

Ιστορία των Θετικών Επιστημών

Ενότητα 5: Οι επιστήμες στον
Ελληνιστικό κόσμο

Ευθύμιος Ντάλλας

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τμήμα: Ιστορίας, Αρχαιολογίας, Κοινωνικής
Ανθρωπολογίας

Σκοποί Ενότητας

Η κατανόηση της μαθηματικής θεμελίωσης της γεωμετρίας. Η γνώση της αρχής της ιατρικής. Η γνώση του γεωκεντρικού συστήματος, ως η κοσμολογία που διασώθηκε για περισσότερο από μια χιλιετία.

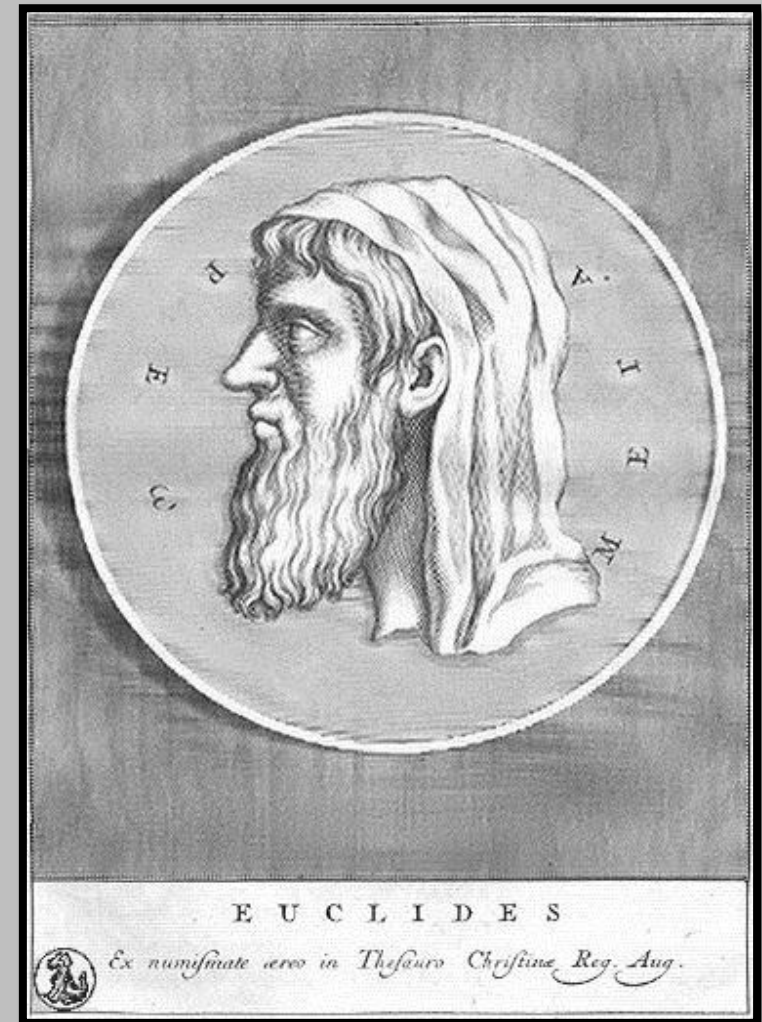
Περιεχόμενα Ενότητας

1. Ευκλείδης (325-265 πΧ)
2. Τα «Στοιχεία»
3. Αρχιμήδης (290-212 πΧ)
4. Η εις άτοπον απαγωγή
5. Η μέθοδος της εξάντλησης
6. Οι απαιτήσεις της απαγωγής
7. Ιδανικός και Πραγματικός Κόσμος
8. Εύδοξος (408-347 πΧ)
9. Ηρακλείδης (387-312 πΧ)
10. Αρίσταρχος (310-230 πΧ)
11. Ερατοσθένης (276-194 πΧ)
12. Ίππαρχος (190-120 πΧ)
13. Πτολεμαίος (90-168)
14. Σώζειν τα φαινόμενα
15. Βασικές θέσεις του Πτολεμαίου – 1
16. Βασικές θέσεις του Πτολεμαίου – 2
17. Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων
18. Το γεωκεντρικό μοντέλο – 1
19. Το γεωκεντρικό μοντέλο – 2
20. Το γεωκεντρικό μοντέλο – 3
21. Το γεωκεντρικό μοντέλο – 4
22. Το γεωκεντρικό μοντέλο – 5
23. Ιπποκράτης (460-370 πΧ)
24. Ηρόφιλος (335-280 πΧ)
25. Ερασίστρατος (304-250 πΧ)
26. Γαληνός (130-201)

Οι επιστήμες στον
Ελληνιστικό κόσμο

Ευκλείδης (325-265 πΧ)

- ▶ Μαθηματικός στην Αλεξάνδρεια του Πτολεμαίου Α΄
- ▶ Τίποτα δεν είναι γνωστό για τη ζωή του
- ▶ Το έργο του δεν είναι εντελώς πρωτότυπο, αλλά υποκατέστησε όλα τα ανάλογα συγγράμματα για περισσότερα από 2000 χρόνια

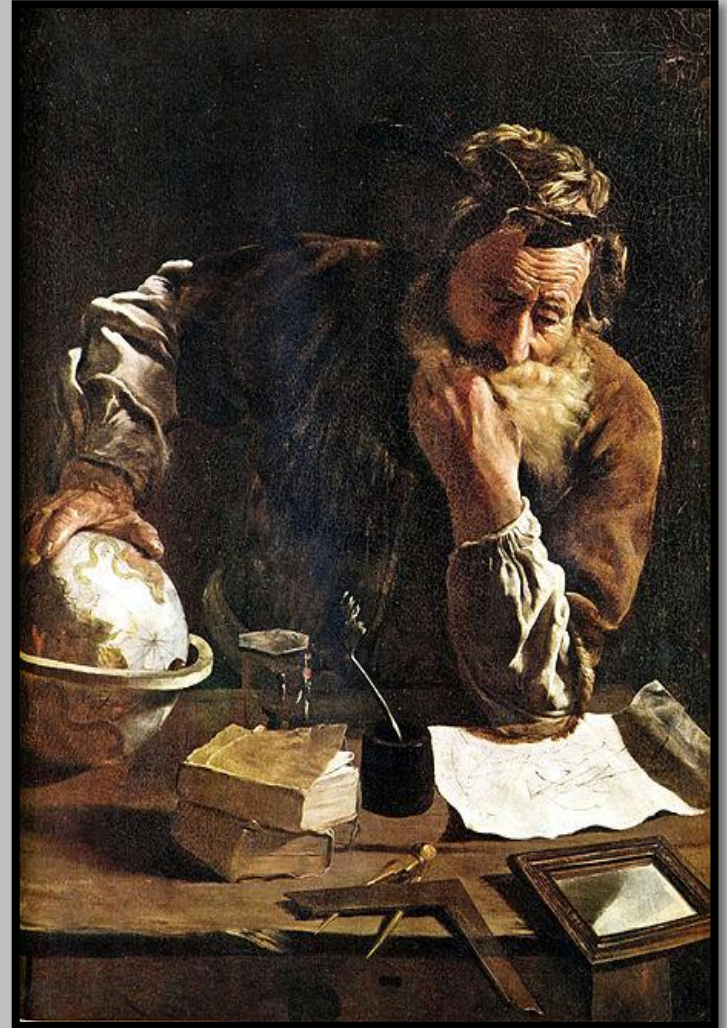


Τα «Στοιχεία»

