

Αρχαία Ελληνική επιστήμη

Χάρης Βάρβογλης
Τμήμα Φυσικής Α.Π.Θ.

Αρχές της επιστημονικής σκέψης

- Η Ιστορία, εν γένει, βασίζεται σε γραπτά τεκμήρια.
 - π.χ. Παλαιά Διαθήκη, Όμηρος, Ηρόδοτος, Θουκυδίδης.
- Πρώτες τεκμηριωμένες επιστημονικές δραστηριότητες: Βαβυλώνιοι (Αστρονομία), Αιγύπτιοι (Γεωμετρία), αλλά για πρακτικούς σκοπούς.
- Παλιότερη ερμηνεία της Φύσης: ιερείς, βασιλείς.
- Ελληνική μυθολογία: κεραυνός (Δίας), σεισμός (Ήφαιστος), τρικυμία (Ποσειδώνας).

Φυσικές επιστήμες και Φυσική

- Όλοι οι άνθρωποι διερωτώνται πώς «λειτουργεί» η Φύση.
- Αλλά οι Αρχαίοι Έλληνες προσπάθησαν να δώσουν μια απάντηση στο παραπάνω ερώτημα, *βασισμένοι στη λογική σκέψη* και όχι στη θρησκεία.
- Επιπλέον μας άφησαν γραπτά τεκμήρια (κείμενα), στα οποία περιγράφονται οι θεωρίες τους για τη Φύση.
- Οι άνθρωποι (βασικά Έλληνες) που ασχολήθηκαν με την κατανόηση της Φύσης ονομάσθηκαν *φιλόσοφοι*.

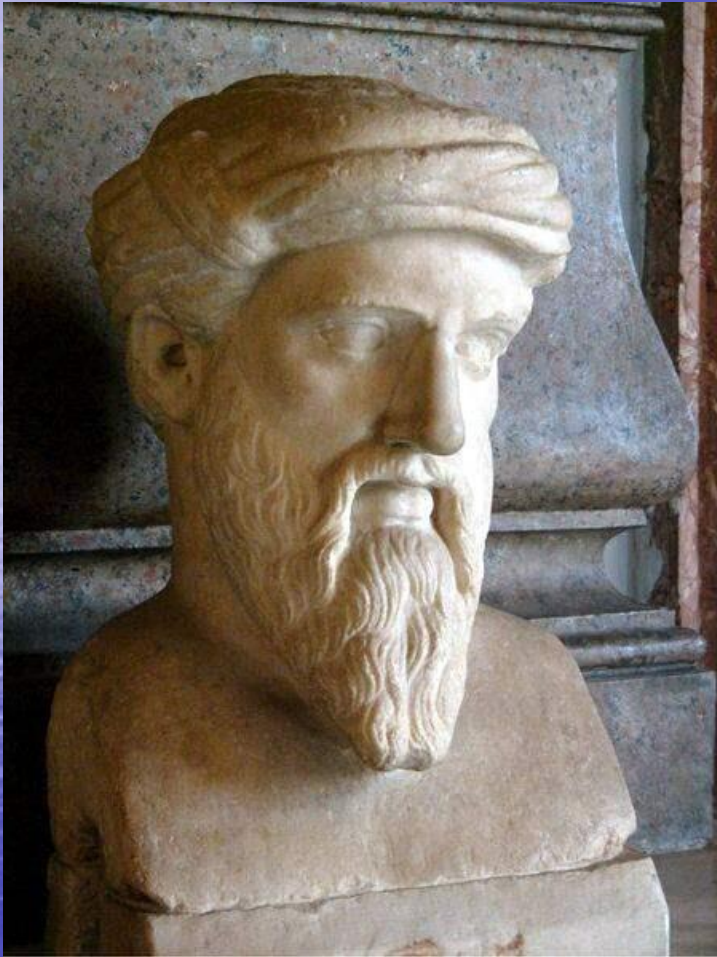
Σχολές Φιλοσοφίας

(σε αντίστροφη χρονολογική σειρά)

