

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Η ιστορία της αστρονομίας

Εισαγωγή.....	σελ. 1
1.1. Προϊστορικό στάδιο-αρχαίοι μύθοι.....	σελ. 2
1.2. Αστρονομία και γεωργία (Ηλιακό ημερολόγιο).....	σελ. 2
1.3. Η μετάβαση από την προϊστορία στην ιστορία.....	σελ. 4
και τα πρώτα χρόνια της ιστορίας	
1.4. Αστρονομικές γνώσεις και παρατηρήσεις.....	σελ. 5
1.5. Αστρονομία στην Μεσοποταμία.....	σελ. 6
1.6. Αστρονομία στην Αίγυπτο.....	σελ. 9
1.7. Αστρονομία στην Κίνα.....	σελ. 11
1.8. Αστρονομία στην Περσία.....	σελ. 14
1.9. Αστρονομία στην Ινδία.....	σελ. 14
1.10. Αστρονόμοι της αρχαίας Ελλάδας.....	σελ. 14
1.10.1. Φιλόλαος.....	σελ. 15
1.10.2. Αναξίμανδρος.....	σελ. 15
1.10.3. Θαλής.....	σελ. 16
1.10.4. Ευδόξος ο Κνίδιος.....	σελ. 16
1.10.5. Αναξαγόρας.....	σελ. 16
1.10.6. Πλάτωνας.....	σελ. 17
1.10.7. Μέτων.....	σελ. 17
1.10.8. Ερατωσθένης.....	σελ. 18
1.10.9. Ηρακλείδης ο Ποντικός.....	σελ. 19
1.10.10. Αρίσταρχος ο Σάμιος.....	σελ. 20
1.10.11. Αριστοτέλης.....	σελ. 21
1.10.12. Ίππαρχος ο Ρόδιος.....	σελ. 22
1.10.13. Πτολεμαίος.....	σελ. 23

1.10.14.Υπατία.....σελ.	26
1.11.Ισλαμικός κόσμος κατά τον μεσαίωνα.....σελ.	26
1.12.Αναγέννηση.....σελ.	28
1.12.1.Κοπέρνικος.....σελ.	28
1.12.2.Κέπλερ.....σελ.	30
1.12.3.Γαλιλαίος Γαλιλέι.....σελ.	33
1.12.4.Νέυτων.....σελ.	35
1.12.5.Σαρλ Μεσιέ.....σελ.	40
1.12.6. Γιόχαν Έλερτ Μπόντε.....σελ.	40
1.13.Εισαγωγή στην σύγχρονη αστρονομία.....σελ.	41
1.13.1. Harlow Shapley.....σελ.	41
1.13.2.Νόμος του Hubble.....σελ.	41
1.13.3. Άλμπερτ Αϊνστάιν.....σελ.	42
1.14.Η σύγχρονη αστρονομία.....σελ.	44
1.14.1. Τηλεσκόπιο JWST.....σελ.	45
2.Εφαρμογή της αστρονομίας στην ναυσιπλῖα	
Εισαγωγή.....σελ.	46
2.1.Όργανα ναυσιπλοΐας.....σελ.	46
2.1.1.Αστρολάβος.....σελ.	46
2.1.2.Τετράντας.....σελ.	48
2.1.3.Εξάντας-οκτάντας.....σελ.	49
2.1.4. .Cross staff (σταυρωτός διοπτήρας).....σελ.	49
2.1.5. Back staff (ανάποδος διοπτήρας).....σελ.	50
2.1.6.Nocturnal.....σελ.	50
2.1.7.Reflecting Circle.....σελ.	51
2.2.Τζον Χάρισον και ο γρίφος του γεωγραφικού μήκους.....σελ.	51 (longtitude problem)

2.3.Αστρονομική ναυσιπλοΐα του 18^{ου} αιώνα.....σελ.	54
2.4.Αστρονομική ναυσιπλοΐα του 19^{ου} αιώνα έως σήμερα.....σελ.	55
Επίλογος.....σελ.	57
Βιβλιογραφία.....σελ.	58

1.ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αστρονομία είναι ένας από τους πλέον συναρπαστικούς και συνάμα ταχύτατα εξελισσόμενους κλάδους της επιστήμης. Ως η αρχαιότερη των επιστημών της φύσης απασχόλησε διάφορους λαούς ανά τον κόσμο. Ήδη από τα προϊστορικά χρόνια ο άνθρωπος προσπαθούσε να ερμηνεύσει και να εξερευνήσει τον κόσμο γύρω του. Η εξερεύνηση αυτή οδήγησε στην πρώτες αστρονομικές παρατηρήσεις και στην εξέλιξη αυτών σε επιστήμη και κατ' επέκταση στην χρήση αυτής σε διάφορους τομείς της ζωής του ανθρώπου . Η επιθυμία προς εξερεύνηση αλλά και η ανάγκες που προέκυπταν από τον τρόπο ζωής του, οδήγησαν στην εφεύρεση διαφόρων μεθόδων πλοήγησης στις οποίες η επιστήμη της αστρονομίας έπαιξε καθοριστικό ρόλο. Η θάλασσα αποτελούσε εμπόδιο, καθώς χώριζε τις ηπείρους μεταξύ τους και τα νησιά από την στεριά. Συνεπώς , έπρεπε να βρεθεί ένας τρόπος να γεφυρωθεί αυτό το χάσμα , πράγμα που όντως επετεύχθη με την εισαγωγή της ναυσιπλοΐας στην ζωή του ανθρώπου. Σταδιακά ο άνθρωπος συνδίασε τη ναυσιπλοΐα με τις κινήσεις και την τοποθεσία των ουράνιων σωμάτων συνειδητοποιώντας πως η φύση ήταν αυτή που έδινε την λύση στο πρόβλημά του. Με αυτόν τον τρόπο κατάφεραν να ξεφύγουν από τα όρια της ακτοπλοΐας και να κατακτήσουν τους ωκεανούς.

Χιλιάδες χρόνια έχουν μεσολαβήσει μεταξύ της πρώτης ανθρώπινης παρατήρησης και της σημερινής εξέλιξης στον αστρονομικό τομέα. Έτσι χιλιάδες λέξεις θα πρέπει να γραφτούν για κάθε βήμα που πραγματοποιήθηκε. Ωστόσο σε μία μόνο εργασία θα ήταν αδύνατο να συμπεριληφθούν όλες οι πληροφορίες με λεπτομέρεια ακριβώς. Για αυτό λοιπόν θα γίνει λόγος για τα σημαντικότερα αστρονομικά επιτεύγματα και αυτό ως επί των πλείστων συνέβαλαν στην εξέλιξη του τομέα της ναυσιπλοΐας. Δεν συνέβησαν ραγδαίες αλλαγές και εξέλιξη ήταν σταδιακή. Ο ένας λαός βασίστηκε στα ήδη υπάρχοντα δεδομένα άλλων λαών και έτσι αλυσιδωτά αναπτύχθηκε μία γνώση που απέκτησε πλέον Οικουμενικό χαρακτήρα.

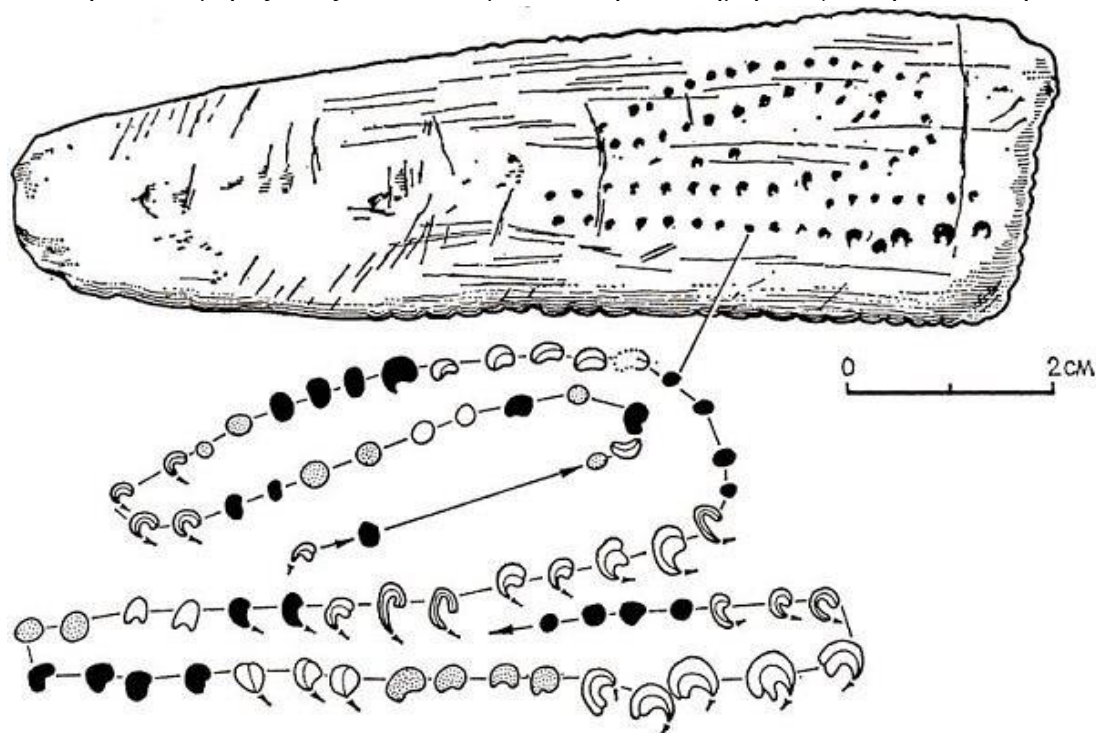
1.1.ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ-ΑΡΧΑΙΟΙ ΜΥΘΟΙ

Σαν μια πρώτη αστρονομική παρατήρηση μπορεί να θεωρηθεί η συνειδητοποίηση του προϊστορικού ανθρώπου σχετικά με την εναλλαγή της μέρας και της νύχτας. Η αναζήτηση των πρώτων σημαδιών της χαραυγής που σηματοδοτούσε την έναρξη της μέρας και οι πρώτοι συσχετισμοί με τις αλλαγές των εποχών ήταν οι πρώτες του ανησυχίες που τον οδήγησαν στην παρατήρηση του ουρανού. Όλα τα αστρονομικά φαινόμενα που παρατηρεί συνδέονται με μύθους και φανταστικές ιστορίες. Ο πρωτόγονος άνθρωπος είναι μυστικοπαθής κυριευμένος από τα συναισθήματά του αποκλίνει από τους κανόνες της λογικής . Περιτριγυρισμένος από αόρατες δυνάμεις και εξουσίες αποδίδει ό,τι είναι παράδοξο και καινούριο σε απόκρυφες δυνάμεις. Είναι αδύνατον να κατανοήσει φυσικούς κανόνες , ο κόσμος γύρω του είναι ρευστός, τίποτα δεν είναι ασφαλές.Αποδίδει μεταφυσικές ιδιότητες σε καιρικά φαινόμενα τα οποία συνδέονται με τον ουρανό και πλάθει μύθους. Με την πάροδο του χρόνου οι μύθοι πληθαίνουν. Τα άστρα , ο ήλιος , το φεγγάρι αποτελούν ζωντανά όντα. Οι εκλείψεις ηλίου ή οι εμφανίσεις κομητών προκαλούν τρόμο και δέος.Η φαντασία γεμίζει τον ουρανό με γίγαντες , ήρωες , μυθικά τέρατα και ζώα. Ακόμα και η εναλλαγή της μέρας και της νύχτας εξαρτώνται από θεότητες. Για τους πρωτόγονους ο ουρανός είναι ένας άλλος κόσμος με τα δικά του όντα φυσικά μέρη και κατοίκους , ο οποίος δεν απέχει πολύ από τον δικό τους. Σταδιακά δημιουργούνται θεωρίες και μύθοι κοσμογονίας που συνδέονται με τον ουρανό και τα ουράνια σώματα.(Ο ουρανός στηρίζεται στις πλάτες γιγάντων, ύπαρξη ιερών φυτών που αναπτύχτηκαν και ανύψωσαν τον ουρανό κ.ά.), Η έμφυτη περιέργεια του ανθρώπου και η επιθυμία να εξερευνήσει και να κατανοήσει τον κόσμο γύρω του ήταν αυτή που γέννησε όλους αυτούς τους μύθους και τις ιστορίες. Με την ένταξη του ορθολογισμού και της επιστημονικής σκέψης ο άνθρωπος θα οδηγηθεί στην ανακάλυψη μια νέας αλήθειας μέσω της αστρονομίας .

1.2.ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΑ (ΗΛΙΑΚΟ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ)

Η ανάπτυξη της γεωργίας παίζει καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη του ανθρώπινου είδους. Οι πρώτες ανθρώπινες ομάδες ήταν νομαδικές. Η γεωργία ανάγκασε τους λαούς να εγκατασταθούν μόνιμα σε περιοχές , πράγμα που ήταν ουσιώδες για τον πολιτισμό.Θεωρείται ότι η γεωργία πρωτοεμφανίστηκε σε λαούς κυνηγών , οι οποίοι ίσως εγκαταστάθηκαν μόνιμως σε δασικές περιοχές με άφθονο κυνήγι και βρώσιμους καρπούς. Η αυτόματη βλάστηση των καρπών παρατηρήθηκε και πιθανότατα έδωσε την ιδέα της σποράς. Σε πολλές περιπτώσεις η εξασθένιση του εδάφους οδηγούσε τους λαούς σε μετακινήσεις εκτός από κάποιες περιοχές γεωγραφικά προνομιούχες οι οποίες πλημμύριζαν από ποταμούς και περέμεναν εύφορες. Αυτό εξηγεί και την μεγάλη συγκέντρωση αρχαίων πολιτισμών στις πεδιάδες του Νείλου , του Ευφράτη ,του Ινδού (ποταμού) , τις πεδιάδες της Κίνας κ.ά. Αυτό το στάδιο της γεωργίας αποτέλεσε το χρίσμα της αστρονομίας.

Όπως αναφέρθηκε , η εγκατάσταση των νομαδικών λαών και ως αποτέλεσμα η ενασχόληση του με την γεωργία αποτέλεσε το έναυσμα για την έναρξη κάποιων ουράνιων παρατηρήσεων. Προσοχή δόθηκε στις φάσεις της σελήνης και στην διαδοχή και διάρκεια μέρας-νύχτας. Οι φάσεις της σελήνης ήταν ο ευκολότερος και πρακτικότερος τρόπος ταξινόμησης της μέρας , διότι μια φάση αποτελείται περίπου απο τριάντα μέρες. Ως αποτέλεσμα τα πρώτα ημερολόγια ήταν σεληνιακά.



Το αρχαιότερο ημερολόγιο βρέθηκε σε σπηλιές στην Γερμανία και Αγγλία χρονολογείται στο 32.000 π.Χ (Nasa-The Oldest Lunar Calendar)

Από την ανάπτυξη των γεωργικών κοινωνιών προέκυψε η ανάγκη δημιουργίας ενός ημερολογίου που να ορίζει τις περιόδους σποράς και θερίσματος. Παρατηρήθηκε ότι τον χειμώνα ο ήλιος το μεσημέρι βρισκόταν χαμηλά στον ορίζοντα , ενώ το καλοκαίρι βρισκόταν ψηλά. Το βράδυ στον ορίζοντα όταν είχε μόλις εξαφανισθεί ο ήλιος εντοπιζόνταν κάποια άστρα υπό το λυκόφως. Παρατηρώντας αυτά τα άστρα για πολλές μέρες συνεχόμενα και σημειώνοντας τις θέσεις τους προκύπτει το συμπέρασμα ότι τα άστρα αυτά κινούνταν μέρα με την μέρα προς μια κατεύθυνση προς τον ήλιο σαν να βυθίζονταν αργά. Έπειτα από ένα χρονικό διάστημα εξαφανίζονταν τελείως. (το φαινόμενο αυτό -αναφερόμενοι στα σύγχρονα δεδομένα- ονομάζεται ηλιακή δύση). Έπειτα από την πάροδο κάποιων ημερών , παρατηρώντας τον ήλιο τις πρώτες πρωινές ώρες εντοπίστηκε η επανενφάνιση των άστρων (ηλιακή ανατολή) . Προέκυψε λοιπόν το συμπέρασμα ότι ο ήλιος προχωρεί απο την ανατολή προς την δύση ανά των αστερισμών αυτών. Μέσω αυτών των παρατηρήσεων δημιουργήθηκε ένα ημερολόγιο βασισμένο στην τροχιά του ήλιου ανά τους ζωδιακούς αστερισμούς (σύγχρονη ονομασία τους) . Πρέπει να γίνει γνωστό ότι η φύση των παρατηρήσεων αυτών ήταν αρκετά απλή και απήχαν κατά πολύ από την επιστημονική μέθοδο. Παρόλα αυτά η μελέτη των αστερισμών των ωρών της

ανατολής και της δύσεώς τους και ο συσχετισμός τους με τον ήλιο έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στις διεργασίες της γεωργίας (χρόνος-εποχή με ευνοϊκές συνθήκες σποράς και ανάπτυξης των φυτών, αναπαραγωγή των ζώων που χρησιμοποιούσαν στην γεωργία). Η γεωργικοί λαοί αισθάνθηκαν την ανάγκη της δημιουργίας ενός ημερολογίου βασισμένο στην περίοδο του ηλίου που σχετιζόταν με τις γεωργικές τους δραστηριότητες. Μέσω της προσπάθειας αυτής και την σύνδεση των ηλιακών παρατηρήσεων με τις παρατηρήσεις της σελήνης δημιούργησαν την πρώιμη αστρονομία. Άσχετα με την πρόοδο που παρατηρείται σχετικά με τις ουράνιες παρατηρήσεις ο πρωτόγονος άνθρωπος παραμένει προσκολλημένος σε δεισιδαιμονίες. η ακαλιέργητη γη και η νέα συγκομιδή θεωρούνται ιερές. Θεωρεί ότι η εφορία του εδάφους και ανάπτυξη των καρπών προκαλείται μέσω της διεξαγωγής ιεροτελεστιών και διατηρείται με θυσίες αφιερωμένες σε θεότητες. Συνήθως η μορφή και ο χαρακτήρας των ιεροτελεστιών επηρεάζεται από τις εναλλαγές των εποχών.Γενικά ο χαρακτήρας των ιεροτελεστιών κατά την έλευση της άνοιξης ήταν εύθιμος σε αντίθεση με αυτές που πραγματοποιούνταν στις αρχές του φθινοπώρου.

1.3.Η ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΑ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΩΤΑ ΧΡΟΝΙΑ ΤΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ

Στο πέρασμα του χρόνου συντελέστηκαν ποικίλες αλλαγές σε διάφορα επίπεδα στη ζωή των ανθρώπων. Αυτές οι αλλαγές επηρέασαν και τον τρόπο οργάνωσής τους από τον νομαδικό τρόπο ζωής σταδιακά λόγω διαφόρων παραγόντων οδηγήθηκαν στις οργανωμένες κοινωνίες η λειτουργία των οποίων βασιζόταν στο νοικοκυριό.Η εμφάνιση της καλλιέργειας αποτέλεσε επανάσταση για το ανθρώπινο είδος. Η γεωργία ως αποτέλεσμα οδήγησε και στην εμφάνιση της αστρονομίας η οποία συνδέθηκε με ποικίλες ανθρώπινες δραστηριότητες όπως η ναυτιλία. Ωστόσο μέχρι να φτάσουμε στο σημείο να γίνει λόγος για την αστρονομία με τη σύγχρονη έννοια μεσολάβησαν χιλιάδες χρόνια Βήμα βήμα με μέσο την περιέργεια η ανθρωπότητα οδηγήθηκε από το άγνωστο στην κατάκτηση της γης και στην κατανόηση του σύμπαντος.

Η μετάβαση από τα χρόνια της προϊστορίας στην ιστορία πραγματοποιείται μέσω της ανακάλυψης της γραφής. Ως γραφή μπορούν να θεωρηθούν ακόμα και τα πρώτα σχέδια στα τοιχώματα των σπηλαίων η τα πρώτα σύμβολα και σχήματα. Η ακριβής εποχή εμφάνισης αυτών των πρώτων μορφών γραφής δεν μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια υπολογίζεται περίπου κατά την 4η χιλιετία προ χριστού. Μέσω της γραφής πραγματοποιείται η μεταβίβαση των γνώσεων που έχουν κατακτηθεί με ακρίβεια σε μεταγενέστερες γενεές πράγμα που αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την περαιτέρω εξέλιξη.Η πρώτη γραφή αλφαβητικής μορφής (φοινικικής καταγωγής) χρονολογείται στο 3500 π.Χ.



