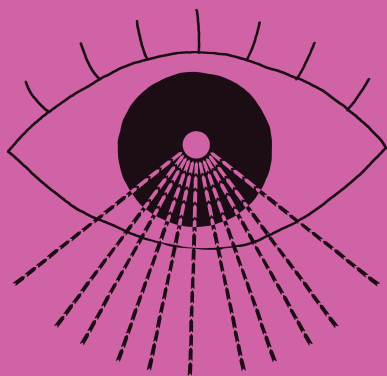
Ο Τσανγκ έζησε σε μια εποχή ραγδαίας επιστημονικής προόδου. Παράλληλα με το έργο του στην αστρονομία, επινόησε έναν υδραυλικά κινούμενο σφαιρικό αστρολάβο (ένα μοντέλο των ουράνιων σωμάτων) και εφηύρε τον πρώτο σειсмоγράφο του κόσμου, τον οποίο κορόιδευαν μέχρι που, το 138 μ.Χ., κατέγραψε με επιτυχία έναν σεισμό σε απόσταση 400 χλμ. Εφηύρε επίσης το πρώτο οδόμετρο το οποίο μετρούσε τις αποστάσεις που διένυαν οχήματα, και μια μη μαγνητική πυξίδα με τη μορφή άρματος, που έδειχνε τον νότο. Ο Τσανγκ ήταν ένας διακεκριμένος ποιητής, τα έργα του οποίου μας παρουσιάζουν με ζωηρά χρώματα την πολιτιστική ζωή της εποχής του.

Σημαντικότερα έργα

~120 μ.Χ. *The Spiritual Constitution of the Universe*

~120 μ.Χ. *The Map of the Ling Xian*





ΤΟ ΦΩΣ ΤΑΞΙΔΕΥΕΙ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΑ ΜΕΧΡΙ ΤΑ ΜΑΤΙΑ ΜΑΣ

ΑΛΧΑΖΕΝ (~965–1040)

ΣΧΕΤΙΚΑ

ΚΛΑΔΟΣ
Φυσική

ΠΡΙΝ

350 π.Χ. Ο Αριστοτέλης διατείνεται ότι η όραση προκαλείται από φυσικές μορφές ενός αντικειμένου που εισέρχονται στο μάτι.

300 π.Χ. Ο Ευκλείδης πιστεύει ότι το μάτι εκπέμπει ακτίνες που ανακλώνται σε αυτό.

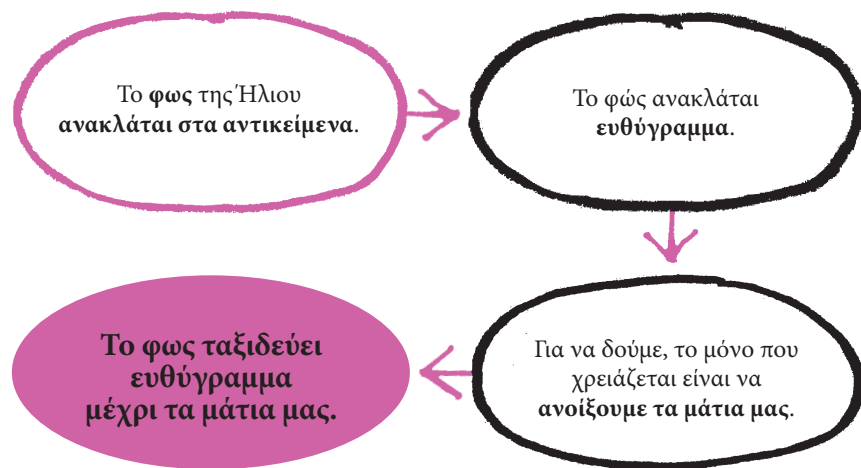
δεκ. 980 Ο Ιμπν Σαχ ερευνά τη διάθλαση του φωτός και διατυπώνει τους νόμους που τη διέπουν.

ΜΕΤΑ

1240 Ο Άγγλος επίσκοπος Ρόμπερτ Γκροστέστετ χρησιμοποιεί γεωμετρία στα οπτικά πειράματά του και περιγράφει με ακρίβεια τη φύση του χρώματος.

1604 Η θεωρία του Γιοχάννες Κέπλερ για την εικόνα στον αμφιβληστροειδή βασίζεται απευθείας στο έργο του Αλχαζέν.