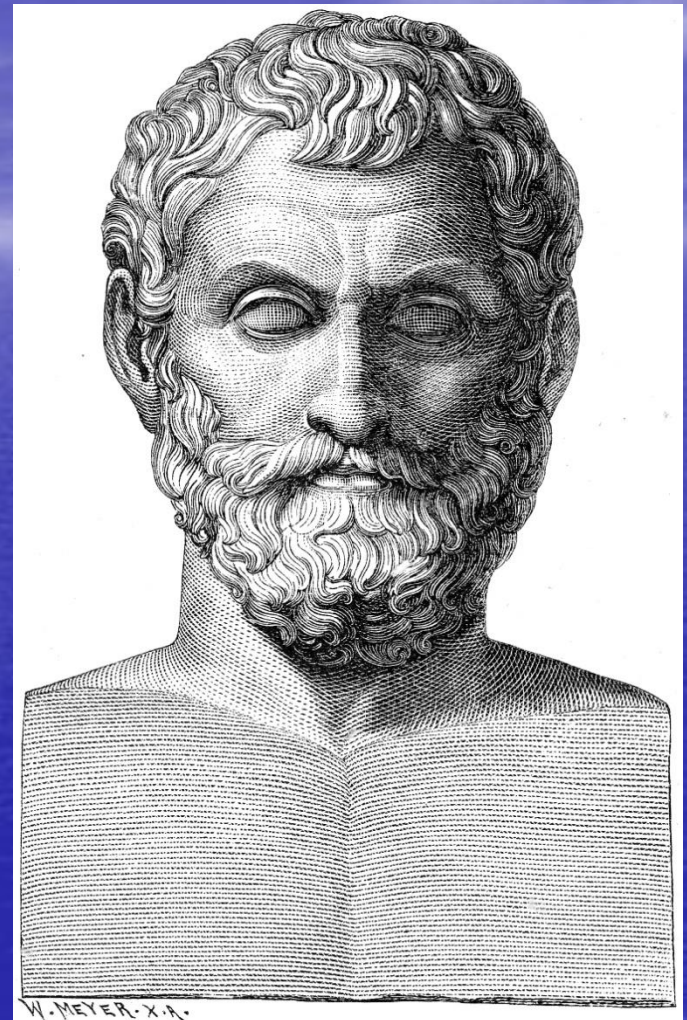
- 1^η: Μελέτη του «εσωτερικού κόσμου» (άσχετη με το μάθημα), με τον Σωκράτη ως βασικό εκπρόσωπο.
- 2^η: Μελέτη του «εξωτερικού κόσμου» (σχετική με το μάθημα), με βασικούς εκπροσώπους τους *φυσικούς φιλοσόφους*.
- Φυσική Φιλοσοφία → Φυσική επιστήμη (physical science) → Φυσική

Ιδέες των Ελλήνων για τη Φύση

- Προσωκρατικοί φυσικοί φιλόσοφοι (οι περισσότερες χρονολογίες προσεγγιστικές):
- Ίωνες
 - Θαλής ο Μιλήσιος (630-543 π.Χ.)
 - Αναξίμανδρος ο Μιλήσιος (610-547 π.Χ.)
 - Αναξίμανης ο Μιλήσιος (585-525 π.Χ.)
 - Ξενοφάνης ο Κολοφώνιος (570-480 π.Χ.)
 - Ηράκλειτος ο Εφέσιος (544-484 π.Χ.)
- Μεγαλοελλαδίτες (Νότια Ιταλία – Σικελία)
 - Πυθαγόρας ο Σάμιος (580-500 π.Χ.)
 - Παρμενίδης ο Ελεάτης (515-450 π.Χ.)
 - Εμπεδοκλής ο Ακραγαντίνος (495-435 π.Χ.)
- Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει κάποιος από την «κεντρική» Ελλάδα!



Πυθαγόρας



Θαλής

Ελληνική επιστημονική μέθοδος

- Καλύτερο παράδειγμα: τα «στοιχεία» του Ευκλείδη.
- Ξεκινούμε από μια «θέση», που την αποδεχόμαστε ως αληθή, και διερευνούμε τα λογικά συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτή. Είναι ο *απαγωγικός* ή *παραγωγικός* τρόπος σκέψης.
- Έννοια της «*υπόθεσης*» (*αξίωμα, Ansatz, αρχή, νόμος*).
- Παραδείγματα γεωμετρικών υποθέσεων στην Ευκλείδεια και την μη-Ευκλείδεια Γεωμετρία:
 - Τομή δύο «παράλληλων» ευθειών
 - Άθροισμα των γωνιών ενός τριγώνου.
- Ο *Ουίλιαμ του Όκαμ (William of Ockham)* και το «ξυράφι» του.



Ονοματολογία

- Φυσική Φιλοσοφία: 6^{ος} αιώνας π.Χ. – 19^{ος} αιώνας μ.Χ.
- PhD (Διδακτορικό): Philosophiae Doctor
- Φυσική επιστήμη (Physical Science ή, απλά, Science): λατινικά scientia (γνώση)
- Φυσική: συντομογραφία του όρου «Φυσική Φιλοσοφία»
- Ποιο είναι το «περιεχόμενο» της Φυσικής;

Κλάδοι των Φυσικών Επιστημών

- Μαθηματικά (μελέτη των αφηρημένων μορφών και σχέσεων)
- Αστρονομία (από το αστήρ & νέμω)
- Γεωλογία (η μελέτη του πλανήτη μας)
- Χημεία (σύνθεση και αλληλεπιδράσεις των ουσιών)
- Βιολογία (ζωντανοί οργανισμοί)
- Φυσική (ό,τι απέμεινε!): αλληλεπίδραση ύλης και ενέργειας

Διεπιστημονικές επιστήμες

- ☐ Αστροφυσική
- ☐ Γεωφυσική
- ☐ Φυσική Χημεία
- ☐ Μοριακή Βιολογία
- ☐ ...
- ☐ Περιεχόμενο της Φυσικής στη στενή έννοια (δηλ. «καθαρή» Φυσική) και στην ευρεία (π.χ. χημικοί δεσμοί, Φυσιολογία, κλπ.).
- ☐ Σχέση μεταξύ Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Θεωρητικής Φυσικής.