- ▶ Τα «Στοιχεία» άσκησαν την μεγαλύτερη επιρροή σε όλη την ιστορία των μαθηματικών
- ▶ Αποτελούνται από 13 βιβλία με σταδιακά αυξανόμενη πολυπλοκότητα
- ▶ Αρχίζουν με τους ορισμούς (σημείο, ευθεία, επίπεδο, κύκλος, κλπ)
- ▶ Συνεχίζουν με τα αξιώματα, που δεν αποδεικνύονται αλλά γίνονται δεκτά διαισθητικά
- ▶ Από αυτές τις αρχές οικοδομούνται θεωρήματα με παραγωγικό συλλογισμό

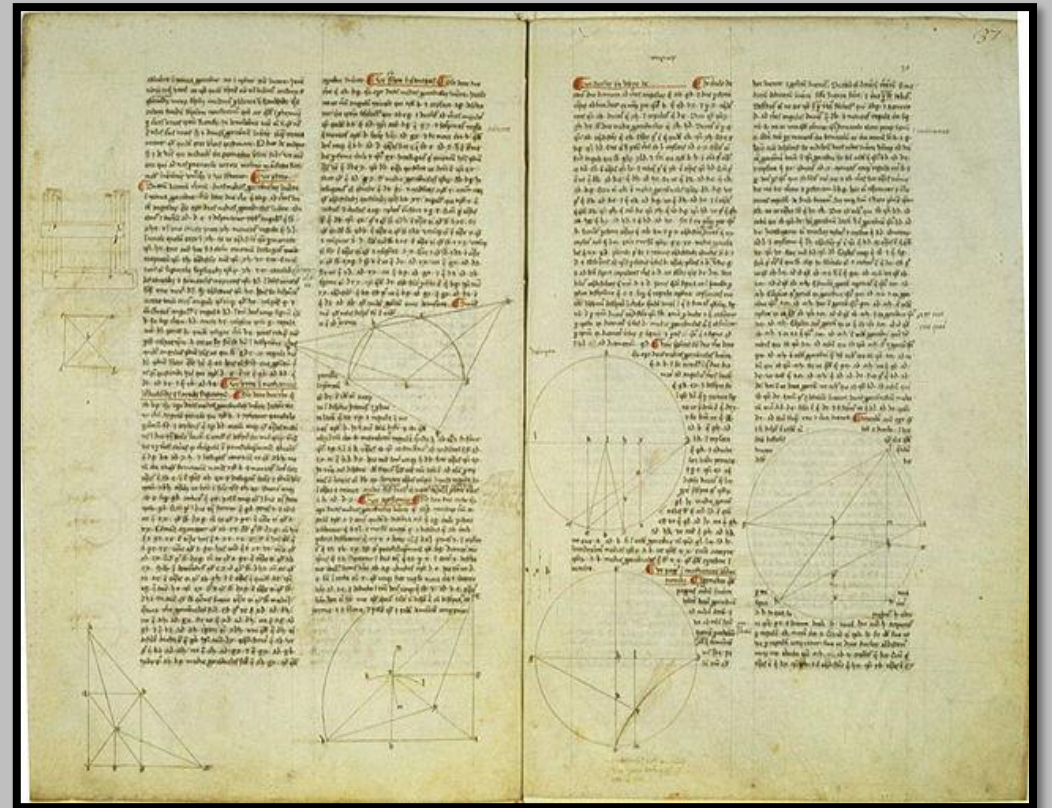
Αρχιμήδης (290-212 πΧ)

- ▶ Μαθηματικός στις Συρακούσες
- ▶ Διάσημος για τις πρακτικές του εφευρέσεις (αντλίες, μοχλούς, τροχαλίες)
- ▶ Ανακάλυψε την άνωση, υπολόγισε τους όγκους των στερεών και πρότεινε ιδέες που έθεσαν τα θεμέλια του απειροστικού λογισμού



Η εις άτοπον απαγωγή

- ▶ Για την απόδειξη ενός θεωρήματος S υποθέτουμε ότι ισχύει το μη- S
- ▶ Στη συνέχεια παράγουμε από το μη- S δύο αντιφατικές προτάσεις
- ▶ Αφού το μη- S δεν ισχύει, τότε ισχύει το S



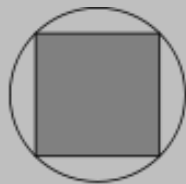
Έντυπη έκδοση των στοιχείων του Ευκλείδη (3)

Η μέθοδος της εξάντλησης

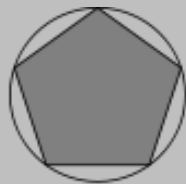
- ▶ Επέκταση της προηγούμενης τεχνικής
- ▶ Συνίσταται στο να δείξουμε ότι κάθε δυνατή πρόταση αντίθετη στο S έχει συνέπειες που είναι ασυμβίβαστες με τα αξιώματα του συστήματος



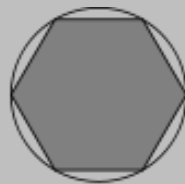
n = 3



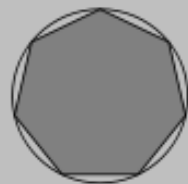
n = 4



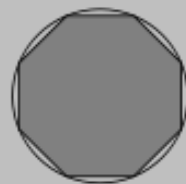
n = 5



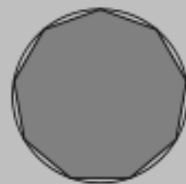
n = 6



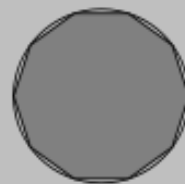
n = 7



n = 8



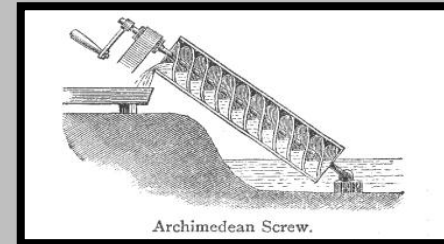
n = 9



n = 10

Ο υπολογισμός της περιφέρειας του κύκλου από τον Εύδοξο

(4)



Archimedean Screw.

Κοχλίας του
Αρχιμήδη (5 και 6)



Οι απαιτήσεις της απαγωγής

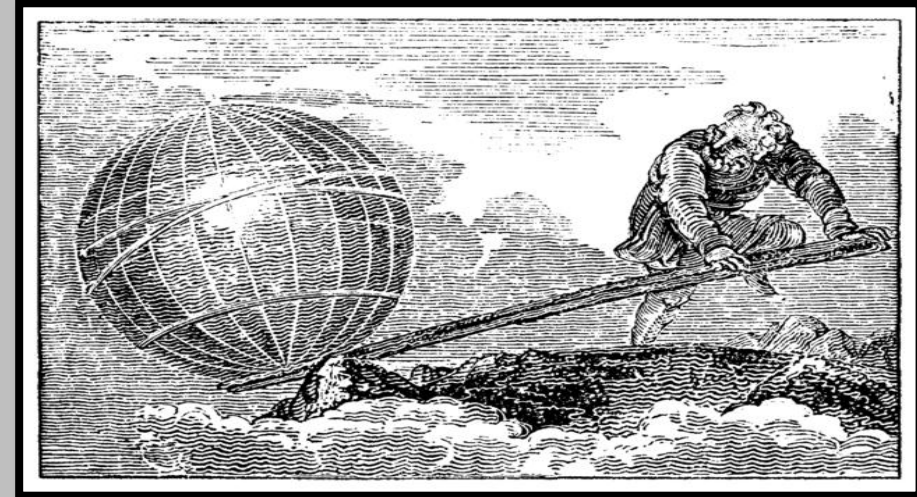
- ▶ Τα αξιώματα και τα θεωρήματα σχετίζονται απαγωγικά
- ▶ Τα αξιώματα είναι προφανείς αλήθειες
- ▶ Το απαγωγικό σύστημα πρέπει να έχει επαφή με την πραγματικότητα