Limestone Kish tablet from Sumer with pictographic writing; may be the earliest known writing, 3500 BC. Ashmolean Museum Wikipedia.

Κατά τον 10ο με 12ο αιώνα προ χριστού η αντίληψεις σχετικά με τον κόσμο των αυτοκρατοριών της εποχής παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες . Οι ιδέες που επικρατούν βασίζονται στα φαινόμενα που παρατηρούνται και περιορίζονται στις δυνατότητες των αισθήσεων. Αναδύουν ερωτήματα σχετικά με το σχήμα της γης εάν έχει κάποιο τέλος και που στηρίζεται ως αντικείμενο. Κάποιοι λαοί φαντάζονται τη γη ως μία επίπεδη επιφάνεια ενώ άλλοι θεωρούν στρογγυλή (Κίνα και Αίγυπτος). Σχετικά με τη στήριξη της γης εντοπίζονται συχνές αναφορές σε στύλους η διαφορά στηρίγματα. Μία άποψη φαινομενικά καλύτερη είναι αυτή που θέλει τον κόσμο να επιπλέει σε έναν απέραντο ωκεανό ως συνέπεια πιστεύεται πως ο κόσμος είναι ένα κύλο κατασκευάσμα βυθισμένο ως ένα σημείο με τμήματα που εξέχουν πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και τμήματα βυθισμένα σε αυτήν. Τέτοιου είδους αντιλήψεις είναι λογικό να προκύψουν εφόσον το νερό είναι το κύριο στοιχείο της γης. Από τις αστρονομικές παρατηρήσεις πηγάζουν και η κοσμολογίες των λαών της εποχής οι οποίες δεν θα αναφερθούν διότι αποτελούν αντικείμενα της φαντασίας και παρεκκλίνουν από την αστρονομία. Το υπερφυσικό στοιχείο κυριαρχεί σε αυτές.Ο επίγειος και ουράνιος κόσμος αποτελούν μέρη με τόπους νοητά πλασμένος κατοικίες θεοτήτων και μυθικών πλασμάτων.

1.4.ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Η παρατήρηση του ουρανού και των κινήσεων των ουράνιων σωμάτων προϋποθέτει και τη δημιουργία ορισμένων εργαλείων ή μεθόδων .Για να κατανοήσουμε αυτά που πέτυχαν οι αρχαίοι σχετικά με την αστρονομία θα πρέπει να λάβουμε υπόψη την απλότητα των οργάνων που είχαν στην διάθεσή τους.

Μέτρηση του χρόνου: σημαντικό ρόλο στις αστρονομικές παρατηρήσεις παίζει η μέτρηση του χρόνου. Οι Χαλδαίοι ή Σουμέριοι είχαν δημιουργήσει ένα είδος αρχαϊκού ρολογιού τον Πόλο. Πρόκειται για μία μορφή ηλιακού γνώμονα με την εξής δομή: αποτελείται από ένα ημισφαίριο σκαμμένο στη γη ή σε πέτρινο όγκο. Ένα σφαιρίδιο πάνω σε ένα στέλεχος κρεμασμένο σε μία αλυσίδα το οποίο



Wikipedia ancient mesopotamian sundial

είναι σταθερό στο κέντρο της σφαίρας. η σκιά του σφαιριδίου στα τοιχώματά του σκαμμένου ημισφαιρίου αποτελεί την εικόνα του ήλιου στον ουράνιο θόλο. Πάνω στο ημισφαίριο υπήρχαν διαβαθμίσεις-υποδιαιρέσεις για τον υπολογισμό χρονικών περιόδων οι οποίες ισχύουν καθόλη τη διάρκεια των εποχών του χρόνου. Τα δύο στοιχεία αυτά δεν εντοπίζονται στις απλούστερες μορφές γνωμώνων.

Για τις μετρήσεις μικρών χρονικών διαρκιών υπήρξε το αμφορολόγιο και το υδρορολόγιο ή κλεψύδρα. Η κλεψύδρα μπορούσε να δίνει και το χρόνο κατά τη διάρκεια της νύχτας εφόσον έχει ρυθμιστεί στην δύση ή την ανατολή ορισμένων άστρων.

Μέτρηση των κατευθύνσεων: η παρατήρηση της φωτεινής ακτίνας ενός αστεριού καθώς έρχεται μπορεί να θεωρηθεί ως ένας γνώμονας. Στη συνέχεια δύο γνώμονες αρθρωμένοι σε μία άκρη σχηματίζουν έναν διαβήτη ο οποίος παρουσιάζει την γωνία των δύο κατευθύνσεων. Στο διαβήτη προστίθεται ένας βαθμολογημένος κύκλος ο οποίος δίνει τη μέτρηση της γωνίας. Η ακρίβεια του ενός γνώμονα μπορεί να αυξηθεί με την τοποθέτηση μεταλλικών πινακίδων τρυπημένων στα άκρα του γνώμονα. Οι τελειοποιήσεις αυτού του τύπου εμφανίζονται πολύ αργότερα και αποδίδονται στον ίππαρχο. Οι Αιγύπτιοι χρησιμοποιούσαν καλάμια για τις σκόπευση-διόπτρευση άστρων. Τα ωραιότερα εργαλεία της αρχαίας αστρονομίας υπήρξαν τα ψέλια το ψέλι είναι μία σφαίρα συχνά μεγάλη και βαριά την οποία προσανατολίζουμε κάθε στιγμή που ερευνούμε και γίνεται απευθείας σύγκριση με τον ουρανό. Το ψέλι έχει κινητούς γνώμονες για ακτίνες και βαθμολογημένους κύκλους. Πρώτη εμφάνιση τους εντοπίζεται στην κίνα. Επανευεβρέθησαν όμως αργότερα στη σχολή της αλεξάνδρειας κατά το δεύτερο αιώνα προ χριστού. σε μεταγενέστερα όργανα παρατηρείται η εμφάνιση συνθετών εργαλείων αποτελούμενα από μοχλούς τροχαλίες καθρέπτες βίδες και άλλα.

1.5.ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΣΤΗΝ ΜΕΣΟΠΟΤΑΜΙΑ

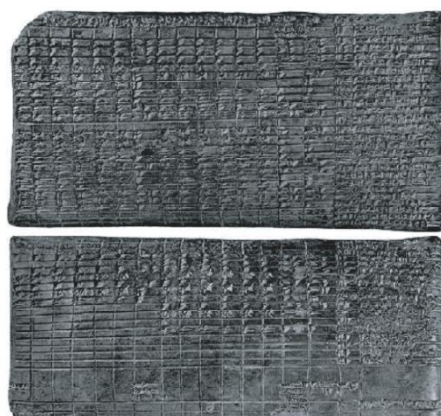
Η συμβολή των λαών της μεσοποταμίας δεν μπορεί να περάσει απαρατήρητη. Στην πόλη της γενεύης έχουν βρεθεί πινακίδες με αποσπάσματα ενός συγγράμματος

αστρονομίας όπου γίνεται περιγραφή της όψης των αστερισμών κατά την ανατολή τους η οποία συνδέθηκε με προβλέψεις για το βασιλιά και το έθνος. Παράλληλα υπήρχε ένας κατάλογος με προφητείες αλλά και εκλείψεις ηλίου. Σύμφωνα με τον Σιμπλικίο ο Καλλισθένης είχε μία συλλογή παρατηρήσεων σχετικά με τις εκλείψεις η οποία ωστόσο έχει χαθεί. Υπάρχει πληθώρα υλικού κατά τον 7ο αιώνα προ χριστού τουλάχιστον 300 αστρονομικές πινακίδες έχουν βρεθεί με εκλείψεις θέσεις πλανητών και τα λοιπά, οι οποίες αποτελούν κράμα προφητειών και παρατηρήσεων. Οι πινακίδες του Σάργωνος κάνουν λόγο για το συσχετισμό των σημείων του ορίζοντα και των θέσεων των μνημείων ώστε οι γωνίες των κτιρίων να στρέφονται προς τα τέσσερα σημεία του ορίζοντα.



Babylonian mathematic Clay Table 1800 BC
Wikipedia Columbia University

Αξίζει να αναφερθεί πως οι χαλδαίοι ήδη από τους αρχαίους χρόνους δημιούργησαν σύνολα άστρων και έτσι προέκυψαν οι



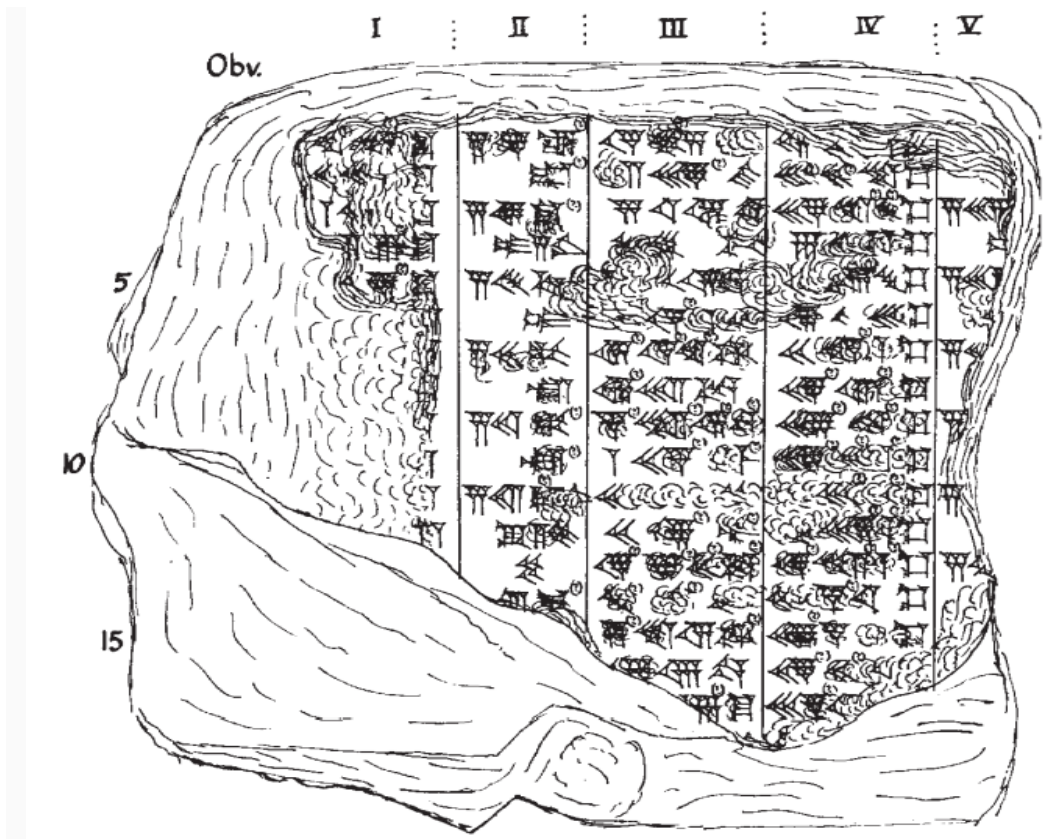
Month by month wages account for the temple of Enlil at Nippur, for the year 1295 bce. University of Pennsylvania. A. T.

αστερισμοί. Σύμφωνα με τις αρχαίες πινακίδες ήταν 17 στην οδό του ανού (ισημερινός) 23 στην οδό του Ενλίλ (βόρεια γραμμή) και 12 στην οδό του εά (ανταρκτική γραμμή) οι οποίοι αποτελούσαν τους θεούς του ουρανού της γης και των υδάτων αντίστοιχα. Σε πολύ πρόωμη φάση εντοπίζεται στην χαλδαία και ο ζωδιακός κύκλος. Σε μνημεία του 12ου αιώνα π.Χ. εντοπίστηκαν οι αστερισμοί του ταύρου του λέοντος του σκορπιού και του αιγόκερου. Στην εποχή του Ασουρμπανιπάλ παρατηρείται προχωρημένη συστηματοποίηση αφού υπάρχει πινακίδα που αναφέρει ήδη 12 τμήματα του ζωδιακού κύκλου.

Η πινακίδα του Καμβύση επέτρεπε να καθοριστεί η θέση ενός άστρου στον μεσημβρινό καθώς μείωσε τα 12 σχήματα του ζωδιακού κύκλου και υποδιείρεσε το καθένα σε 3 τμήματα των 10 μοιρών. Οι χαλδαίοι ενδιαφέρθηκαν για την πορεία του ήλιου της σελήνης και των πλανητών και δημιούργησαν τις γραμμές των άστρων με βάση τις οποίες καθορίζουν τις θέσεις τους. Οι βαβυλώνιοι δημιούργησαν δικό τους ημερολόγιο βασισμένο στην σελήνη. Όριζε πως ο μήνας άρχιζε κατά την εμφάνιση της νέας ημισελήνου και ότι κάθε σεληνιακή περίοδος περιείχε 29,5 μέρες. Με αρκετή δυσκολία προσπάθησαν να συνδέσουν αυτό το ημερολόγιο με τις κινήσεις

του ήλιου .Διάλεξαν μάλιστα και τους δυο τρεις αστερισμούς και άστρα που θα πραγματοποιούσαν την ηλιακή τους ανατολή μέσα στο μήνα.

Επειδή, όλες αυτές οι παρατηρήσεις άργησαν να συντελεστούν θεωρείται λογικό το γεγονός πως δεν κατάφεραν να αντιληφθούν έναν κύκλο σαν αυτό του Μέτωνος ώστε να λύσουν τα προβλήματά τους σχετικά με το ημερολόγιο. Σημαντικό στοιχείο σχετικά με τον τομέα των εκλείψεων αποτελεί η επινόηση του Σάρου .Ετσι ορίζεται μία περίοδος 18 ετών και 11 ημερών που χρησίμευε από την αρχαιότητα για την πρόβλεψη των εκλείψεων του ήλιου και της σελήνης. Μόλις ολοκληρωθεί μία έκλειψη ο ήλιος η γη και η σελήνη επανέρχονται σχεδόν στις ίδιες θέσεις και οι συνθήκες είναι ευνοϊκές για μία νέα επικείμενη έκλειψη. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται κύκλος του Σάρου



The latest datable Ephemeris, from Babylon, recording lunar and solar eclipse possibly from the years 12 bce–43 ce now housed in the British Museum. T. G. Pinches and J. N. Strassmaier

Οι χαλδαίοι ήταν αυτοί στους οποίους αποδίδεται η αρχαιότερη ιστορική καταγραφή του Σάρου .Ωστόσο δεν υπάρχουν έγγραφα που να τεκμηριώνουν επισήμως τη χρήση του από τους χαλδαίους. Γενικότερα λόγω διαφόρων συνθηκών που εμπόδισαν τις παρατηρήσεις τους η έλλειψη πληροφοριών θεωρείται λογική. Κατά βάση όμως οι εκλείψεις με τις οποίες ασχολούνταν οι Χαλδαίοι ήταν σεληνιακές .Σύμφωνα με τον Γέμινο στους Χαλδαίους αποδίδεται και η επονομαζόμενη εξέλιξη .Μία περίοδος που αντιστοιχεί χρονικά σε τρεις Σάρους.

Ωστόσο πιθανότερα αυτή η περίοδος αποδίδεται στους αρχαίους Έλληνες. Τα δεδομένα οδηγούν στο ότι αφού συμβεί μία σεληνιακή έκλειψη μετά το πέρας 15 ημερών υπάρχει δυνατότητα να γίνει και μία ηλιακή έκλειψη. Άρα με κάθε νέα σελήνη μπορούσε να προηγηθεί ή να ακολουθήσει μία προβλεπόμενη σεληνιακή έκλειψη. Όμως όλες αυτές οι προβλέψεις ήταν απλώς εμπειρικές καθώς ακόμη αγνοούνταν σημαντικά στοιχεία όπως η σφαιρικότητα της γης κλπ. Το χαλδαϊκό ημερολόγιο λοιπόν που βασιζόταν στην σεληνιακή περίοδο σχετιζόταν με τις ηλιακές αλλά και με τις σεληνιακές εκλείψεις.

Σαν λαός οι χαλδαίοι διαθέτουν προβάδισμα στις αστρονομικές παρατηρήσεις σε σχέση με τους Αιγύπτιους παραδείγματος χάρι. Επομένως, πριν από την παρουσία της ελληνικής σκέψης στον αστρονομικό τομέα είχαν πραγματοποιηθεί άλματα από τους Βαβυλώνιους. Η πρόβλεψη των εκλείψεων, ο ζωδιακός κύκλος, οι περιστροφές των πλανητών κλπ είχαν ήδη κατακτηθεί. Μάλιστα η αστρονομία απέκτησε και μία μαθηματική φύση και ορθολογιστική διάσταση.

1.6.ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΣΤΗΝ ΑΙΓΥΠΤΟ

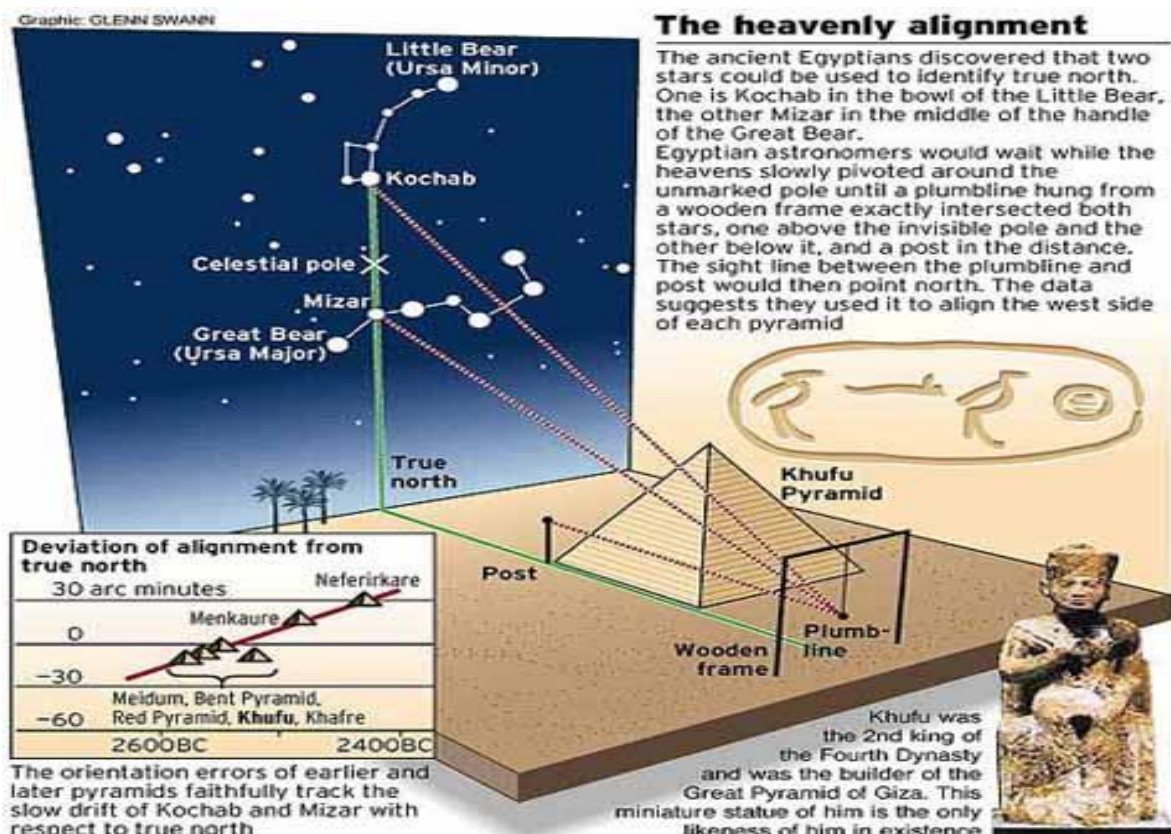
Η αστρονομία των αιγυπτίων θα έλεγε κανείς πως ήταν σε πρωτόγονο στάδιο για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα καθώς περιοριζόταν σε παρατηρήσεις στο επίπεδο του ορίζοντα. Ο ισημερινός και τα άστρα έπαιζαν θεμελιώδη ρόλο. Αντίθετα η σελήνη και οι πλανήτες έγιναν αντικείμενο μόνο ασύνδετων παρατηρήσεων. Επίσης δεν δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στις εκλείψεις και οποιαδήποτε σχέση με τον ζωδιακό κύκλο ήταν από ξένες επιρροές.