Μαθηματικοί σε ρόλο φυσικών

□ i) Όσοι επέλυσαν, μαθηματικά, γνωστά προβλήματα της Φυσικής, π.χ.:

- Lagrange (Βαρύτητα, Μηχανική)
- Gauss (Βαρύτητα, Ηλεκτρομαγνητισμός)
- Poincaré (Μηχανική, Ειδική Σχετικότητα)
- Hilbert (Γενική Σχετικότητα)
- Καραθεοδωρή (Ειδική Σχετικότητα, Θερμοδυναμική)

□ ii) Όσοι εργάσθηκαν σε αφηρημένες έννοιες, που βρήκαν αργότερα εφαρμογές στη Φυσική, π.χ.:

- Hamilton, Lie (μη αντιμεταθετική άλγεβρα → Μηχανική)
- Riemann, Ricci (τανυστές → Γενική Σχετικότητα)

«Ενδιάμεσες» περιπτώσεις

- Gay-Lussac, Faraday, Lavoisier (χημικοί ή φυσικοί;)
- Newton, Coulomb, Galileo, Kirchhoff (μαθηματικοί ή φυσικοί;)

Όσα γνωρίζουμε για τις θεωρίες των Ελλήνων φυσικών φιλοσόφων πριν τον Αριστοτέλη είναι περιορισμένα

THALES

PLATO, *Theaetetus*, 174 A.

A CASE in point is that of Thales, who, when he was star-gazing and looking upward, fell into a well, and was rallied (so it is said) by a clever and pretty maidservant from Thrace because he was eager to know what went on in the heaven, but did not notice what was in front of him, nay, at his very feet.

HERODOTUS, I, 74.

When, in the sixth year, they [the Lydians and the Medes] encountered one another, it so fell out that, after they had joined battle, the day suddenly turned into night. Now that this transformation of day (into night) would occur was foretold to the Ionians by Thales of Miletus, who fixed as the limit of time this very year in which the change actually took place.

CLEMENT OF ALEXANDRIA, *Stromat.* I, 65.

Eudemus observes in his *History of Astronomy* that Thales predicted the eclipse of the sun which took place at the time when the Medes and the Lydians engaged in battle, the King of the Medes being Cyaxares, the father of Astyages, and the King of the Lydians being Alyattes, the son of Croesus; and the time was about the fiftieth Olympiad [580–577 B.C.]. (But cf. Pliny, *N. H.*, c. 12, § 53: "Among the Greeks Thales was the first of all

men to investigate (the cause of eclipses), in the fourth year of the forty-eighth Olympiad [585/4 B.C.], he having predicted an eclipse of the sun which took place in the reign of Alyattes in the year 170 A.U.C.")

THEON OF SMYRNA, p. 198.

Eudemus relates in his *Astronomies* . . . that Thales was the first to discover the eclipse of the sun, and the fact that the sun's period with respect to the solstices is not always the same.

DIODEGENES LAËRTIUS, I, 24.

Thales was the first to discover the length of the interval from solstice to solstice.

ARISTOTLE, *Metaph.* A. 3, 983 b 20–2.

Thales, the originator of this kind of philosophical inquiry [i.e. the search for one material cause of all things], says that water is the first principle (this is why he also declared that the earth rests on water).

DIODEGENES LAËRTIUS, I, 27.

Thales laid it down that the first principle of all things is water, and that the universe is animate and full of gods. They say too that he discovered the seasons of the year, and divided the year into 365 days.

HERODOTUS, II, 4.

It is said that the Egyptians were the first of all men to discover the year, to which they gave twelve parts

(months) making up the (four) seasons. And herein the Egyptians reckon, as it seems to me, more sensibly than the Greeks, in so far as the Greeks put in an intercalary month every third year to keep the seasons right, whereas the Egyptians reckon their twelve months at thirty days each and add in every year five days outside the number (of twelve times thirty).

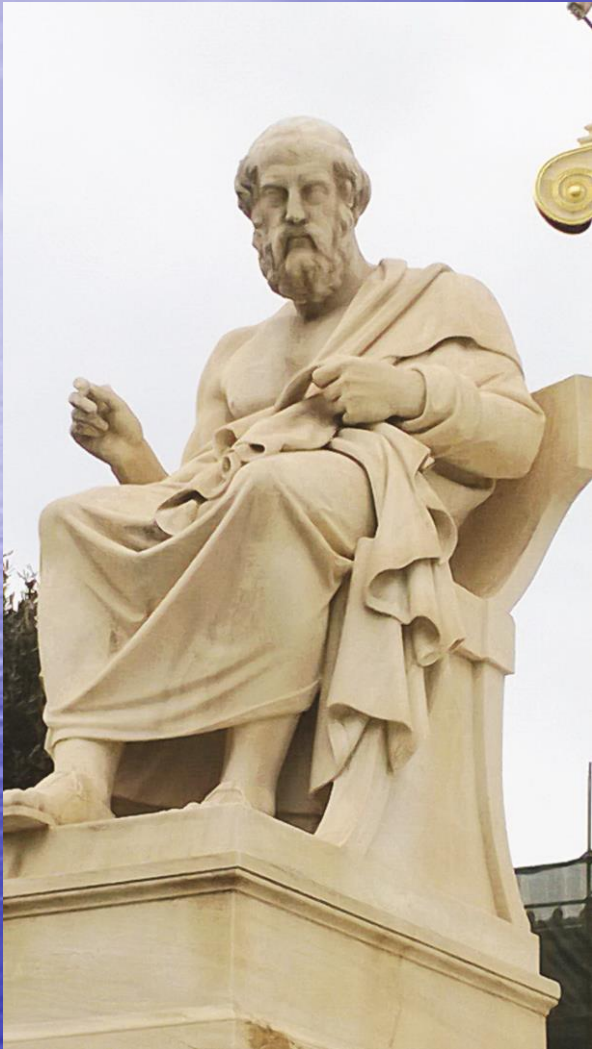
DIODEGENES LAËRTIUS, I, 23.