Πάπυρος της Οξύρρυγχου με
απόσπασμα από τα "Στοιχεία" του
Ευκλείδη (~100)
(7)

Ιδανικός και πραγματικός κόσμος

- ▶ Όροι όπως «σημείο», «ευθεία», «βάρος», «ράβδος» έχουν εμπειρικά ανάλογα
- ▶ Τα θεωρήματα εφαρμόζονται αυστηρά μόνο στον ιδανικό κόσμο
- ▶ Ο πραγματικός κόσμος είναι μια απομίμηση του ιδανικού



Μοχλός του
Αρχιμήδη
(8)



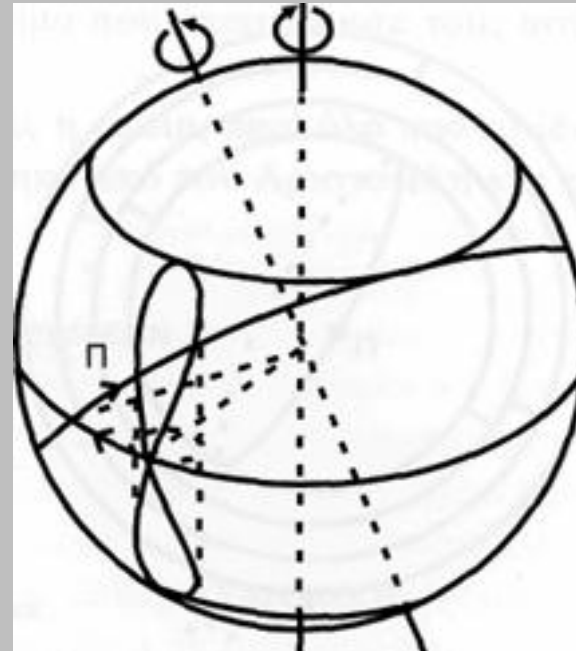
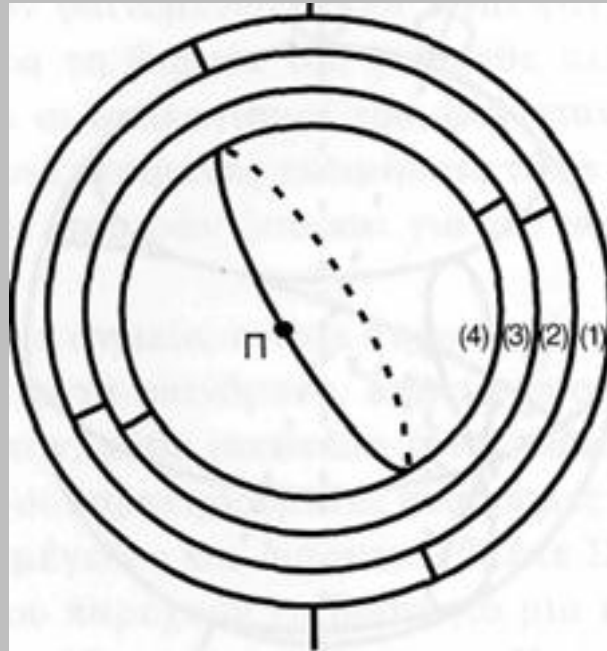
Τραμπάλα
(9)

Εύδοξος (408-347 πΧ)

- ▶ Οι πολύπλοκες φαινόμενες κινήσεις των πλανητών είναι συνδυασμός κινήσεων ομόκεντρων σφαιρών

Η θεωρία των ομόκεντρων σφαιρών του Ευδόξου. Ο πλανήτης (Π) είναι προσαρτημένος στον ισημερινό της σφαίρας (4), εκτός του επιπέδου του υπόλοιπου σχήματος

(10)



Η «ιπποειδής» του Ευδόξου, ο συνδυασμός των κινήσεων των 4 σφαιρών του πλανήτη

(11)

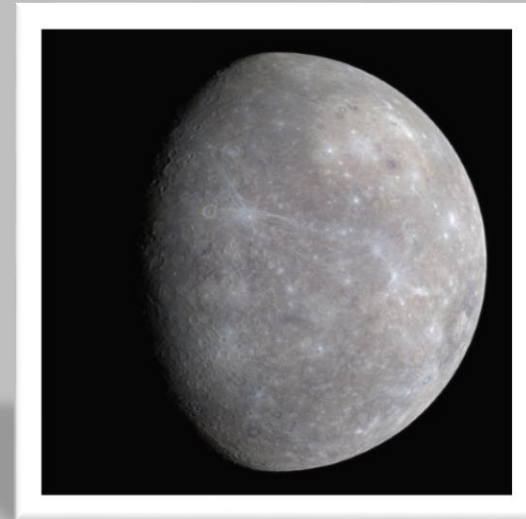
Ηρακλείδης (387-312 πΧ)

- ▶ Η Αφροδίτη και ο Ερμής κινούνται γύρω από τον Ήλιο κι όχι γύρω από τη Γη

Αφροδίτη
(12)

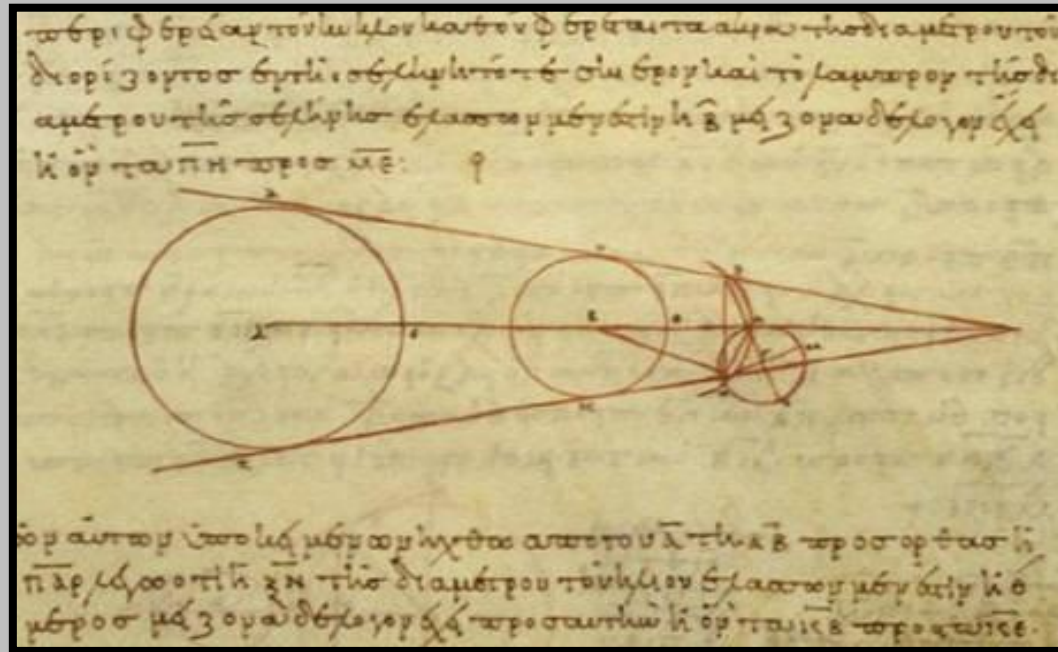


Ερμής
(13)



Αρίσταρχος (310-230 πΧ)

- ▶ Εισαγωγή του ηλιοκεντρικού συστήματος (η Γη και οι πλανήτες περιστρέφονται γύρω από τον Ήλιο)
- ▶ Υπολόγισε την απόσταση Γης-Ήλιου