Οι αιγύπτιοι έδειξαν ενδιαφέρον για τον προσδιορισμό της ώρας καθόλη τη διάρκεια της ημέρας. Την ημέρα την προσδιόριζαν με βάση την κατεύθυνση της σκιάς ενός αντικειμένου ενώ τη νύχτα βάσει κάποιου άστρου. Σταδιακά θέλησαν να προσεγγίσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια το θέμα. Η ηλιακή ανατολή των άστρων ήταν αυτή που θα χρησίμευε για τη διαίρεση του έτους σε ίσες περιόδους. Έτσι επέλεξαν 30 άστρα για αυτό το σκοπό αρκετά κοντά στον ισημερινό. Η ηλιακή ανατολή καθενός από αυτά τα άστρα καθορίζει την έναρξη μιας δεκάδας. Από αυτό προέκυψαν και ονομασίες δεκάδες στις οποίες αποδόθηκε μία μυστηριώδης δύναμη και ένας ρόλος μυθικός. Ο αστέρας Σείριος ή αλλιώς Σώθις ήταν κυρίαρχος στον ουρανό. Μάλιστα η σημασία τους στην αστρονομία των αιγυπτίων ήταν τόσο μεγάλη που η κατάσταση του ουρανού κατά την ανατολή του ταυτίστηκε με την κατάσταση του κόσμου κατά τη δημιουργία του.

Κατά την 4η χιλιετία προ χριστού η ανατολή του σείριου συνέπεσε με την αρχή της ευεργετικής πλημμύρας του Νείλου. Έτσι συνδέθηκε από τους Αιγύπτιους με τη γεωργία και καθόριζε τα έργα τους. Το αιγυπτιακό ημερολόγιο σε πρώιμο στάδιο παρουσίασε πολλά κενά. Οι αιγύπτιοι πιστεύουν πως το έτος έχει 360 μέρες και σύντομα αυτή η λανθασμένη αντίληψη οδηγήσει σε διάφορα προβλήματα. Έτσι προσέθεσαν το αόριστο έτος για να καλύψουν τα χρονικά κενά και να εξισορροπήσουν τα πράγματα αυξάνοντας το έτος κατά 5 επαγόμενες ημέρες. Όμως

και πάλι έλειπε το 1 τεταρτο της ημερας ανα έτος πράγμα που σε διάρκεια 120 ετών οδηγούσε σε σφάλμα κατά το οποίο οι εποχές προηγούνταν κατά ένα μήνα. Με το πέρασμα του χρόνου οι Αιγύπτιοι οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα πως το έτος αποτελείται από 365 ημέρες και ένα τέταρτο και μάλλον αποτελούν οι πρώτοι που το γνώριζαν αυτό. Παρόλο όμως που τα κενά του ημερολογίου είχαν καλυφθεί συνέχισαν να χρησιμοποιούν τον παλιό τρόπο υπολογισμού του έτους διότι δεν ήταν δυνατό να αλλάξουν τις ημερομηνίες των τελετών. Το 338 π.Χ. οι Πτολεμαίοι προτείνουν να εισαχθεί μία έκρη επαγόμενη ημέρα κάθε τέσσερα έτη κάτι που δεν έγινε δεκτό και συνεχίστηκε η χρήση του αορίστου ημερολογίου έως τον 4ο αιώνα μ.Χ.

Το αόριστο έτος ξεκινούσε με την ηλιακή ανατολή του σείριου και χωριζόταν σε τρεις εποχές των τεσσάρων μηνών Γενικότερα η αστρονομία των Αιγυπτίων θεωρείται κατώτερη αυτή των χαλδαίων και σε αυτό έπαιξε κύριο ρόλο η ατέλεια του ημερολογίου τους. Επιπλέον η αδιαφορία για τις εκλείψεις και τον σεληνιακό κύκλο αλλά και απουσία προσπαθειών ενοποίησης του αστικού και του γεωργικού ημερολογίου αποτέλεσαν εμπόδιο στην ανάπτυξη της αιγυπτιακής αστρονομίας. Τα εργαλεία τους έμειναν στοιχειώδη και δεν ενδιαφέρονταν παρά μόνο για την ημερήσια κίνηση και τις ηλιακές ανατολές. Τέλος ακόμη και η ενασχόληση με τον ζωδιακό κύκλο επήλθε μετά από ξένη επιρροή ιδίως κατά την τρίτη χιλιετία που ήρθαν σε επαφή με τη βαβυλώνα. Συνεπώς παρατηρείται περιορισμένη ανάπτυξη στην αιγυπτιακή αστρονομία λόγω των προαναφερθέντων παραγόντων χωρίς ωστόσο να εκμηδενίζονται η παρουσία του στον τομέα αυτό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο προσανατολισμός των πυραμίδων της Γκίζας που οικοδομήθηκαν κατα την 3η χιλιετία π.Χ. Τα άκρα της πυραμίδας κοιτούν προς τα σημεία του ορίζοντα και τον αληθή Βορρα με σφάλμα κατα προσέγγιση ενός δεκάτου της μοίρας.



Ακόμα η πυραμίσα της Σακκάρας αρχαιότερη κατα ένα με δύο αιώνες παρουσιάζει σφάλμα μεγαλύτερο των τεσσάρων μοιρών. Έυκολα συμπερένουμε οτι ο ακριβής προσανατολισμός των σημείων του ορίζοντα επετεύχθει κατα την 3 χιλιετιρία π.Χ. Στην βόρεια πλευρά των πυραμίδων υπήρχαν διάδρομοι κλίσεως 26-27 μοιρών οι οποίοι επέτρεπαν να σκοπευθεί το άστρο Αλφα του δράκοντος. Ο πολικός αστέρας εκείνης της εποχής. Αυτά τα στοιχεία παρουσιάζουν το ενδιαφέρον που έτρεφαν από νωρίς οι Αιγυπτιοι για τον κόσμο και τον ουρανό.

1.7.ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΣΤΗΝ ΚΙΝΑ

Η αστρονομία μπορεί να θεωρηθεί η σημαντικότερη επιστήμη της Κίνας εάν ληφθεί υπόψη ότι το χρίσμα της εξουσίας των ηγετών λαμβάνονταν από τον ουρανό ερμηνεύοντας σημάδια και οιωνούς. Οι πρώτες αστρονομικές παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν με σκοπό την μέτρηση του χρόνου και την καταγραφή διαφόρων συμβάντων ώστε να δημιουργηθεί ένα ημερολόγιο. Όπως πολλοί αρχαίοι πολιτισμοί οι Κινέζοι δημιούργησαν το ημερολόγιό τους σύμφωνα με τις φάσεις της σελήνης . Κάθε ημερα ειχε διαιρεθεί σε 60 μέρη. Κάθε σεληνιακή φάση αντιστοιχούσε Σε έναν μήνα στην πορεία προστέθηκε ένας επιπλέον μήνας .Αυτό συνέβη διότι κατά την πάροδο ενός ηλιακού έτους οι φάσεις της σελήνης είναι 12.37 και όχι 12 με αποτέλεσμα σταδιακά να δημιουργείται μία ετήσια απόκλιση. Κατά συνέπεια το κινεζικό ημερολόγιο είχε 13 μήνες αντί για 12 μία φορά κάθε δύο με τρία έτη.Ο μήνας αυτός ονομαζόταν ενδιάμεσος χωρίς να έχει κάποια άλλη χαρακτηριστική ονομασία

η αρχαιότερη ανακάλυψη κατά την περίοδο longshan (2.300 με 1.900 π.Χ.) είναι ένα κατασκευάσμα στην πόλη shanxi της Κίνας. Πρόκειται για μία πλατφόρμα με διάμετρο 60 μέτρα η οποία χρησιμοποιήθηκε για τον εντοπισμό της ανατολής του ήλιου και τις διάφορες περιόδους του έτους.



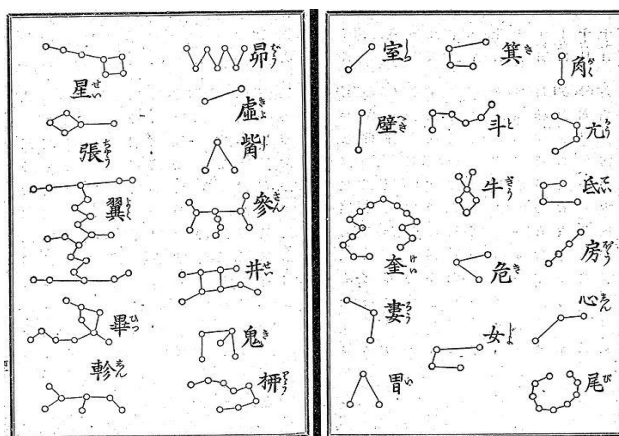
Covering an area of 1,400 sq m, the rammed earth ruins of probably the world's oldest observatory is one of the most important discoveries at the Taoshi site in Shanxi province.(Photo Source: China Daily)

Οι παλαιότερες συλλογές που διασώζονται οι οποίες χρονολογούνται στον 9ο αιώνα προ Χριστού είναι μία σειρά βιβλίων που αποδίδεται στον αστρονόμο Τσεού Κόνγκ. Πρόκειται για ένα σύνολο αστρονομικών παρατηρήσεων το οποίο όμως έχει μερικώς

τροποποιηθεί αφότου η αυτοκρατορία κατελήφθει από τους Χαν. Σε αρχαία κείμενα αυτού του αιώνα εντοπίζονται αναφορές στον πολικό Αστέρα ως δράκοντα πράγμα που παρουσιάζει την ύπαρξη ενός υποβάθρου γνώσεων σχετικά με τις αστρονομικές παρατηρήσεις. Θεωρείται πως η χρονολόγηση των παρατηρήσεων αυτών ανάγεται στην τρίτη χιλιετία τα κείμενα στα οποία εντοπίζονται όμως είναι πιο σύγχρονα 9ο αιώνα π.Χ. Στα κείμενα αυτού του αιώνα αναφέρονται οι τέσσερις αστερισμοί από τους οποίους τρεις ταυτίζονται με τους δικούς μας γνωστούς αστερισμούς του υδροχόου τις Πλειάδες και τον Βουκόλον. Κατα την εποχή του Τσέου ήταν γνωστό το έτος των 365 , 25 ημερών πράγμα εξαιρετικά αξιόλογο Όσον αφορά την ακρίβεια που προϋποθέτει υπολογισμός αυτός.

Τα Σιεύ: Τα σιεύ ήταν βασικά άστρα τα οποία χρησίμευαν στην καταμέτρηση του χρόνου και στην επισήμανση των άλλων άστρων πάνω στον ουράνιο θόλο. Αρχικά υπήρξαν 24 των οποίων οι θέσεις σήμερα μας φαίνονται αρκετά ασυνάρτητες κατά πάσα πιθανότητα τα διάλεξαν με τρόπο ώστε να είναι εύκολη η συντάυτισή τους και όσο το δυνατόν πλησιέστερα στον ισημερινό. Οι Κινέζοι παρατηρούσαν τις διαβάσεις τον σιεύ στον μεσημβρινό. μέσω της παρατήρησης των Σιεύ μπορούσαν να ορίσουν την ώρα της διάβασης και τις κινήσεις οποιουδήποτε άστρου καθώς και την πολική τους απόσταση.

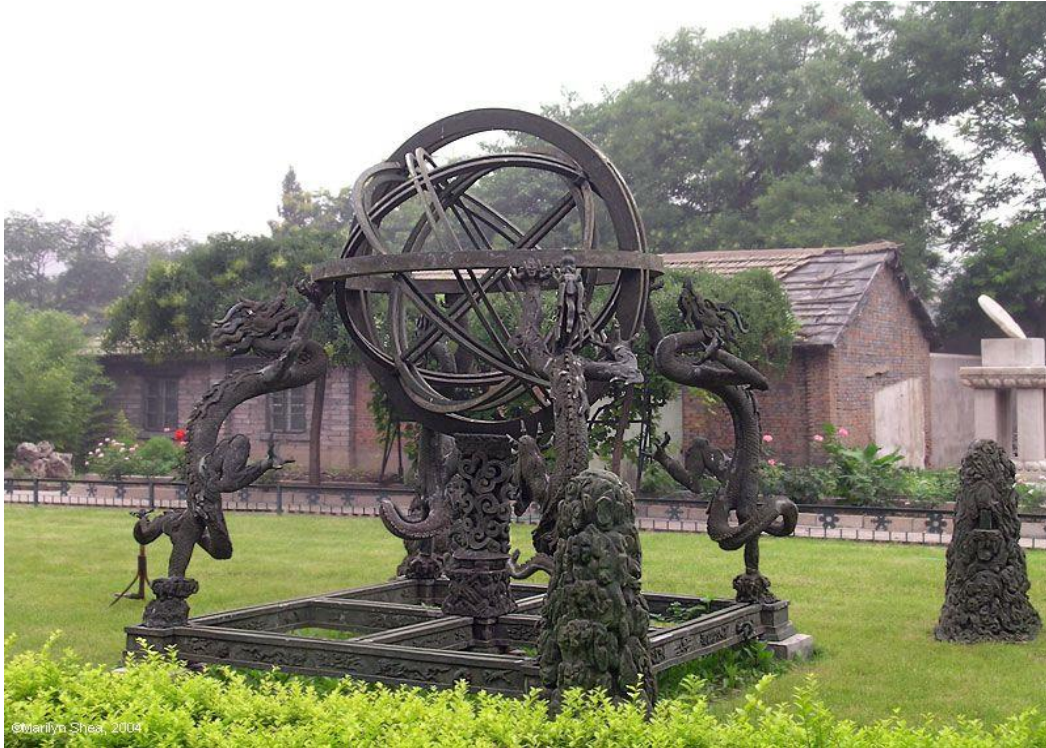
Ουσιαστικά μέσω αυτών των άστρων δημιουργούνταν ένα σύστημα συνδιατεταγμένων. οι παρατηρήσεις αυτές προϋποθέτουν τη χρήση χρονομέτρων και εργαλείων αστρονομικών παρατηρήσεων και μετρήσεων γωνιών τα οποία ήταν αρκετά ακριβείς . Κατά την εποχή του Τσεού τα Σιεύ είναι είκοσι οχτώ (28).



The twenty-eight mansions of the Chinese astronomy (Wikipedia twenty-eight mansions china)

Κατά τον 4ο με 2ο αιώνα π.Χ. παρουσιάζεται μία ποικιλία παρατηρήσεων σχετικά με κομμήτες και αστρικές εκρήξεις. Η συστηματική παρατήρηση κομητών αλλά και η ανακάλυψη διαφόρων εκρήξεων αστερών προϋποθέτει ένα σύνολο προσεκτικών παρατηρήσεων. Οι Κινέζοι κατά τις παρατηρήσεις τους χρησιμοποιούσαν τον γνώμονα με στέλεχος ο οποίος ήταν κατά πολύ ακριβέστερος του απλού γνώμονα.

Ακόμα χρησιμοποιούσαν τα ψέλια (armillary spheres) και διόπτρες με διαβαθμισμένο κυκλικό δίσκο Sighting tubes with graduated circle).



replica of a Ming Dynasty(1368-1644) armillary sphere .

http://hua.umf.maine.edu/China/astronomy/tianpage/0026Armilla_8644w.html

Οι εκρήξεις των αστερών ήταν ορατές για μικρό χρονικό διάστημα και στη συνέχεια εξαφανίζονταν τα ίχνη τους. Τα ίχνη μπορούσαν να παραμείνουν στον ουρανό για μερικές εβδομάδες οι αρχαίοι Κινέζοι ονομάζουν τις εκρήξεις αυτές ως άστρα επισκέπτες. Υπάρχει ένας πλήρης κατάλογος αυτών των άστρων που διατηρήθηκε για αιώνες. Εμπεριέχονται οι παρατηρήσεις των εμφανίσεών των άστρων καθώς και πληροφορίες σχετικά με την τοποθεσία τους πράγμα που βοήθησε τους σύγχρονους αστρονόμους να εντοπίσουν υπολείμματα αυτών των εκρήξεων στον σημερινό ουρανό.



Silk Atlas of Comets from the Hunan Provincial Museum

Source image taken from *Album of Relics of Ancient Chinese Astronomy*, Zhongguo Gudai Tianwen Wenwu Tuji, }
CASS (Chinese Academy of Social Sciences, Institute of Archaeology), 1980. Beijing. 8, 57.

Μερικούς αιώνες αργότερα 2ος με 3ος αιώνας μ.Χ. δημιουργήθηκαν χάρτες του ουρανού με τις σχετικές θέσεις των αστερών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο χάρτης που αποδίδεται στον αστρονόμο chen zhu ο οποίος έζησε κατά τον 3ο αιώνα μ.Χ. Ο χάρτης του δυστυχώς δεν διασώζεται.

Στα τέλη του 20ου αιώνα ανακαλύφθηκε ένας χειρόγραφος χάρτης αστερών σε ένα σύμπλεγμα Βουδιστικών σπηλαίων στην πόλη Dunhuang της Κίνας. Αυτός ο χάρτης αστερών χρονολογείται κατά τον 7ο αιώνα μ.Χ και θεωρείται ως ο αρχαιότερος χάρτης αστερών στον κόσμο. Ο σχεδιασμός ουράνιων χαρτών συνεχίστηκε Για πολλούς αιώνες αργότερα. Μέχρι και σήμερα διατηρούνται στην πόλη Suzhou της Κίνας αστρικοί χάρτες του 7ου αιώνα και μεταγενέστεροι αυτών κατα τον 11-12 αιώνα μ.Χ

1.8.ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΣΙΑ

Το 539 π.Χ. ο Σύρος κατέλαβε τη βαβυλώνα και την ένταξε στην περσική αυτοκρατορία οι αστρονόμοι της Περσίας αντάλλαξαν ιδέες με αυτούς της Βαβυλώνας πράγμα που οδήγησε στην εξέλιξη της επιστήμης Ο Σελούσιος από την Σελουσία το 190 π. Χ. πρότεινε ότι ο ήλιος βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος παρόλο που το ηλιοκεντρικό σύστημα αργότερα απορρίφθηκε από τους Έλληνες .Πιστεύεται ότι έφτασε στο συμπέρασμα αυτό κοιτώντας την συχνότητα των παλιρροιών. Ο Σελούσιος ήταν ο πρώτος αστρονόμος ο οποίος συνέδεσε το φεγγάρι και τον ήλιο με το ύψος και την ώρα της παλίρροιας.

1.9.ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΣΤΗΝ ΙΝΔΙΑ

Ιστορικά, η ινδική αστρονομία ως ένα από τα 6 βοηθητικά πεδία σπουδής για τη μελέτη των ιερών κειμένων του Ινδουισμού(Βέδες). Το αρχαιότερο κείμενο αστρονομίας από την Ινδία είναι η πραγματεία του Λαγκάντα, που χρονολογείται στους τελευταίους προχριστιανικούς αιώνες και ειδικότερα στη Μαουρνανή περίοδο.

Όπως συνέβει και με άλλους πολιτισμούς, η αρχική εφαρμογή της αστρονομίας στον ινδικό πολιτισμό ήταν θρησκευτική και αστρολογική. Η αρχή της ινδικής αστρονομίας συνδέεται με την επίδραση που δέχτηκε απο την ελληνική αστρονομίακατά τον 4ο αιώνα π.Χ. ως επακόλουθο των κατακτήσεων του Μεγάλου Αλεξάνδρου. Μέχρι τους πρώτους μεταχριστιανικούς αιώνες, η ελληνική επίδραση είναι εμφανής

Η ινδική αστρονομία άνθισε κατά τον 6ο αιώνα μ.Χ. με τον Αριαμπάτα, του οποίου το έργο Αριαμπατίγια αντιπροσωπεύει την κορύφωση των αστρονομικών γνώσεων της εποχής, και επηρέασε σημαντικά τη μεσαιωνική ισλαμική αστρονομία. Στην κλασική αυτή εποχή της ινδικής αστρονομίας εντάσσονται και άλλοι αστρονόμοι, που βασίσθηκαν στο έργο του Αριαμπάτα, όπως οι Βραχμαγκούπτα, Βαραχαμχίρα και Λάλλα.

1.10.ΑΣΤΡΟΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΑΡΧΑΙΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Οι Έλληνες αστρονόμοι βασίστηκαν σε γνώσεις που προέρχονταν από αρχαιότερους πολιτισμούς τις οποίες εξέλιξαν και καλλιέργησαν. Ακόμα μέσω της καινοτομίας και της εφευρετικότητας έθεσαν τις βάσεις για την μεταγενέστερη και σύγχρονη αστρονομία.