Callimachus knows him (Thales) to be the discoverer of the "Little Bear," for he says in his *Iambi* that "he was said to have marked (*lit.* 'measured') the stars of the Wain, by which the Phoenicians sail."

ANAXIMANDER

SIMPLICIUS, in *Phys. Aristotelis*, p. 24, 13, Diels.

ANAXIMANDER of Miletus, who was a fellow-citizen and friend of Thales, said that the first principle (i.e. material cause) and element of existing things is the Infinite, and he was the first to introduce this name for the first principle. He maintains that it is neither water nor any other of the so-called elements, but another sort of substance which is infinite, and from which all the heavens and the worlds in them are produced; and into that from which existent things arise they pass away once more, "as is ordained; for they must pay the penalty and make reparation to one another for the injustice they have committed, according to the sequence of time," as he says in these somewhat poetical terms.



Πλάτων



Αριστοτέλης

Ωριμότητα της ελληνικής φυσικής φιλοσοφίας: Αριστοτέλης (384-322 π.Χ.)

- Οι αρχικές υποθέσεις του Αριστοτέλη ήταν 3 (παρμένες από τον Εμπεδοκλή):
 - Η Γη είναι στο κέντρο του Σύμπαντος.
 - Η ύλη αποτελείται από 4 στοιχεία: χώμα, νερό, αέρα και φωτιά (εντυπωσιακή ομοιότητα με την ιδιότητα μιας γλώσσας, κατά τον Humboldt, να κάνει «*άπειρους* συνδυασμούς *πεπερασμένων* στοιχείων»).
 - Κάθε στοιχείο έχει τη φυσική θέση του στο Σύμπαν, και κινείται για να καταλήξει σ' αυτήν.
- Η φυσική θέση των στοιχείων είναι (από κάτω προς τα πάνω): χώμα (στο κέντρο του Σύμπαντος), νερό, αέρας, φωτιά.
- Η φυσική κατάσταση όλων των σωμάτων είναι η ηρεμία, αφού φθάσουν στη φυσική θέση τους.