δεκ. 1620 Οι ιδέες του Αλχαζέν επηρεάζουν τον Φράνσις Μπέικον, που υποστηρίζει μια επιστημονική μέθοδο βασισμένη στο πείραμα.



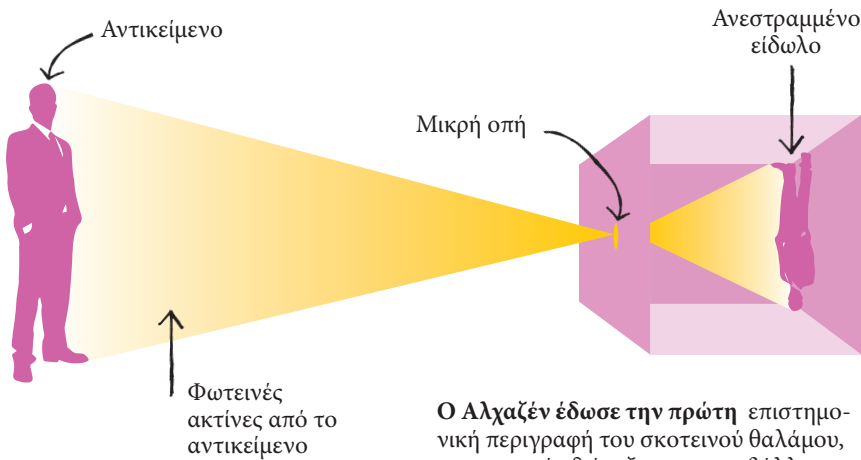
Ο Άραβας αστρονόμος και μαθηματικός Αλχαζέν (Alhazen), που έζησε στη Βαγδάτη (του σημερινού Ιράκ), στη διάρκεια του Χρυσού Αιώνα του ισλαμικού πολιτισμού, θεωρείται ο πρώτος πειραματικός επιστήμονας του κόσμου. Ενώ οι προηγούμενοι Έλληνες και Πέρσες στοχαστές είχαν ερμηνεύσει τον κόσμο με διάφορους τρόπους, είχαν βγάλει τα συμπεράσματά τους μέσω αφηρημένης συλλογιστικής, και όχι φυσικών πειραμάτων. Ο Αλχαζέν, εργαζόμενος σε μια ανθούσα ισλαμική κουλτούρα περιέργειας και έρευνας, ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε αυτό που τώρα ονομάζουμε επιστημονική μέθοδο: δημιουργία υποθέσεων και

έλεγχό τους μέσω πειραμάτων. Όπως παρατήρησε: «Αυτός που αναζητά την αλήθεια δε μελετάει τις γραφές των αρχαίων και τις εμπιστεύεται τυφλά, αλλά αμφισβητεί την πίστη του σε αυτές και ελέγχει αν ισχύουν· υποστηρίζει την επιχειρηματολογία και την απόδειξη».

Κατανόηση της όρασης

Ο Αλχαζέν έχει μείνει στην ιστορία ως ο θεμελιωτής της επιστήμης της οπτικής. Τα πιο σημαντικά έργα του ήταν μελέτες της δομής του ματιού και της διεργασίας της όρασης. Ο Έλληνας στοχαστής Ευκλείδης και, μεταγενέστερα, ο Πτολεμαίος πίστευαν ότι η όραση οφείλεται σε «ακτίνες» που εκπέμπει το μάτι και ανα-

Δείτε επίσης: Γιοχάννες Κέπλερ 40–41 ■ Φράνσις Μπέικον 45 ■ Κρίστιαν Χόιγκενς 50–51 ■ Ισαάκ Νεύτων 62–69



Ο Αλχαζέν έδωσε την πρώτη επιστημονική περιγραφή του σκοτεινού θαλάμου, μιας οπτικής διάταξης που προβάλλει μια ανεστραμμένη εικόνα σε μια οθόνη.