1.10.1.Φιλόλαος



<http://physics4u.gr>

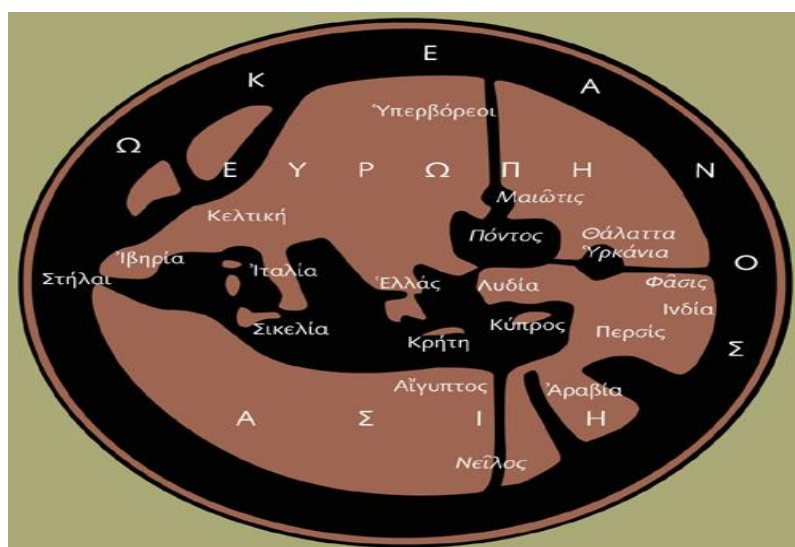
Ο Φιλόλαος (6ος-5ος αιώνας π.Χ.) ήταν ο πρώτος που εκθρόνισε τη Γη από το κέντρο του Κόσμου και στη θέση της έβαλε μια πύρινη σφαίρα μια Εστία γύρω από την οποία στρέφεται η Γη κάθε 24 ώρες. Θεωρούσε ότι ο Ήλιος, η Γη και η Σελήνη περιφέρονται γύρω από αυτή την πύρινη σφαίρα. Η επινόηση αυτή του πυθαγόρειου Φιλόλαου - ότι η Γη και η Σελήνη κινούνται - ήταν πραγματική επανάσταση για την εποχή του. Σήμερα δεχόμαστε ότι η Εστία του Φιλόλαου και των Πυθαγορείων ήταν ο Ήλιος.

1.10.2.Αναξίμανδρος



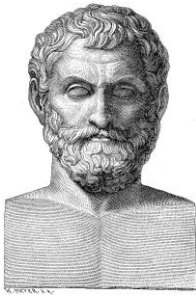
Wiki/Αναξίμανδρος

Ο Αναξίμανδρος, (610-545 π.Χ.) ήταν μαθητής και διάδοχός του Θαλή στη σχολή της Μιλήτου. επινόησε το πρώτο ηλιακό ημερολόγιο, σχεδίασε τον πρώτο χάρτη της έως τότε γνωστής γης και ασχολήθηκε με αστρονομικά και κοσμολογικά ζητήματα. Θεωρείται ο πρόδρομος της μαθηματικής προσέγγισης στην αστρονομία. Μίλησε πρώτος για το ότι η Γη είναι μετέωρη και για την κίνηση της γύρω από το κέντρο του κόσμου. Μέτρησε πρώτος τις αποστάσεις των πλανητών από τη Γη καθώς και τα μεγέθη τους. Σχεδίασε τον πρώτο χάρτη της ουράνιας σφαίρας, χάραξε την κίνηση του Ήλιου πάνω στην εκλειπτική, μέτρησε δε με σχετική ακρίβεια την λόξωση της εκλειπτικής (24ο αντί της σωστής 23ο 27'). Υπολόγισε με τον γνώμονα τα ηλιοστάσια και τις ισημερίες.



<http://www.hellinon.net> παγκόσμιος χάρτης του Αναξίμανδρου

1.10.3.Θαλής



Wiki/Θαλής Μιλήσιος και μεταξύ της διαμέτρου της Σελήνης και της τροχιάς της περί την Γη. Γνώριζε, επίσης, ότι οι εκλείψεις του ήλιου παρουσιάζονταν σε περιόδους 223 σεληνιακών κύκλων. Δίκαια λοιπόν θεωρείται ο πρώτος Έλληνας αστρονόμος.

Ο Θαλής, έζησε στη Μίλητο από το 624 ως το 564 π.Χ. (έτσι προέκυψε και το όνομα μιλήτιος). Ήταν όχι μόνο παρατηρητής του ουρανού (όπως οι παλιότεροι Ησίοδος, Όμηρος και Ορφέας), αλλά και θεωρητικός αστρονόμος. Πρόβλεψε την έκλειψη του ηλίου που έγινε το 585 π.Χ., υπολόγισε πρώτος την διάρκεια του έτους σε 365 ημέρες και ότι η διάμετρος του Ηλίου ήταν το $1/720$ της φαινόμενης τροχιάς του περί τη Γη. Συγχρόνως βρήκε ότι η σχέση αυτή υπάρχει

1.10.4.Ευδοξος ο Κνίδιος



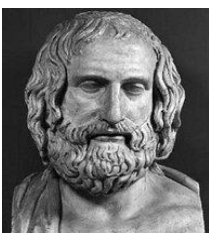
<http://grmath4.ph.pnet.us/mathimatiki>

Ο Ευδοξος ο Κνίδιος (408 -355/3 πΧ), ήταν σπουδαίος μαθηματικός και γεωμέτρης. Αυτή η ιδιότητα του τον βοήθησε να ασχοληθεί με την αστρονομία. Η Σχολή που ίδρυσε στον Κύζικο άκμασε για πολύ καιρό και τα γραπτά του χρησίμευσαν για πρωτότυπο στη συλλογή «Μικρή Αστρονομία», που παρουσίαζε σε

γεωμετρική μορφή το σύνολο των θεωρημάτων που αναφέρονται στη σφαίρα και στην ημερήσια περιστροφή.

Πρώτος αυτός εφάρμοσε τη μέθοδο, που ακολούθησε ο Αρίσταρχος ο Σάμιος, για να υπολογίσει την απόσταση της Γης από τη Σελήνη και τον Ήλιο. Και το κυριότερο συνέλαβε την πρώτη γεωμετρική θεωρία για την κίνηση των πλανητών (με ομόκεντρες σφαίρες που περιστρέφονται η μια μέσα στην άλλη). Πάλι πρώτος απέδειξε τη σφαιρικότητα της Γης, την οποία χώρισε σε ζώνες, και μέτρησε για πρώτη φορά την περίμετρό της. Διόρθωσε την "οκταετηρίδα" του Κλεοστράτου, ο οποίος συνέδεε το σεληνιακό με το ηλιακό έτος. Χαρτογράφησε τους αστερισμούς του Ισημερινού και των Τροπικών κύκλων, και τους έδωσε ονόματα σύμφωνα με τον Ίππαρχο. Μέτρησε τις περιόδους πέντε πλανητών, δίδοντας τους τις εξής τιμές: Άρης 2 έτη (πραγματική 1.88), Δίας 12 έτη (11.86) και Κρόνος 30 έτη (29.46). Θεωρείται σαν ιδρυτής της θεωρητικής αστρονομίας και της ουρανού μηχανικής. Πάνω στο έργο του βασίστηκε αργότερα όπως είπαμε ο αστρονόμος Αρίσταρχος ο Σάμιος. Τέλος ίδρυσε αστεροσκοπεία σε πολλά μέρη.

1.10.5.Αναξαγόρας

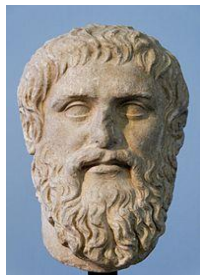


www.philosophybasics.com_anaxagoras

Ο Αναξαγόρας (γεννήθηκε στις Κλαζομενές της Ιωνίας περί το 500 π.Χ.) πίστευε για τη Γη πως έχει τυμπανοειδές σχήμα και πως συγκρατείται στον αέρα. Τον Ήλιο ο Αναξαγόρας τον θεωρούσε ως διάπυρο λίθο κι όχι ως θεότητα, ενώ το μέγεθός του ήταν μεγαλύτερο από την Πελοπόννησο. Για τη Σελήνη πίστευε πως

ήταν ετερόφωτη, αλλά τη θεωρεί ως μια δεύτερη Γη που κατοικείται από ανθρώπους και άλλα όντα. Και για τα άστρα έλεγε ότι έχουν όμοια μορφή με αυτή του Ηλίου. Ασχολήθηκε επίσης με τους κομήτες και τους διάπτοντες αστέρες, ενώ για τους μετεωρίτες, ο Αναξαγόρας πιστεύει ότι ήταν λίθοι που στροβιλίζονται και έλκονται από τη Γη.

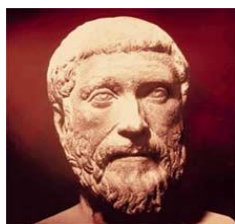
1.10.6.Πλάτωνας



Wikipedia/Πλάτων

Ο Πλάτωνας (427-347 π.Χ.) εκτός από φιλόσοφος άσκησε μεγάλη επίδραση στην εποχή του και σαν αστρονόμος. Θεωρούσε την αστρονομία κλάδο των μαθηματικών ενώ στην Πολιτεία περιέγραψε την κίνηση των ουρανίων σωμάτων με την βοήθεια περιστρεφόμενων σφονδύλων. Θεωρούσε το σύμπαν σφαιρικό και τη Γη να κατέχει το κέντρο του. Στο τέλος της ζωής του, όμως σύμφωνα με τον Πλούταρχο, αφού διάβασε τα έργα του Φιλόλαου μετάνιωσε που έβαλε τη Γη στο κέντρο του κόσμου.

1.10.7.Μέτων



Wikipedia/Μέτων

Ο Μέτων (έζησε τον 5ο αιώνα π.Χ. στην Αθήνα) υπήρξε αστρονόμος, γεωμέτρης και μηχανικός. Επινόησε έναν ημερολογιακό κύκλο βασισμένο στις κινήσεις της Σελήνης, που είναι γνωστός ως Κύκλος του Μέτωνα ή Κύκλος της Σελήνης. Η δημιουργία ενός σταθερού συστήματος χρονολόγησης - το οποίο θα καθόριζε την περιοδικότητα των φαινομένων σε σχέση με κάποια σταθερά αριθμητικά δεδομένα - ήταν βασική προϋπόθεση για να υπάρξει πρακτική αστρονομία βασισμένη στα μαθηματικά. Ο Μέτων παρατηρώντας την περιοδικότητα της Σελήνης και καταγράφοντας τους χρόνους εμφάνισης των πανσελήνων, για πολλά έτη, συνειδητοποίησε μια σειρά κανονικοτήτων και επαναλήψεων. Προσδιόρισε λοιπόν ότι ανά 19 έτη επαναλαμβάνεται η ίδια σειρά των πανσελήνων, παρατήρηση με την οποία ήταν δυνατό να προβλεφθούν ακριβώς οι μελλοντικές πανσέληνοι.

$$19 \text{ έτη} = 19 \times \frac{365.2425 \text{ ημέρες}}{\text{έτος}} \times \frac{\text{σεληνιακός μήνας}}{29.53059 \text{ ημέρες}}$$
$$= 234.997 \text{ σεληνιακοί μήνες}$$

Wikipedia/Μετωνικός κύκλος

Τις αστρονομικές παρατηρήσεις του ο Μέτων τις πραγματοποιούσε με ένα αστρονομικό όργανο, τον γνώμονα ή ηλιοτρόπιο. Με την βοήθεια του γνώμονα ανακάλυψε ότι οι ισημερίες και οι τροπές δεν διαιρούσαν το έτος σε 4 εποχές ίσης διάρκειας, κάτι που λέγεται ότι είχε υποστηριχθεί παλαιότερα και από το Θαλή. Ο κύκλος του Μέτωνα χρησιμοποιήθηκε αργότερα ως παραλλαγή για το εβραϊκό

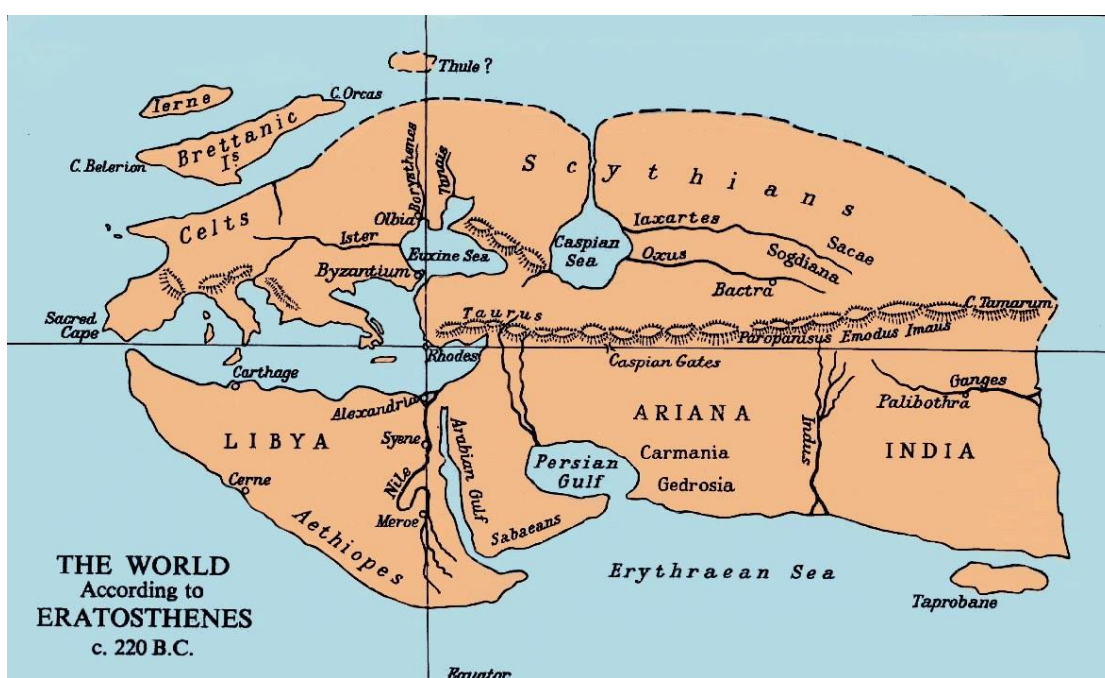
ημερολόγιο, καθώς και από τη χριστιανική εκκλησία για τον προσδιορισμό των εορτών. Έφτιαξε επίσης ένα παρατηρητήριο στον Κολωνό, ηλιακό ρολόι στην Πνύκα.

1.10.8.Ερατωσθένης



Ο Ερατωσθένης (276 - 194 π.Χ.) ήταν μαθηματικός, γεωγράφος και αστρονόμος. Από τα πιο σπουδαία επιτεύγματά του ήταν ότι υπολόγισε για πρώτη φορά το μέγεθος της Γης, ότι κατασκεύασε ένα σύστημα συντεταγμένων με παράλληλους και μεσημβρινούς, καθώς και η δημιουργία ενός χάρτη του τότε γνωστού κόσμου

Wikipedia/Ερατωσθένης ο Κυρηναίος
κατα το 300-200 π.Χ.



Επιστήμη και Τεχνολογία κατά την Ελληνιστική περίοδο
Θεολόγης Ανδρονίδης χημικός του ΑΠΘ Μαξίμιο Πνευματικό Κέντρο μαθηματα Κλασσικής Παιδείας

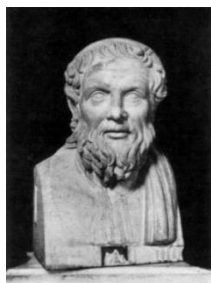
Είχε αρκετές σημαντικές συνεισφορές στην Αστρονομία, όπως τον σφαιρικό αστρολάβο που τον χρησιμοποιούσαν ευρέως μέχρι την εφεύρεση του πλανηταρίου τον 18ο αιώνα. Αναφέρεται ότι είχε υπολογίσει την περιφέρεια της Γης γύρω στο 240 π.Χ. χρησιμοποιώντας το ύψος του Ηλίου κατά την εαρινή ισημερία κοντά στην Αλεξάνδρεια και στη νήσο Ελεφαντίνη, κοντά στη Σύνη (το σημερινό Ασουάν της Αιγύπτου). Εκτός από την ακτίνα της Γης ο Ερατωσθένης προσδιόρισε την καμπυλότητα του ελλειψοειδούς, μέτρησε την απόκλιση του άξονα της Γης με μεγάλη ακρίβεια δίνοντας την τιμή $23^{\circ} 51' 15''$, κατασκεύασε έναν αστρικό χάρτη που περιείχε 675 αστέρες, πρότεινε την προσθήκη στο ημερολόγιο μίας ημέρας ανά

τέσσερα χρόνια και προσπάθησε να συνθέσει μία ιστορία βασισμένη σε ακριβείς ημερομηνίες.

Η εποχή του Ερατοσθένη ήταν έτοιμη για επιτεύγματα όπως η μέτρηση των πραγματικών διαμέτρων του Ήλιου, της Σελήνης και της Γης, και των μεταξύ τους αποστάσεων. Αυτές οι μετρήσεις υπήρξαν ορόσημα στην ιστορία της αστρονομίας, αντιπροσωπεύοντας τα πρώτα διστακτικά βήματα στην πορεία της κατανόησης ολόκληρου του σύμπαντος. Ο Ερατοσθένης σαν πραγματικός επιστήμονας χρησιμοποίησε όχι μόνο τις προηγούμενες γνώσεις για την σφαιρική Γη και τα απαραίτητα μαθηματικά εργαλεία, αλλά σχεδίασε και τα αναγκαία πειράματα. Η άποψη ότι η Γη ήταν σφαιρική Γη ήταν αποδεκτή στην αρχαία Ελλάδα, το είχαν καταλάβει γιατί έβλεπαν τα πλοία, μετά τον απόπλου, να εξαφανίζονται σιγά σιγά στον ορίζοντα μέχρι που από το λιμάνι φαινόταν μόνο η κορυφή του καταρτιού τους. Κάτι τέτοιο είχε νόημα μόνο αν η

επιφάνεια της θάλασσας καμπυλωνόταν. Αν η θάλασσα είχε καμπυλωμένη επιφάνεια, το ίδιο θα έπρεπε να συμβαίνει και με τη Γη, πράγμα που σημαίνει ότι ίσως είναι σφαίρα. Αυτή η άποψη ενισχύθηκε με την παρατήρηση των εκλείψεων της Σελήνης: κατά την έκλειψη, η Γη έριχνε στη Σελήνη μια σκιά σε σχήμα κυκλικού δίσκου, ακριβώς όπως το σχήμα που θα περιμέναμε από ένα σφαιρικό αντικείμενο. Ίδιας σπουδαιότητας ήταν και το γεγονός ότι όλοι μπορούσαν να δουν ότι η ίδια η Σελήνη ήταν στρογγυλή, γεγονός που υποδείκνυε ότι η σφαίρα ήταν η φυσική κατάσταση ύπαρξης, ενισχύοντας την υπόθεση ότι και η Γη είναι στρογγυλή. Όλα άρχισαν να αποκτούν νόημα, ακόμη και τα γραπτά του έλληνα ιστορικού και ταξιδευτή Ηρόδοτου που μιλούσε για ανθρώπους στο μακρινό βορρά οι οποίοι κοιμούνταν τις μισές μέρες του χρόνου. Αν η Γη ήταν σφαιρική, τότε διαφορετικά μέρη της υδρογείου θα φωτιζόνταν με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με το γεωγραφικό τους πλάτος, γεγονός που εξηγούσε με φυσικό τρόπο έναν πολικό χειμώνα και νύχτες με διάρκεια έξι μηνών

1.10.9. Ηρακλείδης ο Ποντικός



Εγκυκλοπαίδεια του Πλάτωνα-Γυμνάσιο

Ο Ηρακλείδης ο Ποντικός (390-330 π.Χ.) γεννήθηκε μεν στην Ηράκλεια του Πόντου, αλλά σπούδασε φιλοσοφία στην Αθήνα υπό τον Πλάτωνα και Αριστοτέλη. Οι Αθηναίοι τον αποκαλούσαν και "παραδοξολόγο", γιατί εισήγαγε επαναστατικές ιδέες στην αστρονομία. Ο Ηρακλείδης διατύπωσε πρώτος τη θεωρία ότι ο χώρος είναι άπειρος. Παραδεχόταν και δίδασκε ότι η Γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονα της σε 24 ώρες και απέδιδε την ημερήσια περιστροφή της Ουράνιας σφαίρας στην περιστροφή της Γης. Ορισμένοι πιστεύουν ότι ο Ηρακλείδης είχε υπόψη του, εκτός της ημερήσιας κίνησης του Ήλιου κατά την ανάδρομη φορά, και την ετήσια κίνηση αυτού επί της εκλειπτικής κατά την ορθή φορά. Για τη θεωρία των άστρων, πλανητών και απλανών, ο Ηρακλείδης ταυτίζεται με τα πυθαγόρεια δόγματα και ισχυριζόταν

πως κάθε αστέρας υφίσταται σαν ένας κόσμος που περιλαμβάνει και αέρα και αιθέρα, μέσα στον άπειρο αιθέρα. Θεωρούσε τους κομήτες ως σύννεφα που βρίσκονται σε πολύ μεγάλο ύψος και φωτίζονται από το ανώτερο φως το ίδιο με εκείνο του Ολύμπου των Πυθαγορείων. Ο Συμπλίκιος ανέφερε ότι ο Ηρακλείδης ο Ποντικός και ο Αρίσταρχος ο Σάμιος πιστεύουν ότι ο Ουρανός και τα άστρα μένουν ακίνητα ενώ η Γη γυρίζει γύρω από τους πόλους του ισημερινού με κατεύθυνση από τα δυτικά προς τα ανατολικά κάνοντας μια περιστροφή περίπου την ημέρα. Ο Πρόκλος αναφέρει ότι ο Ηρακλείδης σε αντίθεση από τον Πλάτωνα που πίστευε ότι η Γη είναι ακίνητη, υποθέτει ότι αυτή κινείται κυκλικά και ότι ο ουρανός και οι απλανείς αστέρες παραμένουν ακίνητοι (ενώ η Γη κάνει περιστροφή γύρω από τον άξονά της), κάτι αντίθετο με τα φαινόμενα και την απλή λογική.