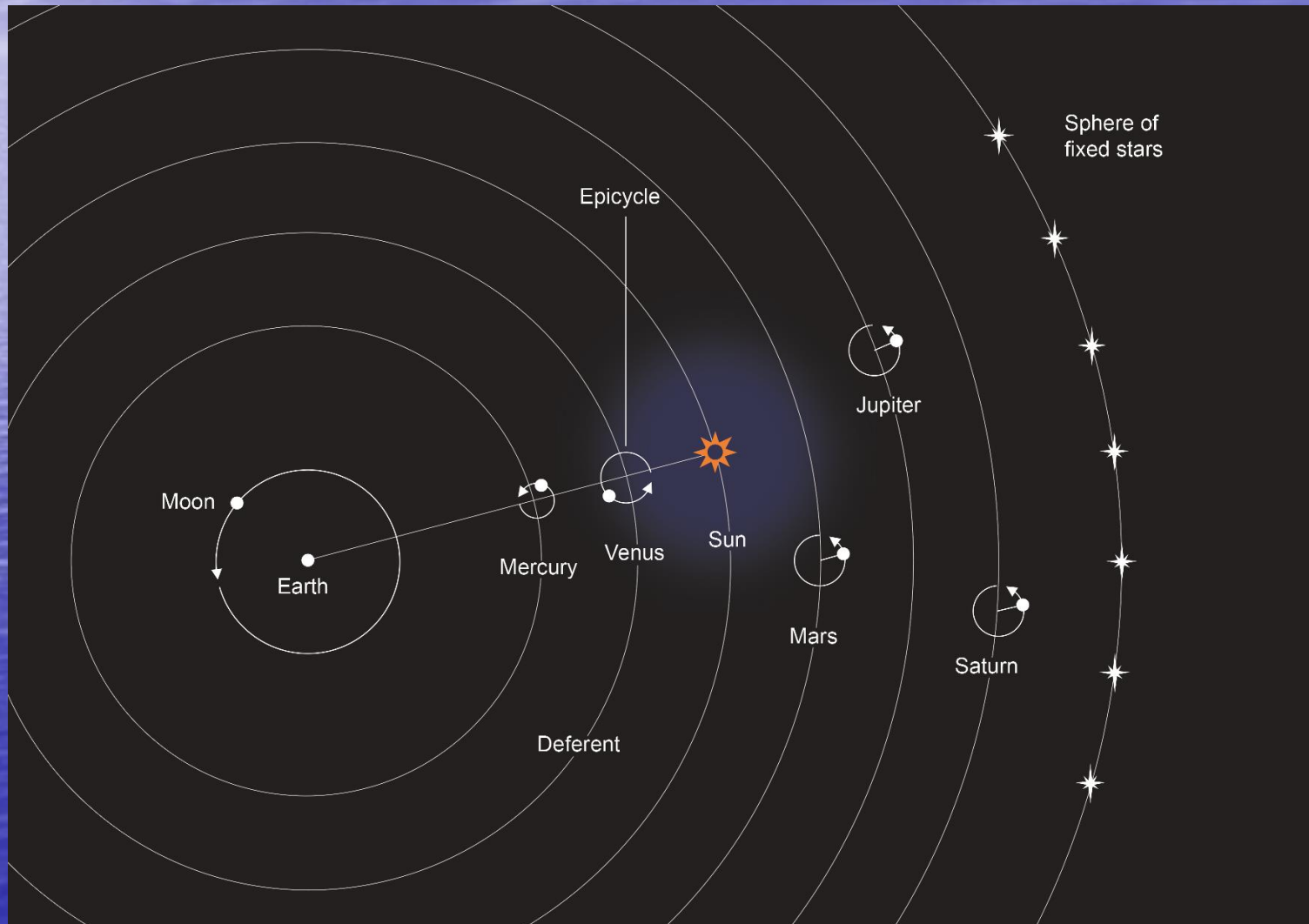
Επιτυχία των υποθέσεων του Αριστοτέλη

- Η Γη είναι σφαιρική: η σφαίρα έχει, από όλα τα στερεά, την ελάχιστη μέση απόσταση της επιφάνειάς της από το κέντρο της.
- Η Γη φαίνεται ότι βρίσκεται στο κέντρο του Σύμπαντος: ο ουρανός είναι σφαιρικός, με κέντρο το κέντρο της Γης.
- Η Γη έχει τη δομή χώμα-νερό (θάλασσα, λίμνες, ποτάμια)- αέρας (ουρανός)- φωτιά (κεραυνοί).
- Επομένως η υπόθεση της «φυσικής θέσης» φαίνεται να επιβεβαιώνεται.
- Μία ακόμη συνέπεια: τα βαρύτερα σώματα τείνουν με μεγαλύτερο «ζήλο» (δηλ. ταχύτητα) προς τη φυσική θέση τους. Ο Αριστοτέλης δεν έγραψε (αφού μέχρι την εποχή του Νεύτωνα οι νόμοι της Φυσικής διατυπώνονταν με λόγια!), τη μαθηματική σχέση
 - $v = ds/dt = kB$, αλλά από τα κείμενά του και τα σχόλια των μαθητών του προκύπτει ότι αυτό ακριβώς πίστευε.

Αποτυχία της θεωρίας του Αριστοτέλη ανάγκη για εισαγωγή νέων υποθέσεων

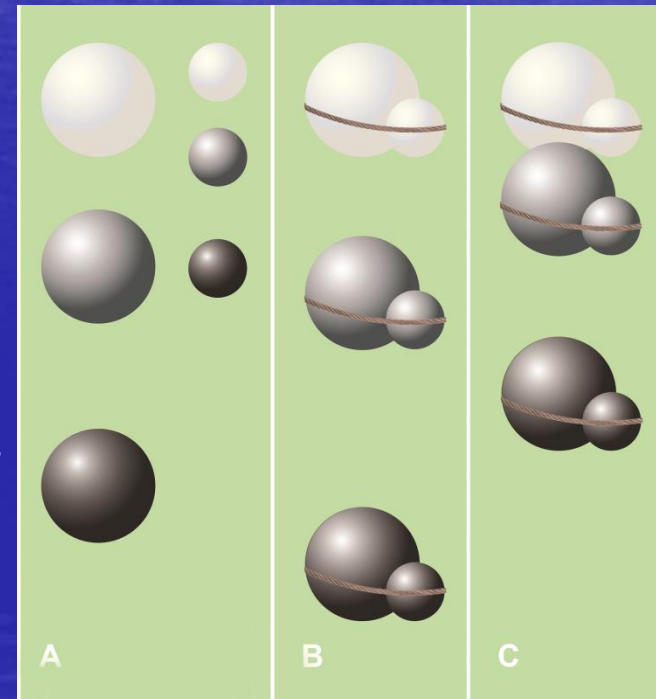
- Διαφοροποίηση μεταξύ *αυθόρμητης* και *εξαναγκασμένης* κίνησης.
- Ερμηνεία της εξαναγκασμένης κίνησης: επίδραση από άλλο σώμα και, 4^η υπόθεση, *η αντιπερίσταση*.
- 5^η υπόθεση: τα σώματα πέρα από τη Σελήνη είναι φτιαγμένα από ένα πέμπτο στοιχείο, τον *αιθέρα*. Τα σώματα αυτά είναι «τέλεια» και η φυσική κατάστασή τους δεν είναι η ηρεμία, αλλά η *αιώνια κυκλική κίνηση*.
- 6^η υπόθεση: οι νόμοι που διέπουν τα υποσελήνια σώματα είναι διαφορετικοί από εκείνους που διέπουν τα σώματα πέρα από τη Σελήνη (θα επανέλθουμε σε αυτό στη συνέχεια).
- Γεωκεντρική θεωρία του Ηλιακού Συστήματος: Ίππαρχος, Πτολεμαίος.
- Σύγκριση του Αριστοτέλη με τον Νεύτωνα (σχέση μεταξύ κίνησης και βαρύτητας).