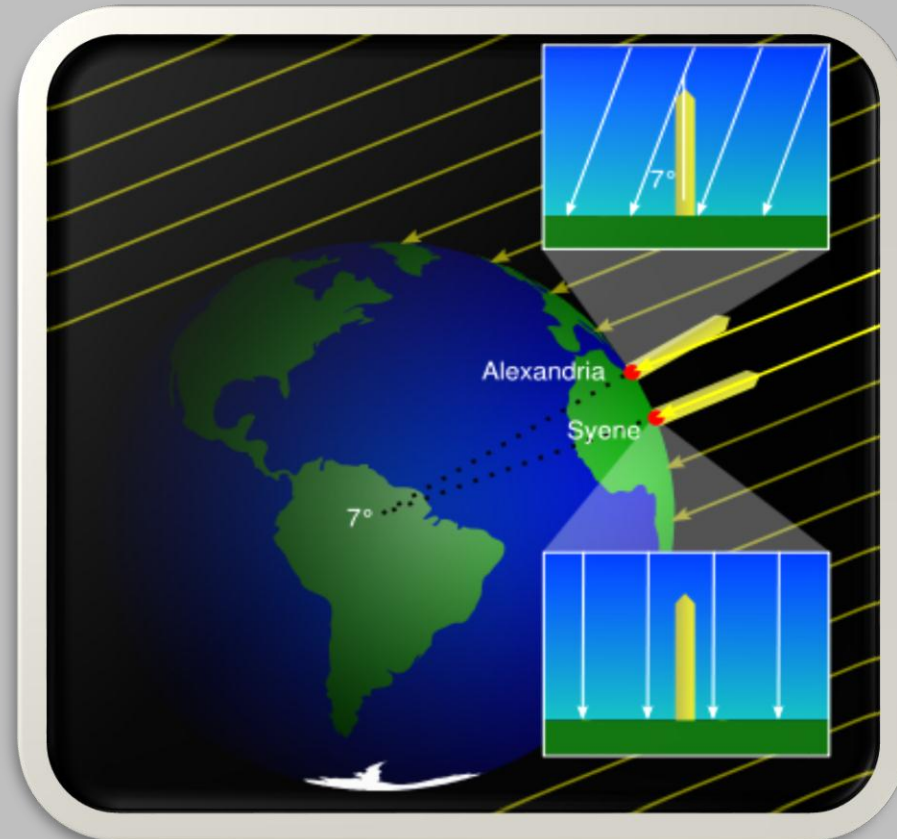
Ο υπολογισμός της απόστασης Γης-Ήλιου βασίζεται στο φαινόμενο μέγεθος των σωμάτων. Από ελληνικό χειρόγραφο του 10ου αι.

Ερατοσθένης (276-194 πΧ)

- ▶ Υπολόγισε την περίμετρο της Γης



(15)



Η μέθοδος
υπολογισμού
της περιμέτρου
της γης
(16)

Ίππαρχος (190-120 πΧ)

- ▶ Υπολόγισε τη διάρκεια του έτους με ακρίβεια λεπτού και του σεληνιακού μήνα με ακρίβεια δευτερολέπτου
- ▶ Ανακάλυψε τη μετάπτωση των ισημεριών
- ▶ Συνέταξε τον πρώτο αστρικό κατάλογο
- ▶ Δημιούργησε την τριγωνομετρία



Πτολεμαίος (90-168)

- ▶ Σπουδαίος γεωγράφος
- ▶ Σημαντικότερος ως αστρονόμος
- ▶ Έδωσε μια μαθηματική πλήρη θεωρία για τις πλανητικές κινήσεις

Ο χάρτης από τη
“Γεωγραφία” του
Πτολεμαίου, από
χειρόγραφο του 15ου
αιώνα

(18)



(19)

Σώζειν τα φαινόμενα

► 1^η άποψη:

Οι μαθηματικές σχέσεις έχουν το βάρος ερμηνείας γιατί τα πράγματα είναι έτσι

► 2^η άποψη:

Οι μαθηματικές υποθέσεις πρέπει να διακρίνονται από τις ερμηνευτικές θεωρίες

Βασικές θέσεις του Πτολεμαίου - 1

1. Ημέρα

- ▶ Όλα τα ουράνια σώματα συμπληρώνουν μια περιφορά γύρω από τη Γη μέσα σε μία ημέρα

2. Αστερισμοί

- ▶ Διαφορετικοί αστερισμοί είναι ορατοί κάθε εποχή του έτους από ένα σημείο
- ▶ Οι ίδιοι αστερισμοί είναι ορατοί την ίδια εποχή στις ίδιες θέσεις επί σειρά διαδοχικών ετών

3. Εκλειπτική

- ▶ Ο Ήλιος κινείται από την δύση προς την ανατολή διερχόμενος διαμέσου των ζωδιακών αστερισμών
 - ▶ Συμπληρώνει μια περιφορά σε ένα έτος

Βασικές θέσεις του Πτολεμαίου - 2

4. Πλανήτες

- ▶ Η Σελήνη και οι πλανήτες κινούνται διαμέσου του ζωδιακού κύκλου όπως και ο Ήλιος
 - ▶ Δεν αποκλίνουν πολύ από το επίπεδο του Ήλιου
 - ▶ Το διάστημα της περιφοράς ποικίλλει

5. Ορθή και Ανάδρομη Κίνηση

- ▶ Οι πλανήτες κατά ορισμένες περιόδους σταματούν την κίνησή τους προς τα ανατολικά
 - ▶ Μετά για ένα διάστημα κινούνται ανάδρομα προς τα δυτικά
 - ▶ Στη συνέχεια επανέρχονται στην ορθή κίνηση

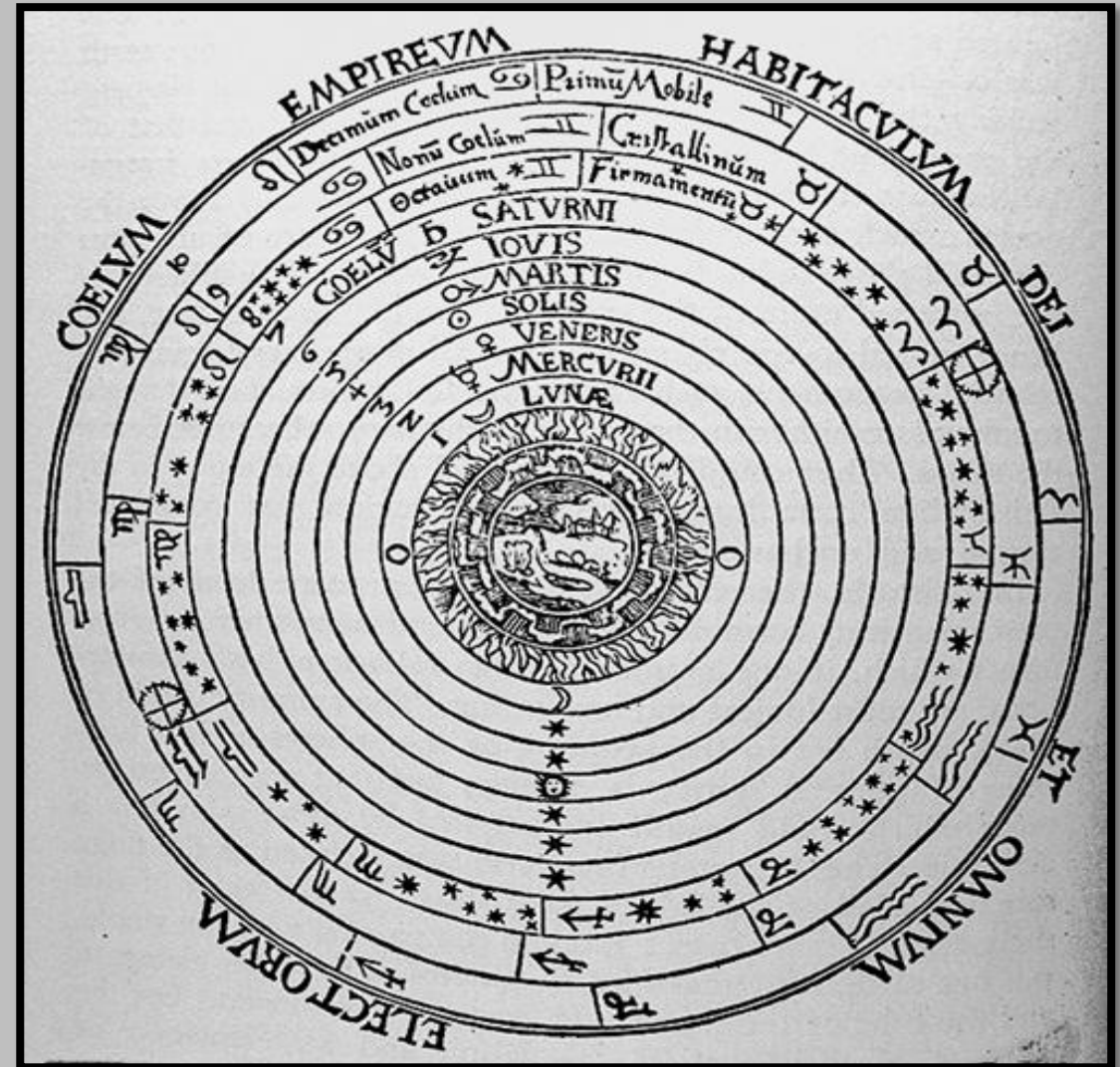
Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων

- ▶ Στο τέλος της πΧ εποχής όλες αυτές οι γνώσεις είχαν κωδικοποιηθεί με ακρίβεια



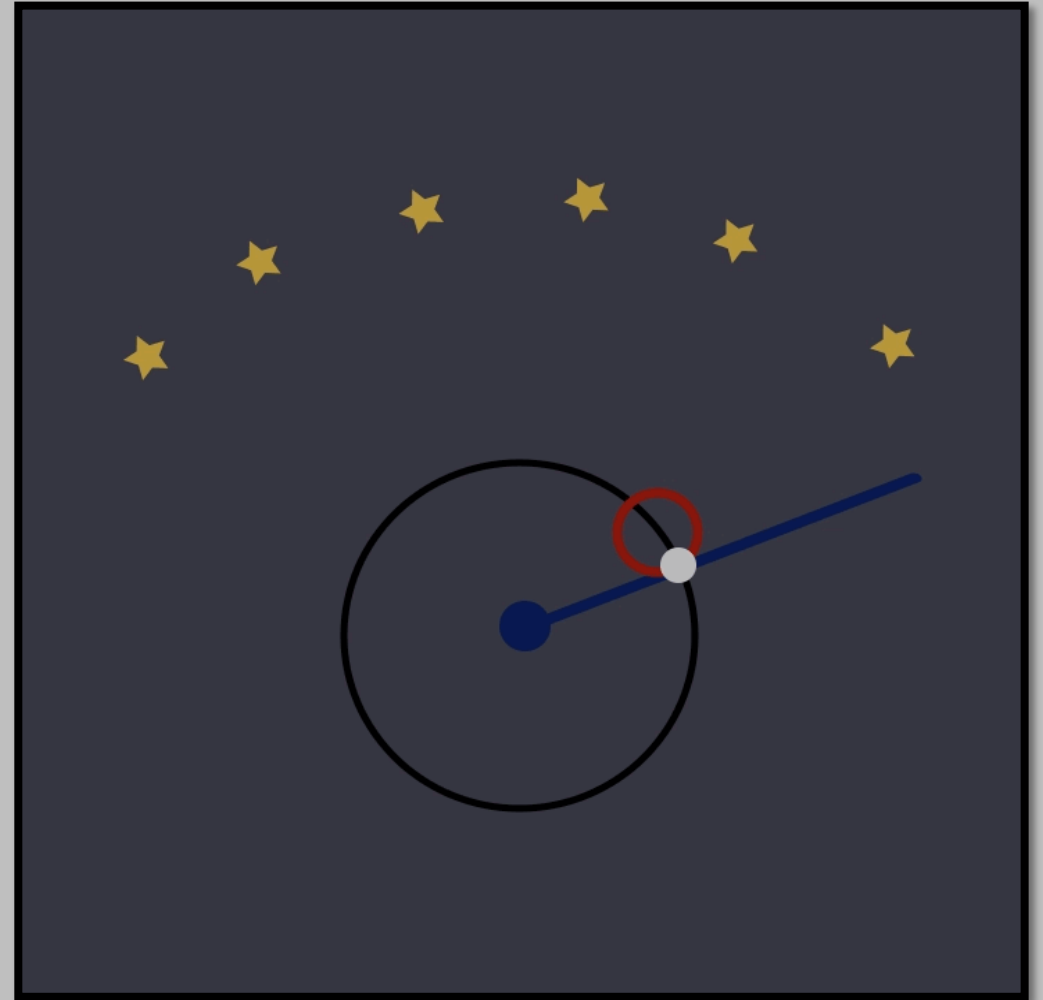
Το γεωκεντρικό μοντέλο - 1

- ▶ Η σφαιρική Γη είναι στο κέντρο ενός σφαιρικού σύμπαντος
- ▶ Το σύμπαν αποτελείται από 8 σφαίρες (Σελήνη, Ερμής, Αφροδίτη, Ήλιος, Άρης, Δίας, Κρόνος, απλανείς αστέρες)