1.10.10.Αρίσταρχος ο Σάμιος



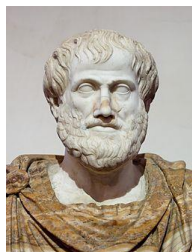
<http://chronology.org.ru>

Ο Αρίσταρχος ο Σάμιος (310 - 230 π.Χ.) ήταν αστρονόμος και μαθηματικός από τη Σάμο. Είναι ο πρώτος άνθρωπος που σε έργο του πρότεινε το ηλιοκεντρικό μοντέλο, θέτοντας τον Ήλιο και όχι τη Γη στο κέντρο του γνωστού Σύμπαντος. Για το λόγο αυτό είναι συχνά γνωστός ως ο Έλληνας Κοπέρνικος. Οι ιδέες του περί Αστρονομίας δεν είχαν γίνει αρχικά αποδεκτές και θεωρήθηκαν κατώτερες από εκείνες του Αριστοτέλη και του Πτολεμαίου, έως ότου αναγεννήθηκαν επιτυχώς και αναπτύχθηκαν από τον Κοπέρνικο περίπου 2000 χρόνια μετά. Ως εκ τούτου, ο Αρίσταρχος πίστευε ότι τα αστέρια βρίσκονται σε άπειρη απόσταση, και αυτό το θεωρούσε ως εξήγηση για την απουσία ορατής παράλλαξης, δηλαδή της παρατηρούμενης κίνησης των αστέρων καθώς η Γη κινείται γύρω από τον Ήλιο. Στην πραγματικότητα τα αστέρια βρίσκονται πολύ πιο μακριά από όσο είχε υποτεθεί στην αρχαιότητα, το οποίο ερμηνεύει το γεγονός ότι η αστρική παράλλαξη είναι ανιχνεύσιμη μόνο με τηλεσκόπια. Αλλά είχε υποτεθεί ότι το γεωκεντρικό μοντέλο ήταν μια απλούστερη και καλύτερη εξήγηση για την έλλειψη παράλλαξης.

Ο Αρίσταρχος παρατήρησε την κίνηση της Σελήνης διαμέσου της σκιάς της Γης κατά τη διάρκεια μιας έκλειψης Σελήνης. Εκτίμησε ότι η διάμετρος της Γης ήταν 3 φορές μεγαλύτερη από τη διάμετρο της Σελήνης. Χρησιμοποιώντας τον υπολογισμό του Ερατοσθένους ότι η περιφέρεια της Γης ήταν 42.000 χλμ., συμπέρανε ότι η Σελήνη έχει περιφέρεια ίση με 14.000 χλμ. Σήμερα, είναι γνωστό ότι η Σελήνη έχει περιφέρεια περίπου ίση με 10.916 χλμ. Ο Αρίσταρχος παρατήρησε ότι ο Ήλιος, η Σελήνη και η Γη σχηματίζουν σχεδόν μια ορθή γωνία τη στιγμή του πρώτου ή του τελευταίου τετάρτου της Σελήνης. Εκτίμησε ότι η γωνία ήταν 87°. Χρησιμοποιώντας σωστά τη Γεωμετρία, αλλά με λανθασμένα στοιχεία παρατήρησης, ο Αρίσταρχος συμπέρανε ότι ο Ήλιος ήταν 20 φορές πιο μακριά από ό,τι η Σελήνη. Στην πραγματικότητα ο Ήλιος είναι περίπου 390 φορές πιο μακριά. Εντόπισε ότι η Σελήνη και ο Ήλιος έχουν σχεδόν το ίδιο φαινόμενο μέγεθος από τη Γη και συμπέρανε ότι οι διάμετροί τους θα είναι ανάλογοι με την απόστασή τους από τη Γη. Έτσι κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο Ήλιος είχε 20 φορές μεγαλύτερη διάμετρο από τη Σελήνη,

κάτι που είναι υπολογιστικά λογικό και σωστό, αλλά επίσης λάθος (αφού στηρίζεται σε λάθος δεδομένα). Η εκτίμησή του όμως αυτή υποδεικνύει ότι ο Ήλιος είναι ξεκάθαρα μεγαλύτερος από τη Γη, κάτι που υποστηρίζει το ηλιοκεντρικό μοντέλο.

1.10.11.Αριστοτέλης



Wikipedia-
Αριστοτέλης

Ο Αριστοτέλης (384 – 322 π.Χ.) μαζί με τον δάσκαλό του Πλάτωνα αποτελεί τη φωτεινή δυάδα της φιλοσοφικής σκέψης του αρχαίου κόσμου. Υπήρξε σοφός μεγαλοφυής, εγκυκλοπαιδικός, φυσιοδίφης, δημιουργός της λογικής και ο σημαντικότερος από τους διαλεκτικούς της αρχαιότητας. Θεωρείται σαν ο μεγαλύτερος συστηματικός μελετητής στην ιστορία του παγκόσμιου πολιτισμού. Το έργο του αποτελεί ένα ολοκληρωμένο, κλειστό, οικουμενικό σύστημα έρευνας και διδασκαλίας και περιλαμβάνει μεταξύ άλλων γραπτά για τη Βιολογία, την Ποίηση, τη Μετεωρολογία, την Πρώτη Φιλοσοφία (ή Μεταφυσική), τη Ρητορική και την Πολιτική. Οι αστρονομικές αντιλήψεις του Αριστοτέλη ίσχυαν μέχρι την Αναγέννηση με τη μορφή του γεωκεντρικού συστήματος του Πτολεμαίου και αντικαταστάθηκαν από το ηλιοκεντρικό σύστημα του Κοπέρνικου.

Στο έργο του "Περί του Ουρανού" ο Κόσμος στο σύνολό του αποτελεί σφαιρικό χώρο του οποίου το κέντρο κατέχει η επίσης σφαιρική Γη. Ο Αριστοτέλης έδωσε δύο επί πλέον λόγους γιατί η Γη ήταν στρογγυλή. Πρώτον, σημείωσε ότι η γήινη σκιά πάντα έκανε μια κυκλική στεφάνη πάνω στο φεγγάρι κατά τη διάρκεια μιας σεληνιακής έκλειψης, η οποία εξηγείται μόνο αν η Γη ήταν σφαιρική. Εάν η Γη ήταν ένας δίσκος, η σκιά της θα εμφανιζόταν ως επιμηκυσμένη έλλειψη τουλάχιστον κατά τη διάρκεια της έκλειψης. Δεύτερον, ο Αριστοτέλης ήξερε ότι οι άνθρωποι που ταξίδεψαν προς το Βορρά, είδαν τον Πολικό Αστέρα να ανατέλλει υψηλότερα στον ουρανό, ενώ προς το Νότο είδαν τον Πολικό αστέρα να βυθίζεται. Σε μια επίπεδη Γη, οι θέσεις των αστεριών δεν θα μεταβάλλονταν με τη τοποθεσία της παρατήρησης. Ο Αριστοτέλης θεωρούσε ότι η Γη είναι σφαιρική αλλά όχι πολύ μεγάλη, ενώ ήταν ακίνητη. Σε ένα χωρίο του ο Αριστοτέλης μας πληροφορεί ότι το μήκος της περιμέτρου της γήινης σφαίρας δεν είναι μεγάλη σε σύγκριση με τους όγκους των άλλων αστεριών. Και την υπολόγισε σε τεσσαράκοντα μυριάδες στάδια που ισοδυναμούν με 73.000 χλμ. δηλαδή με το διπλάσιο σχεδόν του πραγματικού μήκους. Ως προς τους πλανήτες δέχεται ο Αριστοτέλης ότι είναι σε σειρά απόστασης: Σελήνη, Ήλιος, Ερμής, Αφροδίτη, Άρης, Ζεύς και Κρόνος.

Περίπου το 330 π.Χ. ο Αριστοτέλης αναγνώρισε ότι ο Ήλιος και η Σελήνη είναι σφαίρες, και ότιοι τροχιές τους γύρω από τη Γη είναι κυκλικές. Έδειξε ότι οι κινήσεις των πλανητών θα μπορούσαν να κατασκευαστούν από έναν συνδυασμό διάφορων κυκλικών κινήσεων. Αλλά μετά από προσεκτική μελέτη αποφάσισε ότι ο ήλιος δεν ήταν στο κέντρο αυτών των τροχιών, έτσι επέλεξε τη Γη ως το κέντρο του ηλιακού μας συστήματος.

Ο Αριστοτέλης εξήγησε σωστά τις εκλείψεις του ήλιου και της Σελήνης, και συμπέρανε ότι η Γη ήταν σφαιρική από τη σκιά της πάνω στο φεγγάρι. Έκανε ακόμη και μια σωστή εκτίμηση της γήινης ακτίνας. Επιπλέον, αναγνώρισε ότι τα αστέρια πρέπει να είναι πολύ απόμακρα και υποστήριξε ότι ήταν κι αυτά σφαιρικά. Επίσης έθεσε ως αίτημα ότι τα αστέρια πρέπει να βρίσκονται πέρα από μια ορισμένη απόσταση.

Λόγω του τρομακτικού κύρους του η άποψη του Αριστοτέλη για την ακίνητη Γη έγινε αιτία να μην διαδοθεί η άποψη του Φιλολάου περί κινήσεως της Γης, ούτε του Αρίσταρχου του Σάμιου που υποστήριζε το ηλιοκεντρικό σύστημα.

1.10.12. Ίππαρχος ο Ρόδιος



physics4u.gr/ipparchus

Ο Ίππαρχος ο Ρόδιος (190 - 120 π.Χ.) ήταν αστρονόμος, γεωγράφος, χαρτογράφος και μαθηματικός, θεωρούμενος από αρκετούς ως ο «πατέρας της παρατηρησιακής Αστρονομίας». Επίσης, του αποδόθηκε ο τίτλος του «θεμελιωτή της τριγωνομετρίας» ως και του «μεγαλύτερου αστρονόμου της αρχαιότητας», αλλά και «όλων των εποχών». Η υπομονή του, η οξυδέρκειά του αλλά και το βεβαιούμενο ιστορικά πάθος του με physics4u.gr/ipparchus ότι καταπιανόταν τον οδήγησαν σε δρόμους που σήμερα, αναλογικά με τα δεδομένα της εποχής του, σίγουρα εντυπωσιάζουν. Ανέπτυξε μαθηματικά μοντέλα για την κίνηση του Ηλίου και της Σελήνης, από παρατηρήσεις αιώνων αρχίζοντας από τους Χαλδαίους της Μεσοποταμίας. Υπήρξε επίσης ο πρώτος που συνέταξε τριγωνομετρικό πίνακα, πράγμα που του επέτρεπε να επιλύει οποιοδήποτε τυχαίο τρίγωνο. Τα έξι κορυφαία πάντως επιτεύγματά του ήταν:

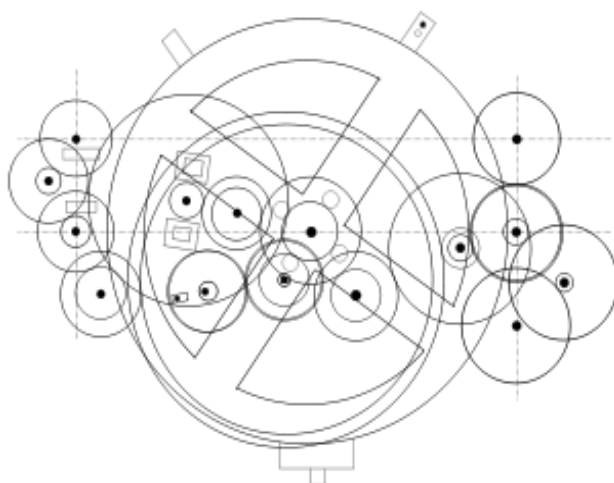
1. Υπολόγισε πως το ηλιακό ή τροπικό έτος είναι 365,242 ημέρες, όταν σήμερα τα σύγχρονα ατομικά ρολόγια τον επιβεβαιώνουν υπολογίζοντάς το σε 365,242199 ημέρες.
2. Η ανακάλυψη της μετάπτωσης των ισημεριών.
3. Υπολόγισε τη διάμετρο της Σελήνης και τη κυμαινόμενη απόστασή της από τη Γη.
4. Η δημιουργία του πρώτου καταλόγου αστερών, τουλάχιστον στο δυτικό κόσμο.
5. Η επινόηση της κλίμακας των μεγεθών των αστερών από τη μέτρηση της φωτεινότητάς των, που χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα από όλους τους αστρονόμους του κόσμου.
6. Το 134 π.Χ. ο Ίππαρχος ανακάλυψε ένα αστέρα που δεν υπήρχε πριν (πιθανόν κομήτης) στον αστερισμό του Σκορπιού, και τότε διατύπωσε την αρχή ότι «οι αστέρες δεν είναι αιώνιοι στον ουρανό».

Είναι εφευρέτης ενός ακριβέστερου Αστrolάβου, το όργανο με τη βοήθεια του οποίου μέτρησε τις συντεταγμένες των αστερών. Τελειοποίησε τη Διόπτρα, ένα όργανο που του επέτρεψε την εκτίμηση της φαινόμενης διαμέτρου Ηλίου και

Σελήνης, την απόσταση και το πραγματικό μέγεθός τους. Επίσης τελειοποίησε πολλά παλαιότερα όργανα όπως ήταν ο Γνώμων, το Ηλιοτρόπιο κλπ. Θεωρείται ο πρώτος που διαίρεσε τους κύκλους των παραπάνω αστρονομικών οργάνων σε 360 μοίρες ενώ είναι ο πρώτος που κατασκεύασε Υδρόγειο σφαίρα.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων και η Θεωρία του Ίππαρχου

Αναφορικά ο μηχανισμός των Αντικυθήρων-Αποτελεί τον αρχαιότερο γνωστό πολύπλοκο, πλανητικής λειτουργίας, μηχανισμό και αποκαλείται ως ο πρώτος γνωστός αναλογικός υπολογιστής. Τα χαρακτηριστικά κατασκευής του υποδηλώνει ότι είχε κατασκευαστεί κατά τη διάρκεια της Ελληνιστικής περιόδου. (323-30 π.Χ). Ήταν σχεδιασμένος για να υπολογίζει και απεικονίζει τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων, τις εκλείψεις ηλίου και σελήνης, καθώς και φάσεις αυτής φτιάχτηκε σύμφωνα με τη θεωρία του Ιπάρχου.



Wikipedia- μηχανισμός των αντικυθήρων

1.10.13.Πτολεμαίος



Wikimedia- Πτολεμαίος Κλαύδιος

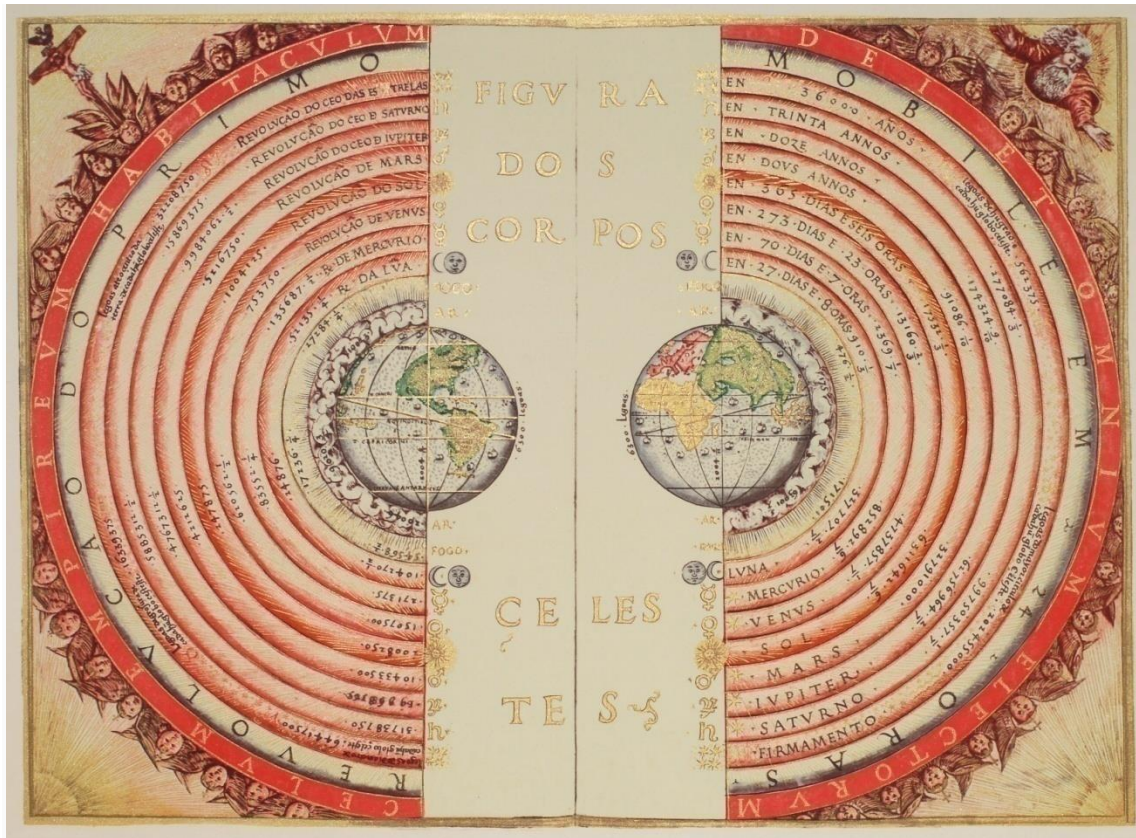
Ο Πτολεμαίος ο Κλαύδιος γεννήθηκε στην ελληνορωμαϊκή Αίγυπτο και έζησε στην Αλεξάνδρεια κατά την περίοδο 127 με 151 μετά Χριστόν. Επίκεντρο των δραστηριοτήτων του ήταν η Αλεξάνδρεια. Στο σύγγραμμά του που κυκλοφόρησε το 800 μ.Χ. από τους Άραβες με τίτλο *almagest* προερχόμενο από τον τίτλο του βιβλίου *αλμαγέστη* παρουσιάζει την πρώτη συστηματική μαθηματική μελέτη της αστρονομίας. Στο βιβλίο αυτό συνοψίζονται οι δικοί του υπολογισμοί, καθώς και παρατηρήσεις προγενέστερων του όπως του Ίππαρχου θέτοντας βάσεις οι οποίες θα παραμείνουν για τα επόμενα 1.500 χρόνια. Το σύστημα του Κλαύδιου Πτολεμαίου ήταν γεωκεντρικό. Στον Πτολεμαίο οφείλεται η τυποποίηση να ονομάζεται το πάνω μέρος του χάρτη Βορράς. Αν και το

γεωκεντρικό σύστημα δημιουργούσε σημαντικές αποκλίσεις στις μακροχρόνιες προβλέψεις για την θέση των πλανητών και αντικαταστάθηκε από το ηλιοκεντρικό σύστημα του κοπέρνικου ήταν αυτό που χρησιμοποιήθηκε σε συνδυασμό με τους χάρτες από τους θαλασσοπόρους που ανακάλυψαν τις νέες ηπείρους τον 15ο και 16ο αιώνα.



Η νήσος Ταπροβάνη (Ασία).