Πτολεμαϊκό σύστημα



Κριτική θεώρηση της αριστοτελικής θεωρίας (όχι μόνο της κίνησης!): εσωτερικές αντιφάσεις

- Ο Ήλιος δεν είναι δυνατό να είναι θερμός (οπότε θα έπρεπε να ψύχεται), αφού βρίσκεται πέρα από τη Σελήνη και, άρα, είναι τέλειος - αλλά τότε πώς ακτινοβολεί;
- Για την κίνηση σε μέσα διαφορετικών πυκνοτήτων, ρ , ισχύει η σχέση $v \sim 1/\rho$. Στο κενό η ταχύτητα είναι
- 0 ή ∞ ;
- Πτώση δύο σωμάτων που είναι δεμένα μεταξύ τους: ταχύτερα από το βαρύτερο ή πιο αργά;
- Thomas Kuhn: "Οι επιστήμονες επινοούν συνήθως πολλές προσθήκες και επί τούτοις (ad hoc) τροποποιήσεις της θεωρίας τους, με σκοπό να εξαλείψουν κάθε εμφανή αντίθεση.



Κριτική θεώρηση της αριστοτελικής θεωρίας της κίνησης: απλά πειράματα

- Μέτρηση της ταχύτητας πτώσης δύο σωμάτων, το ένα δύο φορές βαρύτερο από το άλλο. Το βαρύτερο πέφτει δύο φορές πιο γρήγορα;
- Ένα βέλος κινείται, αφού απομακρυνθεί από το τόξο, λόγω της αντιπερίστασης. Μπορούμε να το κάνουμε να κινηθεί φυσώντας απλά αέρα σ' αυτό;
- Ένα φύλλο δέντρου πέφτει αργά. Το ίδιο φύλλο πέφτει ταχύτερα, αν το τσαλακώσουμε. Πώς συμβαίνει αυτό;

Αιτίες άγνοιας του πειραματισμού στην αρχαία Ελλάδα - Ι

- Θεωρητικός: Οι Αρχαίοι έλληνες ήταν καλοί στην αφηρημένη σκέψη και στα μαθηματικά, κυρίως στη γεωμετρία (αδιάστατα σημεία, μονοδιάστατες γραμμές, διδιάστατες επιφάνειες κλπ.).
- Ο «πραγματικός» κόσμος δεν είναι κατάλληλος για επιστημονικά μοντέλα (θα επανέλθουμε σε αυτό).
- Οι Αρχαίοι Έλληνες ήταν καλοί στους παραγωγικούς συλλογισμούς, ενώ τα πειράματα απαιτούν επαγωγικούς συλλογισμούς.

Αιτίες άγνοιας του πειραματισμού στην αρχαία Ελλάδα - II

- Τα πειράματα είναι μια μορφή χειρωνακτικής εργασίας, και επομένως δεν αρμόζουν σε ελεύθερους πολίτες.
- Έλλειψη οργάνων (κατά κύριο λόγο ρολογιών και θερμομέτρων).

Ελληνιστική περίοδος - Ρωμαίοι

- Αρίσταρχος ο Σάμιος (310-230 π.Χ.) (Αστρονομία)
- Αρχιμήδης (287-212 π.Χ.) (άνωση - μηχανές)
- Ερατοσθένης (276-196 π.Χ.) (μέτρηση της ακτίνας της Γης)
- Ήρων ο Αλεξανδρεύς (10-80 μ.Χ.) (μηχανές)
- Λουκρήτιος (99-50 π.Χ.) (Ατομική Θεωρία)
- Βιτρούβιος (80-10 π.Χ.) (Μετεωρολογία)
- Πλίνιος ο Πρεσβύτερος (23-79 μ.Χ.) (Βοτανική – Γεωγραφία – ακτίνα της Γης – εξίσωση του χρόνου (βλέπε και Πτολεμαίο)).
 - Πέθανε από αναθυμιάσεις στην έκρηξη του Βεζούβιου που κατέστρεψε την Πομπηία