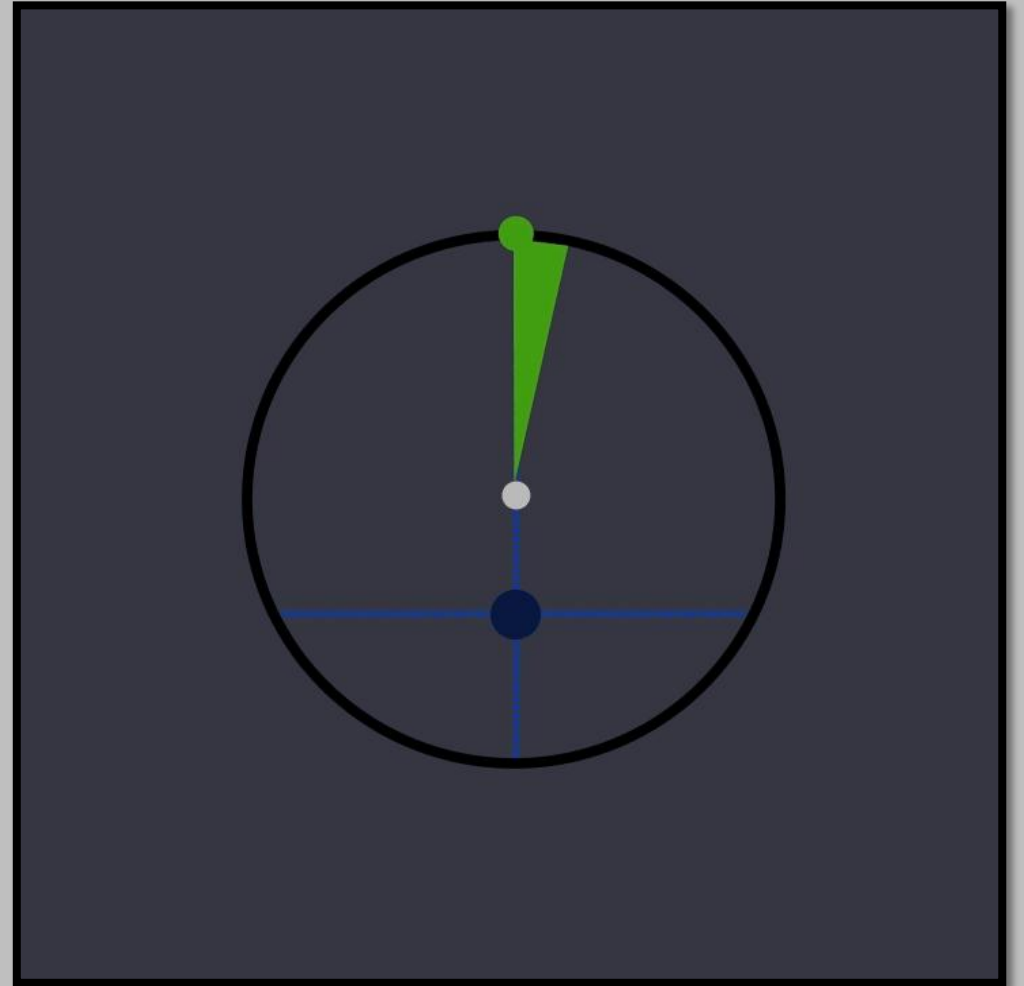
Το γεωκεντρικό μοντέλο - 2

- ▶ Οι επίκυκλοι ερμηνεύουν την ανάδρομη κίνηση των πλανητών



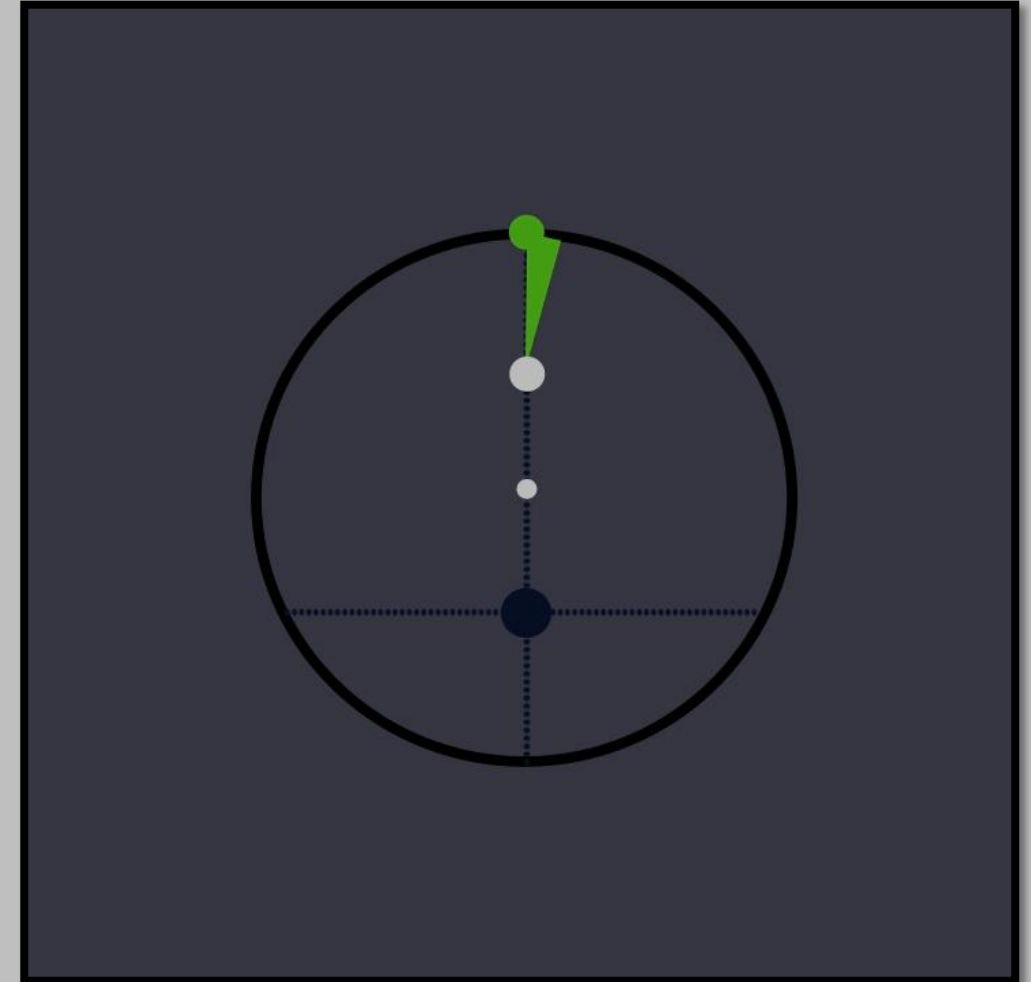
Το γεωκεντρικό μοντέλο - 3

- ▶ Η έκκεντρη περιστροφή ερμηνεύει τις διαφορετικές αποστάσεις κατά τη διάρκεια του έτους



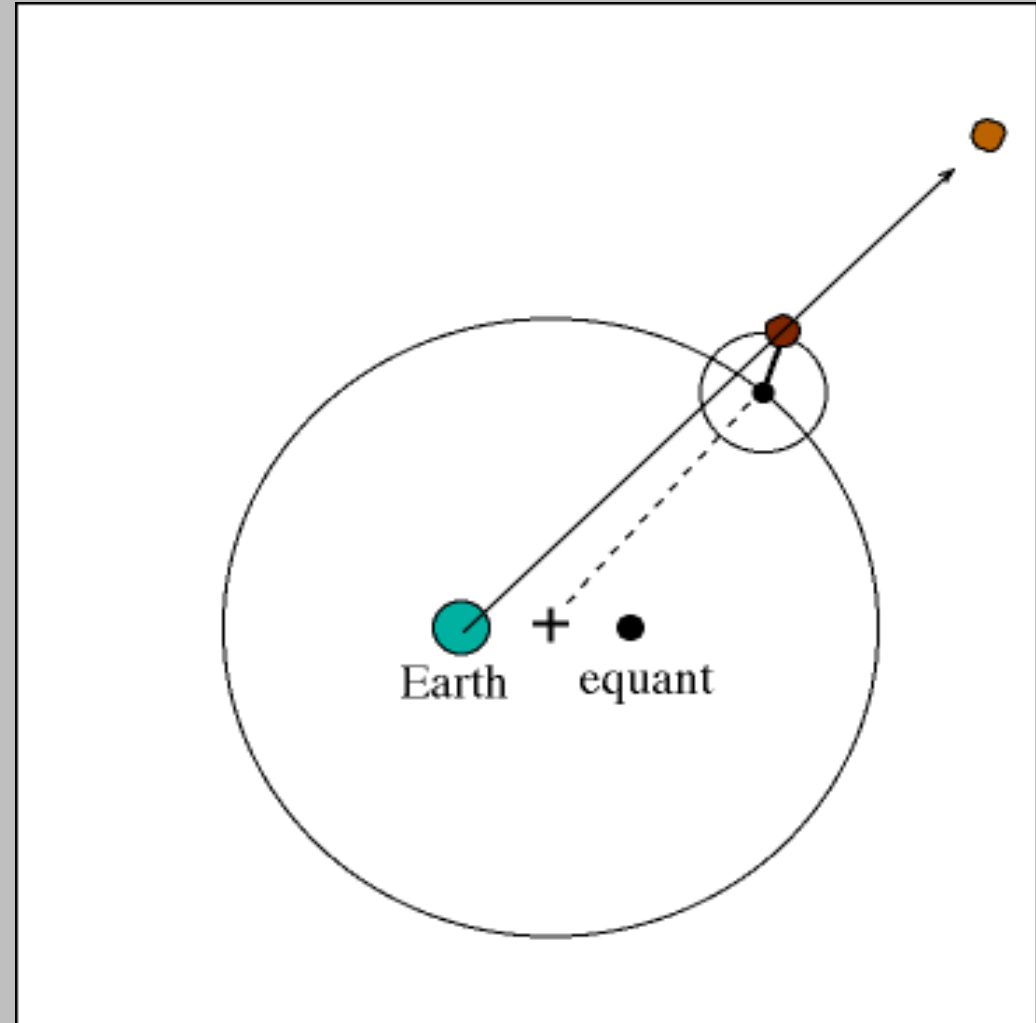
Το γεωκεντρικό μοντέλο - 4

- ▶ Η «πρώτη ανωμαλία» ερμηνεύεται από την περιστροφή της Σελήνης γύρω από σημείο διαφορετικό από το κέντρο του κύκλου