κλώνται σε αυτό που κοιτάζει ο άνθρωπος. Ο Αλχαζέν, μέσω της παρατήρησης των σκιών και των ανακλάσεων, έδειξε ότι το φως ανακλάται στα αντικείμενα και ταξιδεύει σε ευθεία γραμμή μέχρι τα μάτια μας. Η όραση είναι παθητικό, και όχι ενεργητικό φαινόμενο, τουλάχιστον μέχρι το φως να φτάσει στον αμφιβληστροειδή. Έλεγε πως «από κάθε σημείο οποιουδήποτε έγχρωμου σώματος, που φωτίζεται από οποιαδήποτε φωτεινή πηγή, φως και χρώμα ταξιδεύουν κατά

μήκος κάθε ευθείας γραμμής που μπορούμε να φέρουμε από αυτό το σημείο». Για να δούμε τα πράγματα, χρειάζεται μόνο να ανοίξουμε τα μάτια μας ώστε να αφήσουμε να μπει μέσα το φως. Δεν υπάρχει ανάγκη να εκπέμψει ακτίνες το μάτι, ακόμη και αν μπορούσε.

Ο Αλχαζέν διαπίστωσε επίσης, με πειράματα στα μάτια ταύρου, ότι το φως εισέρχεται σε μια μικρή οπή (την κόρη) και εστιάζεται μέσω ενός φακού σε μια ευαίσθητη επιφάνεια (τον αμφιβληστρο-

ειδή) στο βάθος του ματιού. Όμως, αν και κατάλαβε ότι το μάτι είναι ένας φακός, δεν εξήγησε πώς σχηματίζεται η εικόνα από το μάτι ή τον εγκέφαλο.

Πειράματα με το φως

Το μνημειώδες, επτάτομο *Optics* (Οπτική) του Αλχαζέν παραθέτει τη θεωρία του για το φως και την όραση. Παρέμεινε το βασικό έγκριτο σύγγραμμα για το θέμα μέχρι την έκδοση του *Principia* του Νεύτωνα 650 χρόνια αργότερα. Το βιβλίο διερευνά την αλληλεπίδραση του φωτός με φακούς, και περιγράφει το φαινόμενο της διάθλασης (αλλαγής στην κατεύθυνση) του φωτός –700 χρόνια πριν ο Ολλανδός επιστήμονας Γουίλμπρορντ βαν Ρόιτζεν Σνελ (Willebrord van Roijen Snell) διατυπώσει τον νόμο της διάθλασης. Ερευνά επίσης τη διάθλαση του φωτός στην ατμόσφαιρα, και περιγράφει τις σκιές, τα ουράνια τόξα, και τις εκλείψεις. Η *Οπτική* επηρέασε σε μεγάλο βαθμό τους μεταγενέστερους επιστήμονες της Δύσης, μεταξύ των οποίων και ο Φράνσις Μπέικον, ένας από αυτούς που αναβίωσαν την επιστημονική μέθοδο του Αλχαζέν κατά την Αναγέννηση στην Ευρώπη. ■

“

Καθήκον αυτού που ερευνάει τα έργα των επιστημόνων, αν σκοπεύει να μάθει την αλήθεια, είναι να γίνεται εχθρός όλων όσων διαβάει.

Αλχαζέν

”

Αλχαζέν

Ο Αμπού Αλί αλ-Χασάν ιμπν αλ-Χαϊτάμ (γνωστός στη Δύση ως Αλχαζέν) γεννήθηκε στη Βασόρα του σημερινού Ιράκ, και μορφώθηκε στη Βαγδάτη. Όταν ήταν νέος, προσελήφθη ως κρατικός υπάλληλος στη Βασόρα αλλά σύντομα βαρέθηκε. Μια ιστορία λέει πως, μαθαίνοντας για τα προβλήματα από τις ετήσιες πλημμύρες του Νείλου στην Αίγυπτο, έγραψε στον Χαλίφη Αλ-Χακίμ και προσφέρθηκε να κτίσει ένα φράγμα που θα ρύθμιζε την ποσότητα των νερών, με αποτέλεσμα να τον υποδεχθούν με τιμές στο Κάιρο. Όταν όμως ταξίδεψε νότια της πόλης και είδε το πλάτος του

ποταμού –που είναι περίπου 1,6 χλμ. στο Ασουάν– κατάλαβε ότι το έργο ήταν αδύνατον με την τότε διαθέσιμη τεχνολογία. Για να αποφύγει την τιμωρία από τον χαλίφη προσποιήθηκε ότι ήταν τρελός και παρέμεινε υπό περιορισμό στο σπίτι του για 12 χρόνια. Εκείνη την περίοδο έφερε σε πέρας το πιο σημαντικό έργο του.