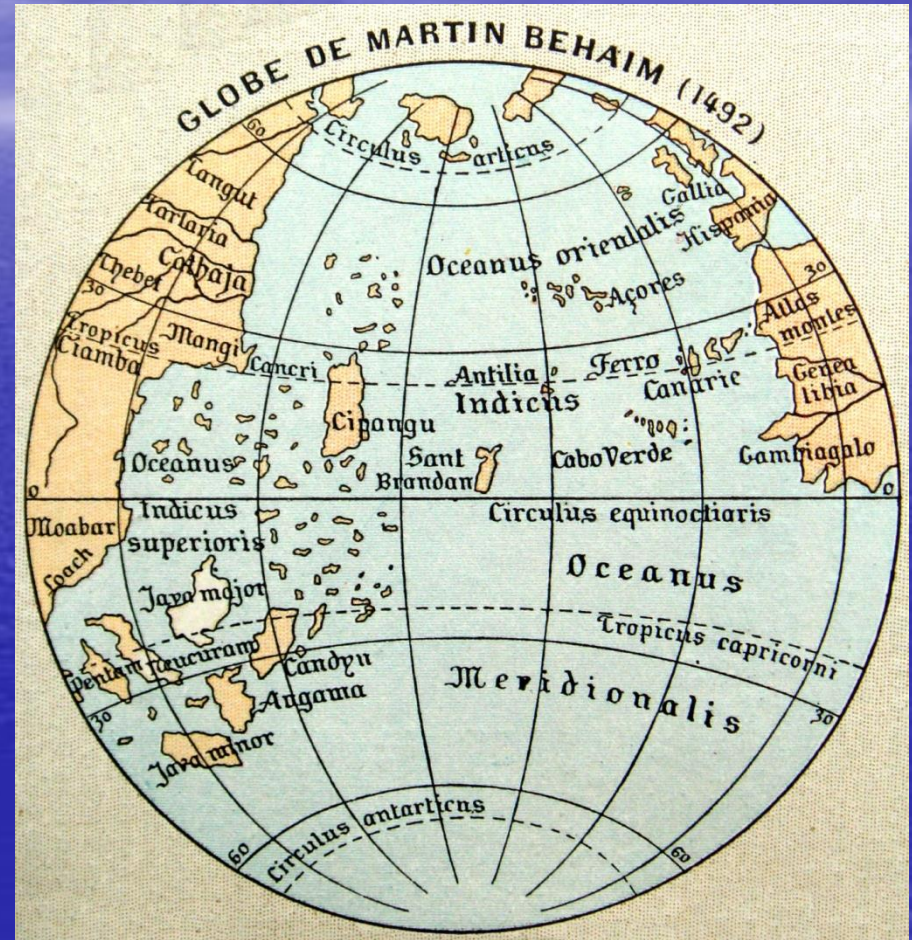
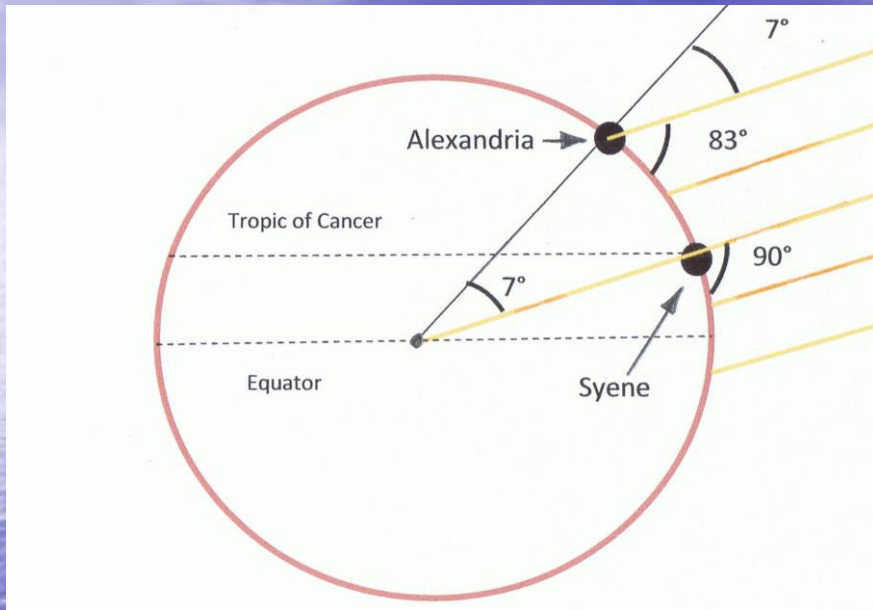


Κοχλίας του Αρχιμήδη
~1875
Museo Galileo,
Φλωρεντία



Αιολόσφαιρα του Ήρωνος
Κέντρο Διάδοσης Επιστημών
και Μουσείο Τεχνολογίας
Θεσσαλονίκη

Μέτρηση της ακτίνας της Γης



- Η μέτρηση του Ερατοσθένη ήταν πολύ κοντά στην πραγματική τιμή.
- Η μεταγενέστερη εκτίμηση του Πλίνιου ήταν 30% μικρότερη.
- Η τελευταία, που είχε γίνει γενικά αποδεκτή, δεν άφηνε χώρο στην επιφάνεια της Γης για την Αμερική!
- Αυτός είναι ο λόγος που έκανε τον Κολόμβο να αποφασίσει το ταξίδι για τις Ανατολικές Ινδίες.

Μεσαιώνας

- Σκοτεινά χρόνια (500 μ.Χ. - 1200 μ.Χ.): *semper idem*
- Φωτεινά χρόνια: διάδοση των ελληνικών χειρογράφων στη Δυτική Ευρώπη (Άραβες – σταυροφόροι – λεηλασία της Κωνσταντινούπολης).
- Ύστερη Αρχαιότητα: Σιμπλίκιος – Ιωάννης Φιλόπονος, 6^{ος} αιώνας μ.Χ. (ο τελευταίος μνημονεύεται από τον Γαλιλαίο στο έργο του *De motu antiquiora*).

Ιωάννης Φιλόπονος (~490-~570 μ.Χ.)

- Χριστιανός
- Σπούδασε Φιλοσοφία στη Νέο-πλατωνική σχολή της Αλεξάνδρειας.
- Έγγραψε ~15 βιβλία σε θέματα Φυσικής Φιλοσοφίας (τα περισσότερα σχόλια στα έργα του Αριστοτέλη).
- Γνωρίζουμε πολλά για τις ιδέες του από τη διαμάχη του με τον Σιμπλίκιο, έναν από τους τελευταίους καθηγητές της Νέο-πλατωνικής Σχολής των Αθηνών, όταν αυτή έκλεισε με το διάταγμα του Ιουστινιανού (το 529 μ.Χ.).