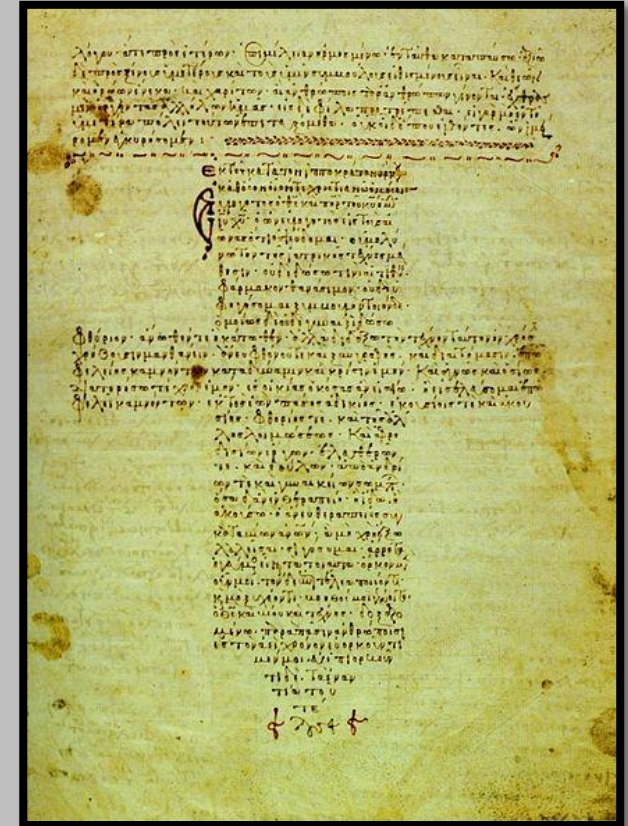
Το γεωκεντρικό μοντέλο - 5

- ▶ Η σύνθεση όλων αυτών των κινήσεων «σώζει τα φαινόμενα»



Ιπποκράτης (460-370 πΧ)

- ▶ Πρωτοπόρος της ιατρικής
- ▶ Η θεωρία του έχει περισσότερη σχέση με τις σύγχρονες ιδέες της ολιστικής ιατρικής και της ομοιοπαθητικής



Ο όρκος του Ιπποκράτη σε σχήμα σταυρού από βυζαντινό χειρόγραφο του 12^{ου} αιώνα
(26)

Ηρόφιλος (335-280 πΧ)

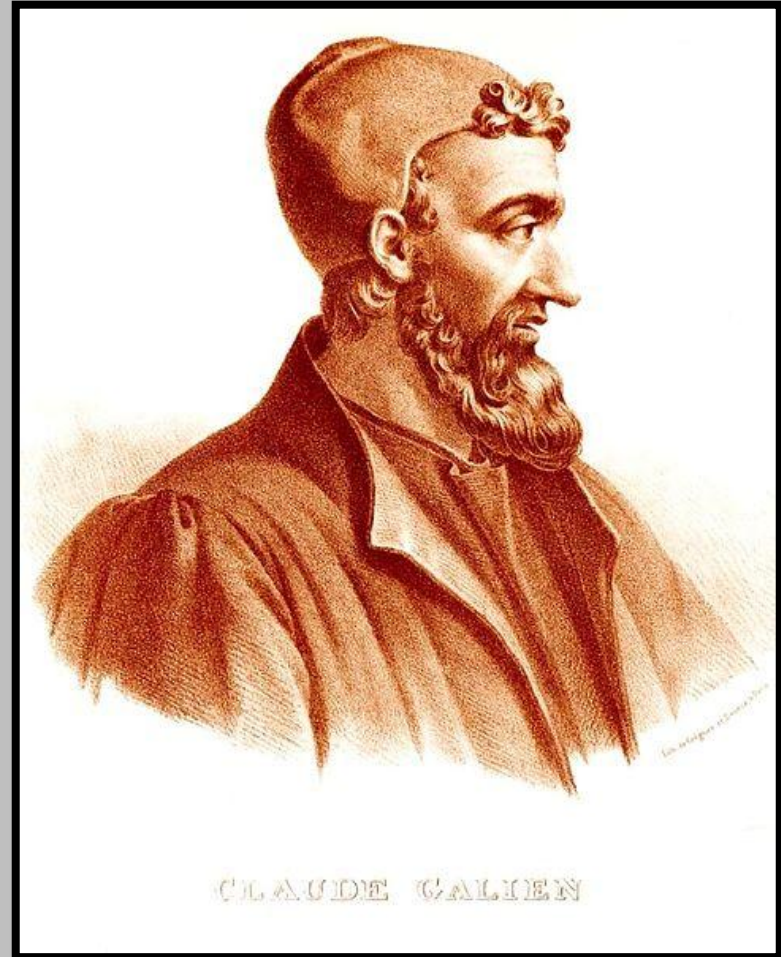
- ▶ Μελέτες του νευρικού συστήματος
- ▶ Μελέτες γυναικολογίας και οφθαλμολογίας
 - ▶ Εισήγαγε το πείραμα στην ιατρική
- ▶ Είχε άδεια να εκτελεί ανατομικές μελέτες, ακόμα και σε ζωντανούς

Ερασίστρατος (304-250 πΧ)

- ▶ Μελέτες του πεπτικού συστήματος
- ▶ Μελέτες της καρδιάς και του αίματος
- ▶ Αντιδιέστειλε τις ψυχολογικές από τις οργανικές ανωμαλίες του εγκεφάλου