Περγαμηνή 13ου-14ου αιώνα Κλάυδιου Πτολεμαίου. Φυλάσσετε στην Ι.Μ Βατοπαιδίου www.hellinon.net



<http://www.hellinon.net> η Πτολεμαϊκή άποψη του Γεωκεντρικού Συστήματος (Σχεδιασμένο από τον πορτογάλο Bortolomeu Velho 1568 εθνική Βιβλιοθήκη Παρισιού)



<http://www.hellinon.net> Χάρτης που απεικονίζει την περιγραφή του πτολεμαίου του κατοικούμενου Κόσμου (1482 Johannes Schitzer)

Ο Πτολεμαίος θεωρούσε τη γη σφαιρική και ακίνητη και μεγαλύτερη από όλα τα Ουράνια σώματα για να εξηγήσει την ανάδρομη κίνηση των πλανητών εισήγαγε στο γεωκεντρικό μοντέλο των κέντρων κύκλων και επίκυκλων που είχε ήδη προταθεί από τον Απολλώνιο και τον Ίππαρχο, την έννοια του εξωτερικού σημείου τοποθετώντας έναν παρατηρητή στο εξισωτικό σημείο. Τότε αυτός θα βλέπει το σώμα που περιφέρεται γύρω του σε έναν επίκυκλο να διανύει σε ίσους χρόνους ίσες γωνίες κάτι που παραπέμπει στον νόμο των εμβαδών του Κέπλερ. Το μοντέλο αυτό έδινε ικανοποιητικά αποτελέσματα με σφάλμα λίγων μοιρών γιαυτό και επικράτησε για 14 αιώνες. Στη μέγιστη σύναξη ο Πτολεμαίος καταγράφει το γεωκεντρικό σύστημα του Ιπάρχου το οποίο και το συνδυάζει με δικές του παρατηρήσεις με αποτέλεσμα μία πλήρη αστρονομική σύνθεση που περιελάμβανε κατάλογο αστέρων και αστερισμών. Ένα μοντέλο προβλέψεων για τις μελλοντικές θέσεις των ουράνιων σωμάτων και τις μελλοντικές εκλείψεις Ηλίου και Σελήνης καθώς και μία προτεινόμενη αντίληψη του σύμπαντος ως ένα σύνολο σφαιρών ομόκεντρων σφαιρών όπου οι πλανήτες ο ήλιος και η σελήνη κινούνται ο καθένας στην επιφάνεια της δικής τους κοσμικής σφαίρας ενώ οι απλανείς αστέρες τοποθετούνται συλλήβδην στην εξωτερική σφαίρα.

1.10.14.Υπατία



Wikipedia-Υπατία

Η Υπατία (370 μ.Χ. - 415 μ.Χ. Αλεξάνδρεια) είναι η τελευταία φιλόσοφος και μαθηματικός της αρχαίας Ελλάδας. Ο πατέρας της, ο Θέωνας, ήταν κι αυτός μαθηματικός και αστρονόμος. Έγραψε σχόλια όχι μόνο για τα Μαθηματικά αλλά και για τον Αστρονομικό Κανόνα του Πτολεμαίου. Εκτός από τη φιλοσοφία και τα μαθηματικά, η Υπατία είχε ενδιαφέρον για τη μηχανική και την πρακτική τεχνολογία. Τα γράμματα του Συνέσιου περιέχουν σχέδια της για αρκετά επιστημονικά όργανα που περιλαμβάνουν κι έναν αστρολάβο. Η Υπατία ήταν ο τελευταίος ειδικολάτρης επιστήμονας του δυτικού κόσμου και ο θάνατός της συνέπεσε με τα τελευταία χρόνια της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας. Και αφού από τότε δεν υπήρξαν σημαντικοί πρόοδοι στα μαθηματικά, την αστρονομία και τη φυσική σε όλο τη Δύση για άλλα 1000 χρόνια, η Υπατία έγινε σύμβολο του τέλους της αρχαίας επιστήμης. Μετά την Υπατία ήρθε το χάος και ο βαρβαρισμός των Σκοτεινών Χρόνων.

1.11.Ο ΙΣΛΑΜΙΚΟΣ ΚΟΣΜΟΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΜΕΣΑΙΩΝΑ

Κατά τη μεσαιωνική περίοδο επιστήμονες στον ισλαμικό κόσμο συνεισέφεραν στην παγκόσμια αστρονομία. Οι επιστήμονες αυτοί βασίστηκαν σε πηγές από την Ελλάδα το Ιράν και την Ινδία. Αναβάθμισαν τις μεθόδους μέτρησης και υπολογισμού τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων και συνέχισαν να εξελίσσουν τα μοντέλα του σύμπαντος και τις κινήσεις των πλανητών μέσα σε αυτό. κατά τον 8ο και 10ο αιώνα η Βαγδάτη ήταν ένα μεγάλο κέντρο μελετών υπό την ηγεσία του abbasid χαλίφη al mansur. Επιστημονική έρευνα διεξήχθη επίσης στο Κάιρο και σε άλλες πόλεις. Κατά την περίοδο αυτή κείμενα μεταφράστηκαν από τα σανσκριτικά τα ελληνικά και τα

rahlavi (Ινδία) στα αραβικά για πρώτη φορά και καταγράφηκαν οι παραδόσεις των αραβικών βεδουίνων .

Μέσω της μετάφρασης των πηγών στα αραβικά πραγματοποιήθηκαν Οι μετρήσεις των θέσεων των ουρανίων σωμάτων και δημιουργήθηκαν πίνακες σχετικά με την κίνηση του ήλιου και του φεγγαριού καθώς και των πέντε γνωστών πλανητών. οι βεδουίνοι κατείχαν γνώσεις σχετικά με τα σταθερά αστέρια τις κινήσεις του ήλιου και της σελήνης στους ζωδιακούς αστερισμούς, και τις σεληνιακές περιόδους.

Στον αραβικό κόσμο η αστρονομία συνδέθηκε στενά με την ακριβή μέτρηση του χρόνου καθώς και τον προσανατολισμό ώστε να εντοπίζεται η Μέκκα για προσευχή καθώς και οι ώρες στις οποίες έπρεπε να πραγματοποιηθεί. Ακόμα για τον προσδιορισμό της ώρας της ανατολής και της Δύσης κατά την περίοδο του ραμαζανιού .Έτσι σταδιακά δημιουργήθηκαν βελτιωμένη μέθοδοι παρατήρησης και νέα ημερολογιακά συστήματα. Κατά τον 9ο και τον 11ο αιώνα οι αστρονόμοι του Ισλάμ προσπάθησαν να βελτιώσουν το σύστημα του πτολεμαίου.



alchetron.com/Abd-al-Rahman-al-Sufi

Ο Abd al Rahman al Sufi ήταν ένας από τους σημαντικότερους επιστήμονες που ασχολήθηκε με αυτήν την εργασία και με την βοήθεια του Buyid sultan Adud al Dawla έγραψε το βιβλίο *illustrated book of the fixed stars* το οποίο εκδόθηκε το 964 περιέχοντας κείμενα περιγραφής καθώς και εικόνες. Συμμετείχε σε μεταφράσεις κειμένων από τα ελληνικά στα αράβικα που έλαβαν χώρα στην Αλεξάνδρεια.

Σημαντικός επιστήμονας θεωρείται και ο Ibn al Haytham ο οποίος κατάφερε να μετρήσει το πάχος της ατμόσφαιρας και το πώς αυτή επηρεάζει την ακρίβεια των αστρονομικών παρατηρήσεων. Θεωρείται πατέρας της οπτικής. Ήταν ο πρώτος που εξήγησε ότι το οτιδήποτε ορατό συμβαίνει όταν το φως αναπηδά πάνω σε ένα αντικείμενο και έπειτα κατευθύνεται στα μάτια ενός ατόμου.



Creative representation bust of Ibn al-Haytham made by artist Ali Amro and commissioned by 1001 Inventions for the UNESCO International Year of Light 2015

1.12.ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ

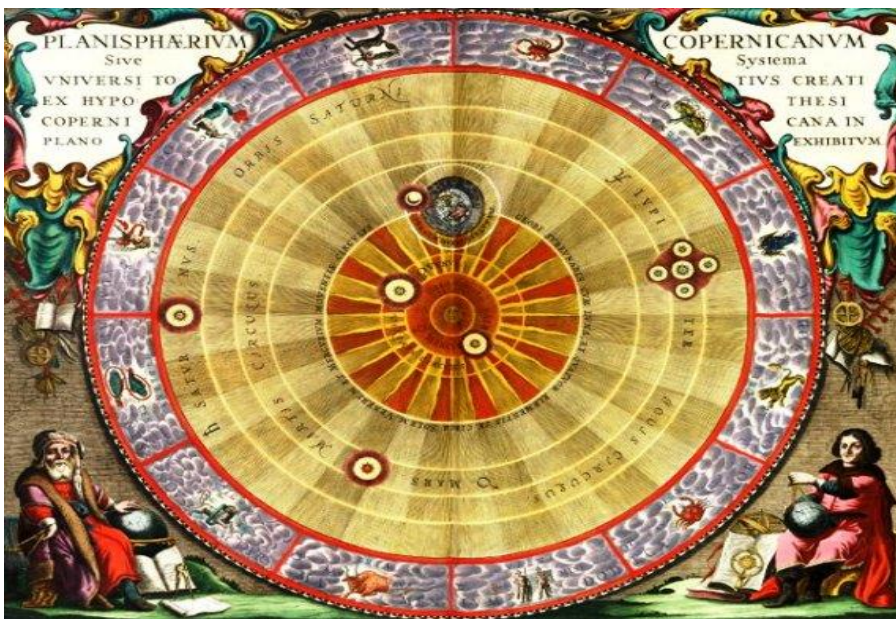
1.12.1.Κοπέρνικος



Wikipedia-Κοπέρνικος

Ο Νικόλαος Κοπέρνικος (1473 με 1543) γεννήθηκε και πέθανε στην Πολωνία, σπούδασε Νομική και Ιατρική στην Ιταλία. Ο πατέρας του πέθανε όταν ήταν δέκα ετών, έτσι η μητέρα του ανέλαβε την ευθύνη της εκπαίδευσης του στέλνοντάς τον στο Πανεπιστήμιο της Κρακοβίας. Αργότερα ο Κοπέρνικος προσελήφθη στον καθεδρικό ναό. Εξασφάλισε με αυτό τον τρόπο ένα σταθερό εισόδημα, που του έδωσε τη δυνατότητα να σπουδάσει στην Ιταλία και επιστρέφοντας να συνεχίσει τη μελέτη του ουρανού.

Ο Κοπέρνικος μελέτησε προσεκτικά τα έργα του Πτολεμαίου, που ήταν ο πρώτος που πίστευε πως υπάρχει κίνηση πλανητών. Ύστερα από μακριές και προσεκτικές μελέτες, ο Κοπέρνικος διαφώνησε με τη θεωρία του Πτολεμαίου πως η Γη είναι ακίνητη και πως ο Ήλιος, η Σελήνη και τα άστρα κινούνται γύρω της. Συμπεραίνοντας ότι η Γη κινείται περιστροφικά. Ο Κοπέρνικος εξακολούθησε να μελετά τους πλανήτες και ύστερα από πολλή σκέψη διατύπωσε τη δική του θεωρία. Σύμφωνα με αυτήν ο ήλιος ήταν το κέντρο του ηλιακού συστήματος και η Γη, όπως και οι άλλοι πλανήτες, περιστρέφονταν περί τον άξονά τους και κινούνταν γύρω από τον ήλιο. Το 1514 έγραψε ένα σύντομο κείμενο που έδειξε σε λιγοστούς έμπιστους φίλους το Commentariolus («Μικρή Ερμηνευτική Πραγματεία»), εξασέλιδο χειρόγραφο κείμενο στα γερμανικά με τις ιδέες του για το Ηλιοκεντρικό Σύστημα. Δεν τόλμησε όμως να το δημοσιεύσει. Κατά τη διάρκεια των επόμενων τριών δεκαετιών, ο Κοπέρνικος εργάστηκε σιωπηρά πάνω στη θεωρία του σύμφωνα με την οποία ο Ήλιος και όχι η Γη, είναι το κέντρο του Σύμπαντος.



<http://www.space.com> The Copernican Planisphere, illustrated in 1661 by Andreas Cellarius.

Το μοντέλο του Κοπέρνικου είχε μία ακόμη πολύ σημαντική συνέπεια: συνεπαγόταν ότι τα άστρα βρίσκονταν πολύ πιο μακριά από τη Γη απ' ό τι είχαν υποθέσει ο Αριστοτέλης και άλλοι προγενέστεροι στοχαστές. Ο Αριστοτέλης πίστευε ότι ο χρόνος είναι άπειρος και ο χώρος σταθερός και καθορισμένος. Η Εκκλησία δίδασκε ότι ο χρόνος ήταν καθορισμένος, όπως και ο χώρος, με εξαίρεση τον Παράδεισο. Ο Κοπέρνικος αποδεχόταν τις ιδέες της Εκκλησίας για τον χρόνο και τη δημιουργία, αλλά σύμφωνα με τις μετρήσεις του, η Γη βρισκόταν πολύ πιο κοντά στον Ήλιο απ' ό τι ο Ήλιος στους άλλους αστέρες. Υπολόγισε επίσης κατά προσέγγιση τις αποστάσεις του Ήλιου από τους πλανήτες και της Σελήνης από τη Γη.

Ο Κοπέρνικος γνώριζε ότι η έρευνά του θα σόκαρε τους ανθρώπους, αλλά μεγαλώνοντας αποφάσισε ότι έπρεπε τελικά να δημοσιεύσει τις ιδέες του. Το 1542 ολοκλήρωσε το σπουδαίο βιβλίο του «De revolutionibus orbium coelestium» (Περί της περιστροφής των ουρανίων σφαιρών). Προχωρημένης ηλικίας πλέον και με την κατάσταση της υγείας του να χειροτερεύει, εμπιστεύθηκε την εκτύπωσή του στον φίλο του και επίσης ιερέα Ρέτικους. Ο Ρέτικους ξεκίνησε τις διαδικασίες, αλλά στη συνέχεια χρειάστηκε να αναλάβει ένα πανεπιστημιακό πόστο στη Γερμανία, έτσι εμπιστεύθηκε με τη σειρά του την εκτύπωση σε έναν άλλο ιερέα, τον Αντρέας Οσιάντερ. Ο Οσιάντερ έβρισκε τις ιδέες του Κοπέρνικου επικίνδυνες, γι' αυτό πρόσθεσε τη δική του εισαγωγή στο βιβλίο, το οποίο τελικά εκτυπώθηκε το 1543.



Wikipedia- De revolutionibus orbium coelestium

Εκεί ανέφερε πως, στην πραγματικότητα, οι ιδέες του Κοπέρνικου ήταν απλώς ένας τρόπος να επιλυθούν ορισμένες από τις δυσκολίες που οι αστρονόμοι συναντούσαν εδώ και καιρό κατά τη μελέτη του γεωκεντρικού μοντέλου του Σύμπαντος. Ο Οσιάντερ έγραψε τον πρόλογο, αλλά παρουσίασε ως συγγραφέα του τον Κοπέρνικο. Εφόσον δεν έφερε την υπογραφή κανενός, οι αναγνώστες θα θεώρησαν φυσικά ότι είχε γραφτεί από τον συγγραφέα. Τότε ο Κοπέρνικος πλησίαζε προς τον θάνατό του, άρα δεν μπορούσε να κάνει τίποτε για να διορθώσει την εσφαλμένη εντύπωση που ο συγκεκριμένος πρόλογος είχε δημιουργήσει. Κατά συνέπεια, για σχεδόν εκατό χρόνια, οι αναγνώστες αυτού του βιβλίου υπέθεταν ότι ο Κοπέρνικος απλώς πειραματιζόταν με διάφορους τρόπους εξηγήσεις των παρατηρήσεών του, χωρίς πραγματικά να ισχυρίζεται ότι η γη περιφερόταν γύρω από τον Ήλιο. Εξαιτίας αυτού του προλόγου, οι περισσότεροι αγνόησαν το επαναστατικό μήνυμα του βιβλίου του Κοπέρνικου. Βέβαια, ο πρόλογος έσωσε τον Κοπέρνικο από την Καθολική Εκκλησία.

Αν και η θεωρία ήταν ανατρεπτική, ο Κοπέρνικος δεν διώχθηκε, επειδή φάνηκε να αποδέχεται πλήρως τον ρόλο του Θεού και της εκκλησίας στη δημιουργία του

κόσμου. Αντιθέτως, ο Γαλιλαίος την παρουσίασε ως τη μοναδική αλήθεια και τιμωρήθηκε σκληρά από τον Πάπα, που τον υποχρέωσε σε κατ' οίκον φυλάκιση μέχρι τον θάνατό του

1.12.2.Κέπλερ



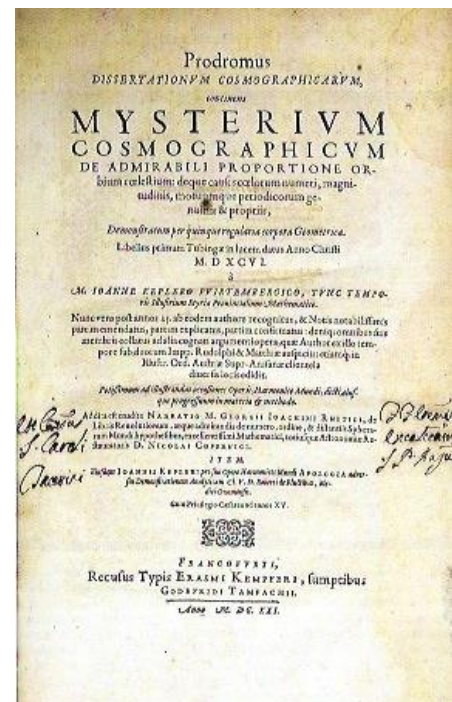
Wikipedia-Γιοχάνες Κέπλερ

Μαθηματικός, αστρονόμος και ενίοτε αστρολόγος για να μπορέσει να επιβιώσει οικονομικά., ο Γιόχαν Κέπλερ γεννήθηκε στην «ελεύθερη αυτοκρατορική πόλη» του Weil der Stadt της Βάδης-Βυρτεμβέργης το 1571 και πέθανε στο Regensburg το 1630.Ο πατέρας του ήταν μισθοφόρος στρατιώτης και τους άφησε όταν ο Γιόχανες ήταν πέντε ετών. Η μητέρα του, κόρη πανδοχέα, ασχολιόταν με τη βοτανοθεραπεία και αργότερα κατηγορήθηκε για μάγισσα. Γεννημένος πρόωρα, ο Γιόχανες φαίνεται ότι ήταν ασθενικό παιδί, παρότι εντυπωσίαζε τους ταξιδιώτες στο πανδοχείο του παππού του με τις ικανότητές του στα Μαθηματικά.

Από μικρός έδειχνε μεγάλο ενδιαφέρον για τα ουράνια φαινόμενα και την παρατήρησή τους. Έτσι, όταν ήταν 5 ετών παρατήρησε τον κομήτη του 1577, γράφοντας αργότερα ότι «τον πήρε η μητέρα του σε ένα ψηλό μέρος για να τον δει».Σε ηλικία 9 ετών παρακολούθησε την έκλειψη Σελήνης του 1580, και κατέγραψε ότι το φεγγάρι «φαινόταν αρκετά κόκκινο». Επειδή όμως προσβλήθηκε παιδί ακόμα από ευλογιά, που τον άφησε με εξασθενημένη όραση, στράφηκε κυρίως προς τη θεωρητική και μαθηματική αστρονομία αντί της παρατηρησιακής αστρονομίας.

Το 1596, ο Κέπλερ δημοσίευσε το πρώτο αστρονομικό βιβλίο του υπό τον τίτλο «Mysterium Cosmographicum» (Κοσμογραφικό Μυστήριο), με το οποίο θεμελίωσε την υπόθεση του Κοπέρνικου για το ηλιοκεντρικό πλανητικό σύστημα.