Σημαντικότερα έργα

1011–21 *The Book of Optics*
~1030 *A Discourse on Light*
~1030 *On the Light of the Moon*



ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ
ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΥ
ΤΗΣ ΓΗΣ

ΤΑ ΧΗΜΙΚΑ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

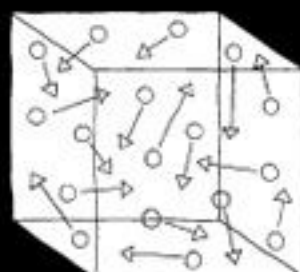


Ο ΑΝΘΡΩΠΟΣ
ΣΧΕΤΙΖΕΤΑΙ ΜΕ ΤΑ
ΚΑΤΩΤΕΡΑ ΟΝΤΑ

ΞΕΡΟΥΜΕ ΣΕ
ΠΟΙΑ ΦΥΛΗ
ΑΝΗΚΟΥΝ ΤΑ ΟΣΤΑ



Η ΒΑΡΥΤΗΤΑ
ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ
ΤΑ ΠΑΝΤΑ ΣΤΟ
ΣΥΜΠΑΝ



ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ
ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ
ΚΙΝΗΣΗΣ
ΤΩΝ
ΜΟΡΙΩΝ

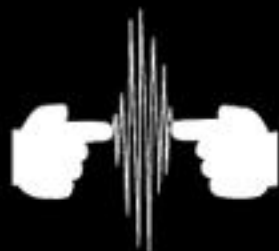
Ξεκίνησε όντως το Σύμπαν με μια Μεγάλη Έκρηξη; Είναι το φως κύμα, σωματίδιο, ή και τα δύο; Είμαστε ένοχοι για την υπερθέρμανση του πλανήτη; Είναι δυνατή μια Θεωρία των Πάντων; Η επιστήμη μάς έχει δώσει τη δυνατότητα να κατανοήσουμε τον κόσμο στον οποίο ζούμε –και τα θεωρητικά πολυσύμπαντα πέρα από αυτόν– προσφέροντάς μας τεχνολογική πρόοδο και επεκτείνοντας τα όρια της γνώσης μας.

Γραμμένο με απλή και κατανοητή γλώσσα, το βιβλίο αυτό είναι γεμάτο συνοπτικές, αλλά και πλήρεις ερμηνείες που "κόβουν δρόμο" μέσα από την επίσημη ορολογία, βήμα προς βήμα διαγράμματα που ξεδιαλύνουν μπερδεμένες θεωρίες, κλασικά αποφθέγματα που εντυπώνουν στο μυαλό τις επιστημονικές ανακαλύψεις, και έξυπνες εικόνες που βελτιώνουν την κατανόησή μας για την επιστήμη.

Ακόμα και αν το εύρος των επιστημονικών σας γνώσεων είναι μεγάλο –και ανεξάρτητα από το αν θεωρείτε τον εαυτό σας ενθουσιώδη μελετητή ή "επιστήμονα της πολυθρόνας"– στο βιβλίο αυτό θα βρείτε άφθονα ερεθίσματα.



ΟΙ ΕΚΛΙΨΕΙΣ
ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ
ΕΙΝΑΙ
ΠΡΟΒΛΕΨΙΜΕΣ



ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ
ΡΕΥΣΤΟΥ

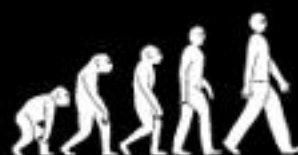


ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΟΛΩΝ
ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ Ο ΗΛΙΟΣ

ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ
ΤΩΝ ΕΠΙΚΤΗΤΩΝ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ



ΟΝΟΜΑΣΑ
ΑΥΤΗ ΤΗΝ ΑΡΧΗ
ΦΥΣΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ



Στην ίδια σειρά



ΕΚΔΟΣΕΙΣ
ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ

Δομοκού 4, Σταθμός Λαρίσης, 10440 ΑΘΗΝΑ, Τηλ. 210-5237635
info@kildarithmos.gr www.kildarithmos.gr
www.facebook.com/kildarithmos.gr



www.dk.com

ISBN 978-960-461-652-7



9 789604 616527