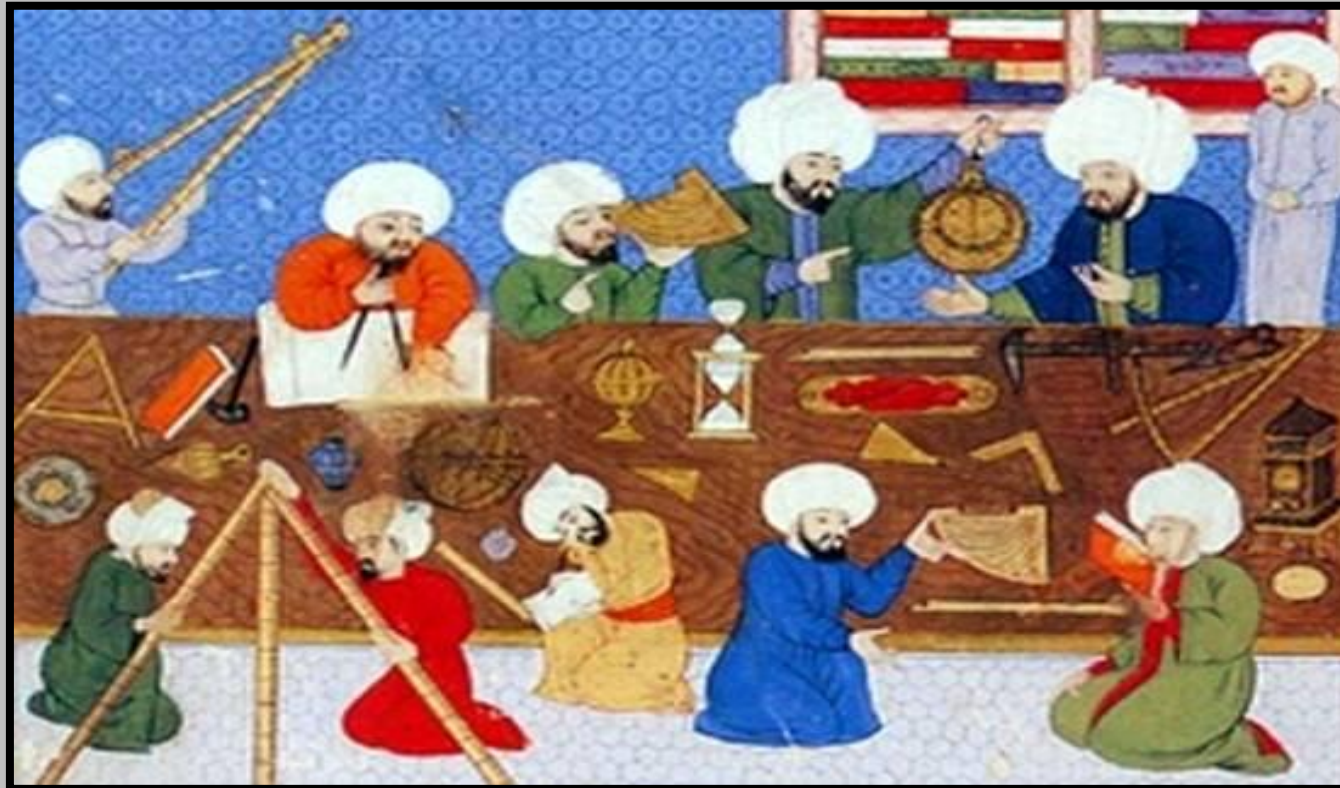
Γαληνός (130-201)

- ▶ Σύστημα ιατρικής γνώσης
- ▶ Παρέμεινε σε ισχύ για 1600 χρόνια



ΣΤΟ ΕΠΌΜΕΝΟ...

- Οι φυσικές επιστήμες στον πρωτοχριστιανικό και αραβικό κόσμο



Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 1

- Εικόνα 1: <"Portrait of ancient greek philosopher Euclid of Megara, founder of the school of Megara."><Δημιουργός: Άγνωστος><PD><http://en.wikipedia.org/wiki/File:Euclid_of_Megara.jpg><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 2: <"Archimedes Thoughtful."><Δημιουργός: Domenico Fetti.><PD> <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Domenico-Fetti_Archimedes_1620.jpg><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 3: <"Archimedes - On the Sphere and Cylinder"><Δημιουργός: Archimedes><PD><http://en.wikipedia.org/wiki/File:Archimedes_-_On_the_Sphere_and_Cylinder.jpg><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 4: <"Archimedes' Pi aproximation"><Δημιουργός: El Caro><CC BY SA><http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pi_archi_approx_inter.svg><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 5: <" Chambers 1908 Archimedean Screw"><Δημιουργός: Rev. Thomas Davidson 1856-1923 (ed.) ><PD><http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chambers_1908_Archimedean_Screw.png><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 6: <"Archimede Sigaud"><Δημιουργός: JC Maxwell.><CC-BY> <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Archimede_Sigaud.jpg><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 7: <"Oxyrhynchus papyrus (P.Oxy. I 29) showing fragment of Euclid's Elements"><Δημιουργός: Euclid><PD><http://en.wikipedia.org/wiki/File:P._Oxy._I_29.jpg><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 8: <"Archimedes lever"><Δημιουργός: Άγνωστος><PD> < http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Archimedes_lever.png><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 9: <"View of two children playing on a seesaw"><Δημιουργός: Chicago Daily News.><PD> < <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Seesaw1902.jpg>><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 10 και 11: <«Το πλανητικό σύστημα του Εύδοξου»><Δημιουργός: Από άρθρο των J J O'Connor and E F Robertson ><Fair Use> < <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Biographies/Eudoxus.html>><JOC/EFR>

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 2

- Εικόνα 12: <"Venus globe"><Δημιουργός: NASA.><PD><http://en.wikipedia.org/wiki/File:Venus_globe.jpg><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 13: <"Mercury"><Δημιουργός: NASA.><PD><http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mercury_in_color_-_Prockter07_centered.jpg><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 14: <"10th century CE Greek copy of Aristarchus of Samos's 2nd century BCE calculations of the relative sizes of the Sun, Moon and the Earth."><Δημιουργός: Aristarchus><PD><http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aristarchus_working.jpg><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 15: <"Eratosthenes"><Δημιουργός: Nordisk familjebok><PD><http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eratosthenes,_Nordisk_familjebok.png><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 16: <" Illustration of Eratosthenes' method of determining the circumference of the Earth"><Δημιουργός: Brian Brondel><CC-BY-SA><<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eratosthenes.bjb.svg>><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 17: <"Hipparchos"><Δημιουργός: Άγνωστος, Χρήστης Maxim><PD> <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hipparchos_1.jpeg><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 18: <" Ptolemy's World Map."><Δημιουργός: Ptolemy><PD><<http://en.wikipedia.org/wiki/File:PtolemyWorldMap.jpg>><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 19: <" Representation of Ptolemy."><Δημιουργός: Άγνωστος><PD><http://en.wikipedia.org/wiki/File:PSM_V78_D326_Ptolemy.png><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 20: <" Fragment principal de la machine d'Anticythère"><Δημιουργός: Marsyas><CC-BY> <http://en.wikipedia.org/wiki/File:NAMA_Machine_d%27Anticyth%C3%A8re_1.jpg><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 21: <" The scheme of the aforementioned division of spheres"><Δημιουργός: Fastfission><PD> <<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ptolemaicsystem-small.png>><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 22: <" Ανάδρομη κίνηση"><Δημιουργός: Προσωπικό έργο βασισμένο σε προγενέστερα έργα από το site <http://faculty.fullerton.edu/cmccconnell/Planets.html>><PD>

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 3

- Εικόνα 23: <" Έκκεντρη περιστροφή"><Δημιουργός: Προσωπικό έργο βασισμένο σε προγενέστερα έργα από το site <http://faculty.fullerton.edu/cmccconnell/Planets.html>><PD>
- Εικόνα 24: <" Η Πρώτη ανωμαλία της σελήνης"><Δημιουργός: Προσωπικό έργο βασισμένο σε προγενέστερα έργα από το site <http://faculty.fullerton.edu/cmccconnell/Planets.html>><PD>
- Εικόνα 25: <" Ptolemaic system."><Δημιουργός: Άγνωστος><Fair Use><<http://abyss.uoregon.edu/~js/glossary/ptolemy.html>>
- Εικόνα 26: <" Twelfth-century Byzantine manuscript the oath was written out in the form of a cross, relating it visually to Christian ideas"><Δημιουργός: Άγνωστος><PD><<http://en.wikipedia.org/wiki/File:HippocraticOath.jpg>><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 27: <" Galen of Pergamon "><Δημιουργός: Pierre Roche Vigneron (1789-1872)><PD><http://en.wikipedia.org/wiki/File:Galen_detail.jpg><Wikimedia Commons>
- Εικόνα 28: <" Ottoman astronomers at work around Taqī al-Dīn at the Istanbul Observatory"><Δημιουργός: Ala ad-Din Mansur-Shirazi><PD><http://en.wikipedia.org/wiki/File:Taqi_al_din.jpg><Wikimedia Commons>