Στις 15 Νοεμβρίου 1630 ο Κέπλερ πέθανε από πυρετό στο Regensburg. Το 1632, ο τάφος του καταστράφηκε από τον σουηδικό στρατό κατά τις εχθροπραξίες του Τριακονταετούς Θρησκευτικού Πολέμου.Ο Brahe πριν πεθάνει είχε αναθέσει στον Κέπλερ να μελετήσει τις τροχιές των πλανητών, κυρίως όμως να υπολογίσει εκ νέου την τροχιά του Άρη. Η φαινομενική τροχιά του Άρη παρουσίαζε τις μεγαλύτερες δυσκολίες ως προς την ερμηνεία βάσει των επικύκλων. Με το θάνατο του Μπράχε, ο Κέπλερ είχε στην κατοχή του τις αστρονομικές παρατηρήσεις του και ένα τηλεσκόπιο



Mysterium Cosmographicum
J. Kepler Francoforte 1621

Ο Κέπλερ εργάστηκε πολύ σκληρά, προκειμένου να κατανοήσει και να εξηγήσει, με βάση τις κινήσεις των άλλων πλανητών, την περίεργη κίνηση του Άρη, που δε φαινόταν να ακολουθεί την κυκλική τροχιά.

Μετά από αλλεπάλληλες αποτυχημένες προσπάθειες, φτάνει σε αδιέξοδο και αναγκάζεται να εγκαταλείψει τη θεωρία της κυκλικής τροχιάς, αφού στα χέρια του είχε τα νέα και ακριβέστερα δεδομένα .

Είχε φτάσει σε απόγνωση και μετά από πολλές αποτυχημένες θεωρίες, αποφασίζει για πρώτη φορά να δοκιμάσει τον τύπο για την έλλειψη, ο οποίος θα συμφωνήσει απόλυτα με τις παρατηρήσεις του Μπράχε για τον Άρη. Αυτή η νέα θεώρηση τον οδήγησε στην ανακάλυψη του 1ου νόμου για τις κινήσεις των πλανητών:

Η νέα του θεωρία ολοκληρώθηκε το 1606 και δημοσιεύθηκε το 1609 με τον τίτλο *Astronomia Nova*, «Η Νέα Αστρονομία». Το έργο αυτό περιείχε τους γνωστούς σήμερα ως Πρώτος και Δεύτερος Νόμος του Κέπλερ.

Η ελλειπτική τροχιά των πλανητών ήταν ο 1ος νόμος του Κέπλερ, στον οποίο κατέληξε ο Κέπλερ το 1605. Σύμφωνα με αυτόν, οι πλανήτες περιστρέφονται γύρω από τον ήλιο διαγράφοντας επίπεδες τροχιές. Οι τροχιές αυτές είναι ελλείψεις των οποίων ο ήλιος καταλαμβάνει μία από τις εστίες.

Ο Κέπλερ προσπαθούσε να βρει μήπως υπάρχει κάποια σχέση, ένας νόμος, ο οποίος να προκαθόριζε τις θέσεις των πλανητών μέσα στο χώρο του ηλιακού μας συστήματος. Σημειώνουμε ότι την εποχή του ήταν μόνο οι 6 από τους 9 πλανήτες γνωστοί. Οι Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Δίας και Κρόνος.

Υπολογίζοντας τις αποστάσεις των πλανητών αυτών από τον Ήλιο, ο Κέπλερ βρήκε πως αυτές παίρνοντας ως μονάδα μέτρησης την απόσταση Γης – Ηλίου, είναι οι ακόλουθες: Ερμής 0,39, Αφροδίτη 0,72, Γη 1, Άρης 1,52, Δίας 5,2, και Κρόνος 9,55. Αλλά βλέποντας την αναλογία αυτών των αποστάσεων, εύρισκε πως η απόσταση μεταξύ Άρη και Δία ήταν υπερβολικά μεγάλη, υπήρχε δηλαδή κάποιο κενό. Γι' αυτό, κατά τη θεωρητική μελέτη του θέματος, υπολόγισε πως οπωσδήποτε μεταξύ Άρη και Δία πρέπει να υπάρχει ένας ακόμη άγνωστος πλανήτης, γι' αυτό και έγραφε το 1596 στο σύγγραμμά του "Κοσμογραφικό Μυστήριο" τη φράση: "Μεταξύ Άρη και Δία νέον πλανήτη θέτω". Αλλά οι σοφοί εκείνης της εποχής απέρριπταν τη γνώμη αυτή του Κέπλερ γι' αυτό και γρήγορα ξεχάστηκε και από αυτόν ακόμη τον ίδιο.

Ύστερα από μακρές και επίμονες δοκιμές διαφόρων υποθέσεων, ο Κέπλερ έκανε δυο βασικές διαπιστώσεις. Οτι ο Άρης κινείται σε μια έλλειψη, με τον Ήλιο σε μία από τις δυο εστίες και, δεύτερον, ανακάλυψε το νόμο που καθορίζει την ταχύτητα με την οποία ο Άρης κινείται στα διάφορα τμήματα της τροχιάς του.

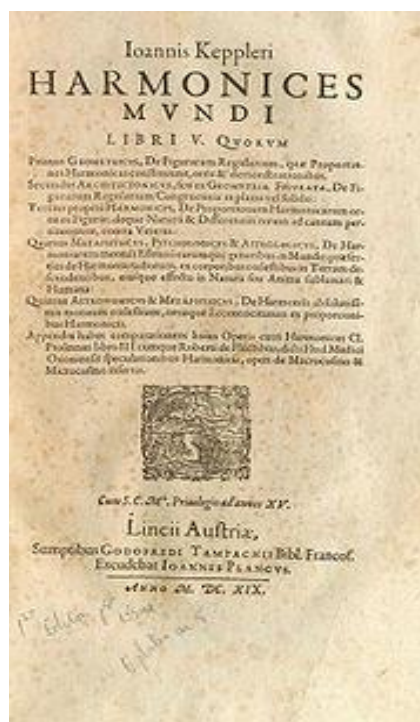
Λίγο μετά αντιμετώπισε το πρόβλημα των μεταβολών των ταχυτήτων των πλανητών. Καθόρισε ότι ένας πλανήτης ταξιδεύει γρηγορότερα όταν έρχεται πιο κοντά στον ήλιο και κινείται πιο αργά όταν είναι πολύ μακριά από τον ήλιο (2ος νόμος του

Κέπλερ). Σύμφωνα με τον οποίο οι ταχύτητες των πλανητών στις τροχιές τους δεν είναι σταθερές αλλά μεταβάλλονται κατά τρόπον ώστε η ευθεία γραμμή (η επιβατική ακτίνα) που ενώνει τον πλανήτη με τον ήλιο να διαγράφει σε ίσα χρονικά διαστήματα ίσες επιφάνειες (εμβαδά).

Τον Οκτώβριο 1604 ο Κέπλερ παρατήρησε τον υπερκαινοφανή που σήμερα είναι γνωστός ως Υπερκαινοφανής του Κέπλερ. Το 1611 δημοσίευσε (με τη μορφή ενός γράμματος σε φίλο) μια μονογραφία για την προέλευση του σχήματος των χιονονιφάδων, που είναι η παλαιότερη γνωστή εργασία πάνω σε αυτό το θέμα. Τον Ιανουάριο 1612 πέθανε ο Αυτοκράτορας και για να αποφύγει τις θρησκευτικές εντάσεις στην Πράγα, ο Κέπλερ πήγε ως Επαρχιακός Μαθηματικός στο Λιντς.

Το 1619 εξέδωσε το έργο *Harmonice mundi* [Αρμονία των Κόσμων] στο οποίο εξηγούσε ότι οι κινήσεις των πλανητών ακολουθούν τους νόμους της μουσικής αρμονίας και διατύπωσε τον νόμο σύμφωνα με τον οποίο τα τετράγωνα των χρόνων περιφοράς των πλανητών γύρω από τον ήλιο είναι ανάλογα με τους κύβους των μέσων αποστάσεων τους από τον ήλιο. Ήταν ο 3ος νόμος της πλανητικής κίνησης που δίνει την ακριβή σχέση μεταξύ της απόστασης ενός πλανήτη από τον ήλιο και του χρόνου περιστροφής του.

Ο Κέπλερ συμπλήρωσε την επτάτομη «Επιτομή της Κοπερνίκειας Αστρονομίας» το 1621, η οποία συγκέντρωνε και επεξεύριζε το προηγούμενο έργο του και θα έπαιζε σημαντικό ρόλο στην αποδοχή του ηλιοκεντρικού συστήματος κατά τον επόμενο αιώνα.



Wikipedia Harmonice mundi

Το 1627 δημοσίευσε τους λεγόμενους «Ροδόλφους πίνακες», οι οποίοι αντικατέστησαν ουσιαστικά μετά από περίπου 1.500 χρόνια και για περίπου 200 χρόνια τους άτλαντες του Πτολεμαίου, και που έδιναν ακριβείς μελλοντικές θέσεις των πλανητών και επέτρεπαν την πρόβλεψη σπάνιων αστρονομικών γεγονότων.

Αλλά και στην Οπτική, ο Κέπλερ προσέφερε σημαντικά, διατυπώνοντας θεωρίες για τους οπτικούς φακούς και το τηλεσκόπιο με δύο κυρτούς φακούς.

Προς τιμή του ονομάστηκαν:

1. Το διαστημικό παρατηρητήριο Kepler γύρω από τον Ήλιο με σκοπό την ανακάλυψη εξωηλιακών πλανητών

2. Τα Στερεά του Κέπλερ, ένα σύνολο γεωμετρικών στερεών σχημάτων, δύο εκ των οποίων περιγράφηκαν από τον ίδιο.

3. Ο Αστέρας του Κέπλερ ή Υπερκαινοφανής του 1604, τον οποίο παρατήρησε και περιέγραψε.

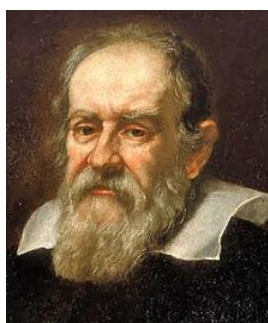
4. Η Εικασία του Κέπλερ στα Μαθηματικά σχετικώς με την τακτοποίηση σφαιρών, που αποδείχθηκε αληθής μετά από 400 χρόνια.

5. Ο κρατήρας Κέπλερ στη Σελήνη

6. Ο κρατήρας Κέπλερ στον πλανήτη Άρη

7. Ο αστεροειδής 1134 Kepler.

1.12.3. Γαλιλαίος Γαλιλέι



Wikipedia-Γαλιλαίος

Στις 15 Φεβρουαρίου 1564, ο Galileo Galilei γεννήθηκε στην Πίζα της Ιταλίας. Συνέβαλε αποφασιστικά στην εξέλιξη της επιστημονικής σκέψης. Ο Γαλιλαίος είναι από τους επιστήμονες που ακόμη και σήμερα απασχολεί τους δασκάλους της Φυσικής και της Αστρονομίας με τα έργα του. Ήταν γνωστός σε όλη την Ευρώπη. Οι ανακαλύψεις του περιλαμβάνουν τα φεγγάρια του Δία, τις φάσεις της Αφροδίτης, τους δακτυλίους του Κρόνου, τα όρη και τους κρατήρες της Σελήνης, τους περίφημους νόμους του ισοχρονισμού των ταλαντώσεων ενός εκκρεμούς, της βαρύτητας, της αδράνειας και της σύνθεσης των ταχυτήτων και τέλος τις κατασκευές που έκανε όπως η περίφημη «διόπτρα του Γαλιλαίου».

Αντίθετα από τους περισσότερους επιστήμονες των ημερών του, αυτός πίστευε ότι δεν θα μπορούσε να σημειωθεί καμιά πρόοδος στην επιστήμη μόνο με τη σκέψη σχετικά με ένα πρόβλημα. Έπρεπε να πραγματοποιηθούν πειράματα και να εξετάσουν ιδέες και θεωρίες στον πραγματικό κόσμο.

Πολλά πειράματα του Γαλιλαίου, συμπεριλαμβανομένου και αυτού όπου έριξε σύμφωνα με τις υπάρχουσες πληροφορίες σώματα από τον κεκλιμένο Πύργο της Πίζας, για να μάθει πόσο γρήγορα έπεφταν, καθόρισαν την σύγχρονη επιστημονική μέθοδο. Πολλοί μελετητές θεωρούν ότι αυτή η αντίληψη του ήταν η σημαντικότερη συμβολή του.

Όταν ήταν περίπου 46 ετών, η περιέργεια του Γαλιλαίου τον ανάγκασε να εξετάσει τον φωτεινό Ήλιο μέσω ενός τηλεσκοπίου. Αυτή η απερίσκεπτη δραστηριότητα του προξένησε βλάβες στα μάτια, βλέποντας κηλίδες και να υποφέρει έτσι από μερική τύφλωση. Εντούτοις, μερικές από εκείνες τις κηλίδες ήταν πραγματικές. Ήταν οι ηλιακές κηλίδες

Κατά την κορύφωση του ηλιακού κύκλου που συμβαίνει κάθε 11 χρόνια υπάρχουν άφθονες ηλιακές κηλίδες, ηλιακές λάμπσεις και γιγαντιαίες φουσαλίδες του καυτού αερίου που πετάγεται μακριά από τον ήλιο.

Στα σύγχρονα τηλεσκόπια δεν χρησιμοποιούμε πια φακούς, όπως αυτούς του Γαλιλαίου και του Κέπλερ, αλλά κάτοπτρα. Μια ιδέα που οφείλουμε σε έναν άλλον σημαντικό επιστήμονα, τον Νεύτωνα. Τα μεγαλύτερα τηλεσκόπια σήμερα έχουν αντικειμενικά κάτοπτρα διαμέτρου 10 μέτρων τα οποία συλλέγουν 1 εκατομμύριο φορές περισσότερο φως απ' όσο συγκέντρωναν τα πρώτα τηλεσκόπια του Γαλιλαίου. Γι αυτό και μπορούμε να παρατηρήσουμε δεκάδες εκατ. φορές πιο αμυδρά ουράνια σώματα από αυτά που μπορούσε να παρατηρήσει με το πρώτο του τηλεσκόπιο ο Γαλιλαίος.

Το 1610, ο Γαλιλαίος και ο Thomas Harriot ήταν οι πρώτοι που παρατήρησαν τις ηλιακές κηλίδες μέσω ενός τηλεσκοπίου. Αυτή η έρευνα έβλαψε άσχημα τους οφθαλμούς του Γαλιλαίου όπως αναφέρθηκε.

Το 1633 παρουσιάστηκε σιδηροδέσμιος μπροστά στην Ιερά εξέταση όπου καταδικάστηκε «γιατί πιστεύει και υποστηρίζει δοξασίες ψεύτικες και αντίθετες προς τις Αγίες και Ιερές Γραφές, ότι ο Ήλιος είναι το κέντρο του κόσμου και ότι δεν κινείται από την ανατολή προς τη δύση, αλλά ότι η Γη κινείται και αυτή δεν αποτελεί το κέντρο του κόσμου».

Το βιβλίο του «Διάλογος» καθώς και η «Επιτομή» του Κέπλερ προστέθηκαν στον κατάλογο των απαγορευμένων βιβλίων, μέχρι το 1838 οπότε καταργήθηκε από το Βατικανό.

Τον Ιανουάριο του 1616 ετοιμάζει τη θεωρία του για τις παλίρροιες που όπως υποστηρίζει, αποδεικνύει ότι η Γη κινείται.

Οι μεγάλες διαμάχες του με την Εκκλησία και η καταδίκη του από την Ιερά Εξέταση οφείλονται στις μεγάλες ανακαλύψεις του στην Αστρονομία.

Η πρώτη του ανακάλυψη ήταν ένα *supernova* το 1604, όταν υποστήριξε πως ήταν έξω από την περιοχή των πλανητών.

Ανακάλυψε τους κρατήρες πάνω στη Σελήνη και μάλιστα μέτρησε το μέγεθος τους. Έθεσε τέρμα στις παλιές δοξασίες για την διαφορά ανάμεσα στη Γη και στα άλλα ουράνια σώματα, καθώς έδειξε τις ομοιότητες ανάμεσά τους. Καταρρίπτεται λοιπόν άλλη μια δοξασία περί ιδιαιτερότητας της Γης. Αποκάλυψε με την βοήθεια του τηλεσκοπίου, αόρατα αστέρια πχ στο σμήνος των Πλειάδων καθώς και την τεράστια συγκέντρωση αστερών στον Γαλαξία μας. Βρήκε στις 7 Ιανουαρίου του 1610, τα τρία φεγγάρια του Δία που τα ονόμασε όμως λανθασμένα «Μεδίκειοι πλανήτες». Η ανακάλυψη αυτή ήταν το ισχυρότερο επιχείρημα για την ορθότητα του ηλιοκεντρικού Κοπερνίκειου Συστήματος, μαζί με τις φάσεις που παρουσίαζε η Αφροδίτη. Έβαλε δε τις βάσεις για την αμφισβήτηση του αλάθητου του Πτολεμαίου και του Αριστοτέλη.

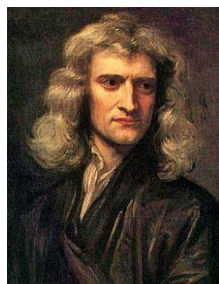
Ισχυρίστηκε πως με την βοήθεια των δορυφόρων του Δία, μπορεί να προδιορίζει το γεωγραφικό μήκος εν πλώ.

Διαπίστωσε πως και ο Κρόνος συνοδεύεται από ορισμένα σώματα, που όμως αργότερα διευκρινήστηκε πως ήταν δακτύλιοι.

Το 1638, μετά την καταδίκη του από την Ιερά Εξέταση, πριν τυφλωθεί τελείως, ανακάλυψε και ορισμένες κινήσεις της Σελήνης, γνωστές σαν «λιμήσεις». Τέλος κατά τη διάρκεια της απομόνωσης του στο Αλσέτρι, επιτηρούμενος συνεχώς από τον αφοσιωμένο στην Εκκλησία γιό του, έγραψε το βιβλίο του το αναφερόμενο στη Μηχανική, «Θεωρίες και Μαθηματικές αποδείξεις σχετικές με δύο νέες επιστήμες συγγενείς της μηχανικής, αλλά μη τολμώντας να το δημοσιεύσει στην πατρίδα του, το έδωσε στο Γάλλο πρεσβευτή και το τύπωσε στην Ολλανδία (1638). Ο θάνατος του ήλθε στις 18 Ιανουαρίου του 1642. Οι φίλοι του θέλησαν να του ανεγείρουν μνημείο αλλά εμποδίστηκαν με την απειλή πως θα διασκορπιστούν τα οστά του, για να ξεχαστεί προφανώς το έργο του. Ο γιός του δε με τον θρησκευτικό φανατισμό που τον διέκρινε, αποφάσισε να κάψει τα περισσότερα συγγράμματα του πατέρα του για να σώσει όπως ισχυριζόταν την ψυχή του πατέρα του.

Το 1995 η NASA για να τιμήσει τον μεγάλο στοχαστή, αστρονόμο και φυσικό που πρώτος μας αποκάλυψε τους δορυφόρους του Δία, έστειλε ένα διαστημικό σκάφος στον Δία που ονομάζεται «Γαλιλαίος» για να μελετήσει το γιγαντιαίο πλανήτη και τους δορυφόρους του. Είναι ακόμα εκεί, και συγκεντρώνει νέα στοιχεία κάθε ημέρα για τον μεγαλύτερο πλανήτη του Ηλιακού μας συστήματος.

1.12.4.Νεύτων



Wikipedia Isaac Newton

Ο Sir Isaac Newton (Νεύτων, 1643-1729) υπήρξε η κορυφαία επιστημονική φυσιογνωμία της Επιστημονικής Επανάστασης. Δεν κατέστρεφε τίποτα από τις σημειώσεις του, όσο ασήμαντες κι αν ήταν πράγμα που έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην κατανόηση του έργου του και της σημαντικότητάς του, ενώ χάρη στην ανιχνιά του έχει διασωθεί σχεδόν όλο το σύνολο των πάσης φύσεως χειρογράφων του.

Οι κυριότερες θεωρητικές συνεισφορές του αφορούν τα μαθηματικά, την οπτική και τη δυναμική. Όμως υπήρξε και μεγάλος πειραματικός και κατασκευαστής εξαιρετικά ευφυών συσκευών, οργάνων και σημαντικών πειραματικών διατάξεων.

Στην οπτική οι εργασίες του Νεύτωνα υπήρξαν σημαντικές και ουσιαστικές. Βασιζόμενος και σε μια σειρά πειραμάτων, ανέπτυξε την επαναστατική για την εποχή αντίληψη ότι το λευκό φως δεν είναι μια απλή ομογενής οντότητα, όπως πίστευαν οι φυσικοί φιλόσοφοι από τον καιρό του Αριστοτέλη αλλά σύνθεση πολλών

χρωμάτων.Κατασκεύασε το κατοπτρικό τηλεσκόπιο σύμφωνα με τους γνωστούς νόμους της διάθλασης.