Φυσική του Ιωάννη Φιλόπονου - Ι

- Ο Ι.Φ. ήταν ο πρώτος που πρότεινε τη διεξαγωγή πειραμάτων για να μετρηθεί ο χρόνος πτώσης ελαφρών και βαριών σωμάτων, με σκοπό να ελεγχθεί η θεωρία του Αριστοτέλη.
 - Είχε προβλέψει ότι, ακόμη και αν υπήρχε διαφορά, θα ήταν μικρότερη από τις προβλέψεις της θεωρίας του Αριστοτέλη.
- Θεωρούσε παράλογη την υπόθεση της αντιπερίστασης.
 - Είχε προτείνει, αντίθετα, ότι η συνεχιζόμενη κίνηση ενός σώματος, όταν σε αυτό δεν ενεργεί κάποια δύναμη, οφείλεται σε μια ιδιότητα που *είχε εντυπωθεί* στο σώμα, όταν είχε τεθεί αρχικά σε κίνηση.

Φυσική του Ιωάννη Φιλόπονου - II

- Η ιδέα της *εντυπωμένης ιδιότητας* θεωρήθηκε από τον Thomas Kuhn ως μια *αλλαγή παραδείγματος* (*change of paradigm*) και, επομένως, μία επιστημονική επανάσταση, που αναβίωσε μεταγενέστερα από τον Jean Buridan (1300-1385), μέσω της έννοιας της *ρύμης* (*impetus*) (μεταγενέστερα: ποσότητα κίνησης - ορμή).
- Εξαιτίας των παραπάνω, ο Φιλόπονος θεωρείται από ορισμένους ως προάγγελος του Γαλιλαίου.
- Άλλες ιδέες του Φιλόπονου:
 - το Σύμπαν δεν είναι αιώνιο.
 - τα ουράνια σώματα υπακούουν στους ίδιους νόμους με τα γήινα.
 - Τα αστέρια δεν έχουν σχέση με τους θεούς.
 - Ο Ήλιος ακτινοβολεί επειδή είναι θερμός.
 - Η κίνηση στο κενό γίνεται με πεπερασμένη ταχύτητα.

Αραβική παράδοση

- Αβικέννας (Avicenna, ~980 – 1037), Πέρσης πολυμαθής.
 - Έγραψε ~450 πραγματείες, από τις οποίες διασώθηκαν οι 160.
- Αλχαζέν (Alhazen, 965 - ~1040), Άραβας πολυμαθής.
 - Έγραψε ~200 βιβλία, από τα οποία διασώθηκαν τα 55.
- Και οι δύο είχαν μεγάλη επίδραση στους διανοητές της Αναγέννησης.

Αβικέννας (Abū 'Alī al-Ḥusayn ibn 'Abd Allāh ibn Sīnā, στα Λατινικά Avicenna, ~980- 1037)

- Έγραψε ~450 πραγματείες (σε Φιλοσοφία, Αστρονομία, Αλχημεία, Γεωλογία, Ψυχολογία, Ισλαμική θεολογία, Λογική, Μαθηματικά, Φυσική και ποίηση, από τις οποίες διασώθηκαν οι 160.
- Κυριότερα έργα του:
 - Το *βιβλίο της θεραπείας* (*ιαματικό βιβλίο?*), μια μεγάλη φιλοσοφική και επιστημονική εγκυκλοπαίδεια
 - Ο *κανόνας της Ιατρικής*, ένα βασικό διδακτικό βιβλίο Ιατρικής σε όλα τα Μεσαιωνικά πανεπιστήμια (χρησιμοποιούνταν ,στα πανεπιστήμια του Μονπελιέ και της Λουβέν μέχρι το 1650).

Αλχαζέν (Abū 'Alī al-Ḥasan ibn al-Ḥasan ibn al-Haytham, Λατινικά Alhazen, 965 - ~1040)

- Έγραψε ~200 βιβλία (σε Φυσική, Αστρονομία, Μαθηματικά, Ιατρική και Φιλοσοφία). Έγραψε επίσης σχόλια για τα έργα των Αριστοτέλη, Πτολεμαίου και Ευκλείδη.
- Από τα έργα του σώζονται 55, μερικά από τα οποία δεν έχουν ακόμα μελετηθεί.
- Έμεινε γνωστός με το προσωνύμιο: ο δεύτερος Πτολεμαίος
- Κυριότερα έργα του:
 - Οπτική
 - Οφθαλμολογία – Οπτική αντίληψη
 - Επιστημονική μέθοδος

Αναγέννηση

- Ανάπτυξη των ανθρωπιστικών σπουδών
- Ανάπτυξη των Φυσικών Επιστημών
 - *Κοπέρνικος* : Αστρονομία
 - *Φράνσις Μπέικον (Francis Bacon)* : επιστημονική μέθοδος (βασισμένη στην παρατήρηση, δηλ. το αντίθετο της Αριστοτελικής μεθόδου)
 - *Καρτέσιος (Descartes)* : Φιλοσοφία – Μαθηματικά - Φυσική
 - *Ντα Βίντσι (Leonardo da Vinci)* : Επιστήμη - εφευρέσεις
 - *Γαλιλαίος (Galileo Galilei)* : Καθιέρωση του πειραματισμού και αρχή μιας νέας εποχής στην επιστήμη
- Επίδραση του *Αριστοτέλη* και του *Πτολεμαίου*