Wikipedia replica of Newton's second Reflecting telescope that he presented to the Royal Society in 1672

Ο Νεύτων δεν ήταν ο πρώτος που είδε το ηλιακό φάσμα σε προβολή. Είναι, όμως, ο πρώτος που διέκρινε στο σχήμα του την αδυναμία των προηγούμενων θεωριών για το φως. Αφού απέκλεισε από το πείραμα του κάθε τυχαίο παράγοντα, όπως ατέλειες στο πρίσμα ή λοξοδρόμηση των ακτίνων.

«Οι μαθηματικές αρχές της φυσικής φιλοσοφίας»

Οι μαθηματικές αρχές της φυσικής φιλοσοφίας ή Principia, όπως είναι γνωστό το βιβλίο αυτό που εξασφάλισε στο Νεύτωνα μια από τις κορυφαίες θέσεις στην ιστορία της επιστήμης, είναι ένα δύσκολο βιβλίο. Δυνάμεις, ταχύτητες, επιταχύνσεις, χρόνοι, πυκνότητες και αποστάσεις παρουσιάζονται με εξαιρετικά πολύπλοκες γεωμετρικές κατασκευές, που χρησιμοποιούν γραμμές και επιφάνειες. Όπως ο ίδιος γράφει στον πρόλογο του, φιλοδοξία του ήταν να ενώσει τους κλάδους της γεωμετρίας και της μηχανικής «και για τούτο παρουσιάζουμε αυτό το έργο ως μαθηματικές αρχές της φυσικής φιλοσοφίας. Γιατί όλη η δυσκολία της φιλοσοφίας φαίνεται ότι συνίσταται στο εξής: από τα φαινόμενα των κινήσεων να διερευνήσει τις δυνάμεις της φύσης και κατόπιν από αυτές τις δυνάμεις να αποδείξει τα άλλα φαινόμενα».

Στο βιβλίο του παρουσιάζει τρία «αξιώματα ή νόμους της κίνησης» οι οποίοι συσχετίζονται άμεσα και με την αστρονομία .

Ο πρώτος νόμος, «κάθε σώμα διατηρεί την κατάσταση της ακινησίας ή της ομαλής ευθύγραμμης κίνησης μέχρις ότου υποχρεωθεί να αλλάξει την κατάσταση αυτή από δυνάμεις που εφαρμόζονται επάνω του», διατυπώνει την αρχή της αδράνειας με τη μορφή που χρησιμοποιείται και σήμερα, («κάθε σώμα» σημαίνει σ' αυτή την περίπτωση οποιοδήποτε σώμα στη γη ή στον ουρανό.)

Ο δεύτερος νόμος, «η μεταβολή της κίνησης είναι ανάλογη προς την κινητήρια δύναμη που εφαρμόζεται, και γίνεται κατά τη διεύθυνση της ευθείας κατά την οποία εφαρμόζεται η δύναμη», με τον τρόπο που διατυπώθηκε στα *Principia* αποτελεί τη μεγάλη συμβολή του Νεύτωνα στο χώρο της φυσικής, αφού εισάγει δύο νέα και ουσιαστικά στοιχεία: την έννοια-ορισμό της δύναμης, ως μέτρου μεταβολής της κίνησης, και τον ορισμό της μάζας, ως κάτι διαφορετικό από το βάρος.

Ο τρίτος νόμος, «σε κάθε δράση υπάρχει μια ίση και αντίθετη αντίδραση», γνωστός και ως αρχή της δράσης και της αντίδρασης, είναι επίσης ιδέα του Νεύτωνα, αλλά μπορεί να θεωρηθεί ως επέκταση στον κλάδο της μηχανικής των εργασιών του Christiaan Huygens (Κρίστιαν Χούιχενς, 1629-1695) για τις μεταβολές της κίνησης κατά την κρούση.

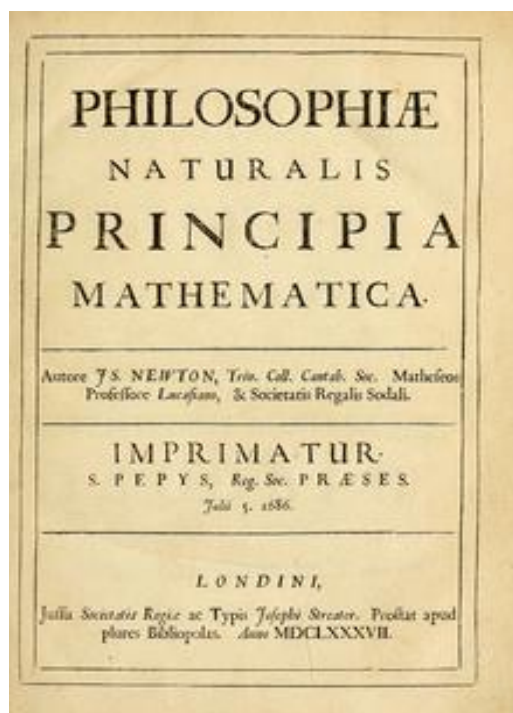
Επίσης συμπεριλαμβάνεται η συστηματική παρουσίαση διάφορων γενικών προβλημάτων της κίνησης, συμπεριλαμβανομένου και του νόμου της διατήρησης της ορμής.

Το πρώτο βιβλίο είναι μια πραγματεία για τη μηχανική, και ασχολείται συστηματικά με την εφαρμογή των τριών νόμων-αξιωμάτων της κίνησης σε σημειακές μάζες και ιδιαίτερα σε σημειακές μάζες που κινούνται σε τροχιά γύρω από κέντρα έλξης.

Στην ουσία, στο πρώτο βιβλίο ο Νεύτων προετοιμάζει το έδαφος, για να περιληφθεί η τροχιακή κίνηση σε ένα ενιαίο σύστημα μηχανικής, που θα περιλαμβάνει τόσο τα γήινα, όσο και τα ουράνια φαινόμενα. Για το σκοπό αυτό εισάγει τον όρο «κεντρομόλος δύναμη», για να τονίσει την αντίθεση προς τη «φυγόκεντρη δύναμη» του Huygens. Στη συνέχεια αποδεικνύει με τη μορφή θεωρημάτων ότι οι τρεις νόμοι του Κέπλερ για την κίνηση των πλανητών μπορούν να εξαχθούν από τη Δυναμική με τη χρήση των τριών αξιωμάτων της κίνησης. Η απόδειξή του, όμως, γενικεύει αυτούς τους νόμους, γιατί αποδεικνύει ότι ο νόμος των εμβαδών ισχύει σε όλες τις περιπτώσεις στις οποίες ένα κινούμενο σώμα παρεκκλίνει από την αρχική πορεία του λόγω κάποιας ελκτικής δύναμης. Όταν το μέγεθος μιας τέτοιας δύναμης μεταβάλλεται αντίστροφα προς το τετράγωνο της απόστασης (όπως στο πλανητικό μας σύστημα), τα σώματα θα κινηθούν σε τροχιά που θα έχει το σχήμα μιας κωνικής τομής. Η τροχιά θα είναι έλλειψη, μόνο όταν η εφαπτομενική ταχύτητα είναι μικρότερη από μια «κρίσιμη τιμή». Στην περίπτωση αυτή τα σώματα που κινούνται σε τροχιά γύρω από ένα μόνο κέντρο έλξης πρέπει να υπακούουν στον τρίτο νόμο του Κέπλερ. Ο Νεύτων όχι μόνο αποδεικνύει γιατί η τροχιά των πλανητών πρέπει να είναι έλλειψη, αλλά λύνει και τα άλυτα από την Αρχαιότητα προβλήματα, που σχετίζονται με την τροχιά των κομητών.

Η απόδειξη ότι ο πρώτος νόμος του Κέπλερ, η ελλειπτική τροχιά των πλανητών, συνάγεται από την ύπαρξη ελκτικής δύναμης που μεταβάλλεται αντίστροφα προς το τετράγωνο της απόστασης αποτελεί μια από τις θεμελιώδεις προτάσεις στις οποίες στηρίχθηκε ο νόμος της παγκόσμιας έλξης.

Μέχρι το σημείο αυτό, ο Νεύτων είχε αποδείξει ότι μια ελκτική δύναμη που μεταβάλλεται αντίστροφα προς το τετράγωνο της απόστασης δημιουργεί μια κίνηση, όπως είναι η κίνηση των πλανητών και, αντιστρόφως, ότι μια κίνηση όπως η κίνηση των πλανητών προϋποθέτει απαραίτητως την ύπαρξη μιας τέτοιας δύναμης. Κι αυτή ήταν η πρώτη μεγάλη συμβολή του με τα Principia. Η δεύτερη μεγάλη συμβολή του ήταν ότι απέδειξε ότι οι δυνάμεις αυτές ήταν της ίδιας φύσης με τη γήινη βαρύτητα. Αυτό γίνεται εν μέρει στο πρώτο βιβλίο, όπου προετοιμάζει το έδαφος με μια σειρά αξιώματα και προτάσεις, αλλά ολοκληρώνεται στο τρίτο βιβλίο των Principia με τον τίτλο «Το σύστημα του Κόσμου».



Wikipedia-Principia mathematica

Το δεύτερο βιβλίο των Principia ασχολείται συστηματικά με κινήσεις ρευστών και με σώματα που κινούνται με την παρουσία αντίστασης μέσα σε αυτά τα ρευστά. Σε αυτό το βιβλίο αναφέρει επίσης την ευστάθεια της τροχιάς των πλανητών και πείθει ότι αυτοί κινούνται στο κενό.

Τελικός Σκοπος

Αφού είχε προετοιμάσει το έδαφος για τις αρχές και τους νόμους-αξιώματα της δυναμικής στο πρώτο βιβλίο, και είχε καταρρίψει το καρτεσιανό σύστημα στο δεύτερο, στο τρίτο βιβλίο, που φέρει τον τίτλο «Το σύστημα του Κόσμου», ο Νεύτων φτάνει στον τελικό σκοπό του, που ήταν η εφαρμογή των αρχών της δυναμικής του στο πλανητικό σύστημα. Σκοπός του ήταν να αποδείξει ότι οι δυνάμεις που καθορίζουν την κίνηση των πλανητών είναι της ίδιας φύσης με τη γήινη βαρύτητα και ότι οι δυνάμεις αυτές δρουν σε ολόκληρο το σύμπαν.

Λύση του προβλήματος στο πρώτο και στο τρίτο βιβλίο των Principia.

Ο Νεύτων είχε τη δυνατότητα να εξετάσει τρία τέτοια συστήματα. Τα δύο από αυτά ήταν το ηλιακό σύστημα και ο Δίας με τους δορυφόρους του, που έχουν πολλά περιφερόμενα σώματα που υπακούουν στον τρίτο νόμο του Κέπλερ. Το τρίτο σύστημα αυτού του είδους το σύστημα Γης-Σελήνης έχει ένα μόνο περιφερόμενο σώμα.

Αυτό που ήθελε να αποδείξει ήταν όχι μόνο ότι οι δυνάμεις που διατηρούν τους δορυφόρους στις τροχιές τους είναι της ίδιας φύσης, αλλά ότι δε διαφέρουν από κάποια πολύ γνωστή δύναμη στη γη, τη δύναμη που κάνει, π.χ., το μήλο να πέφτει στο έδαφος. Στο σημείο, όμως, αυτό προκύπτει ένα ακόμη πρόβλημα. Τον ήλιο και τους πλανήτες μπορούσε λόγω της σχέσης των μαζών τους προς τις αποστάσεις να

τους θεωρήσει σημειακές μάζες και να εφαρμόσει τις αρχές της δυναμικής που είχε παρουσιάσει στο πρώτο βιβλίο. Ακόμα και στην περίπτωση του συστήματος γης-σελήνης, μια τέτοια υπόθεση θα ήταν αποδεκτή. Αλλά πώς θα μπορούσε να χειριστεί το πρόβλημα της πτώσης ενός μήλου; Ενώ το μήλο απέχει τρία-τέσσερα μέτρα από την επιφάνεια της γης, η σχέση που βρήκε ο Νεύτων αντιστοιχούσε σε μια απόσταση μήλου-γης ίση με την ακτίνα της γης. Η λύση του προβλήματος βρίσκεται στο πρώτο βιβλίο. Εκεί ο Νεύτων εξετάζει την ολική ελκτική δύναμη ενός σώματος που αποτελείται από πολλά έλκοντα σώματα. Αποδεικνύει ότι μια ομοιογενής σφαίρα ή γενικότερα μια σφαίρα που αποτελείται από ομοιογενείς φλοιούς έλκει οποιοδήποτε σώμα έξω από αυτήν με δύναμη ανάλογη προς τη συνολική μάζα της και αντιστρόφως ανάλογη προς την απόσταση του σώματος από το κέντρο της. Επομένως, έλκει ως σημείο με μάζα ίση προς τη μάζα της σφαίρας. Με αυτή τη σχέση και με την ακριβή σχέση μεταξύ της κεντρομόλου επιτάχυνσης της σελήνης και της επιτάχυνσης της βαρύτητας ο Νεύτων διατύπωσε τον νόμο της παγκόσμιας έλξης ως εξής: «υπάρχει μια δύναμη βαρύτητας, την οποία διαθέτουν όλα τα σώματα, ανάλογη προς τις διάφορες ποσότητες ύλης που περιέχουν».

Επομένως, το σύμπαν συνολικά μπορεί να νοηθεί ως ένα σύνολο σημειακών μαζών που ανά δύο έλκονται μεταξύ τους με δυνάμεις ανάλογες προς το γινόμενο των μαζών και αντιστρόφως ανάλογες προς το τετράγωνο της μεταξύ τους απόστασης. Στη συνέχεια εξέτασε μια μεγάλη ποικιλία περιπτώσεων δυνατών τροχιών, δείχνοντας πώς μπορούν να εξαχθούν τα πραγματικά στοιχεία μιας τροχιάς, όταν κάποιος διαθέτει παρατηρησιακά στοιχεία γι' αυτήν.

Κατόπιν εφάρμοσε τη μελέτη του στην τροχιά της σελήνης. Αφού απέδειξε ότι και η περιφορά της σελήνης γύρω από τη γη οφείλεται σε μια δύναμη που ελαττώνεται με το τετράγωνο της απόστασης, ο Νεύτων υπολόγισε την επιτάχυνση που θα αποκτούσε το «σεληνιακό μήλο», αν ήταν κοντά στην επιφάνεια της γης, και τελικά έδειξε ότι θα ήταν ακριβώς η ίδια με την επιτάχυνση που τα γήινα σώματα αποκτούν στην ελεύθερη πτώση. Και κατέληξε στην πρώτη του μεγάλη γενίκευση: «Η οικονομία της φύσης απαιτεί από εμάς να αποδώσουμε στη βαρύτητα τη δύναμη που δρα στους πλανήτες». Αυτό σήμαινε ότι αφού η φύση διέθετε ήδη μια δύναμη που δρούσε με αυτό τον τρόπο δεν είχε λόγο να διαθέτει και μια δεύτερη εντελώς όμοια. Αμέσως μετά έκανε το δεύτερο μεγάλο νοητικό βήμα του με μια δεύτερη και μεγάλη γενίκευση. Αφού στο σύστημα γης-σελήνης αυτό που δρούσε ήταν η βαρύτητα, τότε: «η βαρύτητα δρα σε όλα τα σώματα του σύμπαντος».

Έχοντας συναγάγει τον νόμο της παγκόσμιας έλξης, ο Νεύτων τον χρησιμοποιεί στο υπόλοιπο του τρίτου βιβλίου, για να εξετάσει μια σειρά από άλλα φαινόμενα. Ερμηνεύει τη διαφορά της περιόδου του εκκρεμούς στα διάφορα σημεία της γης, τις παλίρροιες, τις ανωμαλίες της κίνησης της σελήνης, και την τροχιά των κομητών. Η ερμηνεία της τροχιάς των κομητών ήταν ένα από τα πιο σημαντικά και εντυπωσιακά αποτελέσματά του γιατί έως τότε δεν είχε γίνει δυνατό να υπαχθεί η τροχιά τους σε κάποιο φυσικό νόμο.

1.12.5.Σαρλ Μεσιέ



Wikipedia-Σαρλ Μεσιέ

Ο Σαρλ Μεσιέ (Charles Messier 1730 – 1817) ήταν Γάλλος αστρονόμος γνωστός κυρίως από τη σύνταξη του πρώτου ομώνυμου αστρονομικού καταλόγου ουράνιων σωμάτων του «βαθέος ουρανού» (έξω από το Ηλιακό Σύστημα), όπως είναι νεφελώματα, γαλαξίες και ασυτικά σμήνη.

Τα μέλη του καταλόγου αυτού που φέρουν αύξοντα αριθμό προτασσομένου του λατινικού γράμματος "M", συλλογικά είναι

πλέον γνωστά ως τα 103 από τα αρχικά 45 «αντικείμενα του Μεσιέ» (M-objects). Ο σκοπός της δημιουργίας του καταλόγου ήταν να βοηθήσει «κυνηγούς» κομητών όπως ήταν και ο ίδιος (γι' αυτό και αποκλήθηκε «θηρευτής των κομητών»), και άλλους παρατηρητές των ουρανών να διακρίνουν τα μόνιμα από τα παροδικά μη σημειακά σώματα.

Η πρώτη εκδοχή του καταλόγου του Messier περιελάμβανε 45 ουράνια σώματα και δημοσιεύθηκε το 1774 στο Παρίσι. Μέχρι το 1781, οπότε εκδόθηκε η τελική μορφή του καταλόγου, αυτά είχαν αυξηθεί σε 103. Σε ανεξάρτητες μεταξύ τους έρευνες μεταξύ 1921 και 1966, αστρονόμοι και ιστορικοί ανακάλυψαν ενδείξεις άλλων 7 μελών του καταλόγου, τα οποία είχαν παρατηρηθεί είτε από τον Μεσιέ, είτε από τον φίλο και βοηθό του Πιέρ Μεσαίν λίγο μετά την τελική έκδοση. Αυτά τα 7 μέλη (τα περισσότερα είναι γαλαξίες), γίνονται δεκτά από πολλούς αστρονόμους ως «επίσημα αντικείμενα Μεσιέ».

Ο κατάλογος δεν είναι επιστημονικά οργανωμένος κατά είδος ουράνιου σώματος ή κατά θέση στην ουράνια Ωστόσο, ο κατάλογος του Μεσιέ περιέχει παραδείγματα κάθε γνωστού είδους μακρινών αστρονομικών στόχων, όπως οι γαλαξίες τα πλανητικά ωφελώματα τα ανοικτά και σφαιρωτά αστρικά σμήνη.

1.12.6.Γιόχαν Έλερτ Μπόντε



Wikipedia- Γιόχαν Έλερτ Μπόντε

Γερμανός αστρονόμος που έγινε γνωστός με την διατύπωση του νόμου Μπόντε - Τίτιους και εξ' αιτίας του έγινε ευρύτερα γνωστός. Η προσπάθεια του για τον καθορισμό της τροχιάς του πλανήτη Ουρανού υπήρξε μνημειώδης και η πρόταση του για την ονομασία του πλανήτη με το όνομα Ουρανός έγινε αποδεκτή από την τότε επιστημονική κοινότητα. Η ανακάλυψή του γαλαξία M81, από τον Μπόντε, έγινε η αιτία που ο γαλαξίας αυτός ονομάζεται και ως γαλαξίας Μπόντε.

Ο Μπόντε δημοσίευσε επίσης από το 1774 μέχρι το 1825 ένα είδος αστρονομικού αλμανάκ, μορφής αστρονομικών εφημερίδων και έναν άλλο, μικρότερο ουράνιο άτλαντα, προοριζόμενο για τους ερασιτέχνες αστρονόμους (Vorstellung der Gestirne). Το 1786 ο Μπόντε, για την σπουδαία συμβολή του στην αστρονομία, εκλέχθηκε μέλος της Ακαδημίας του Βερολίνου. Προς τιμή του Μπόντε ο ένας κρατήρας στο βόρειο ημισφαίριο της Σελήνης και ένας αστεροειδής ο 998, φέρουν το όνομά του. Ο νόμος ή και κανόνας του Μπόντε που διατυπώθηκε από τον ίδιο το 1772 είναι μια από τις σπουδαιότερες θεωρητικές αστρονομικές ανακαλύψεις. Σύμφωνα με αυτόν αν θεωρήσουμε τους τυχαίους αριθμούς 0, 3, 6, 12, 24, 48,... με την ιδιότητα ο καθένας από αυτούς, εκτός του πρώτου, να είναι διπλάσιος

του προηγούμενου του και αν προσθέσουμε σε κάθε ένα τον αριθμό 4, τότε προκύπτει μια νέα ακολουθία αριθμών 4, 7, 10, 16, 28, 52Αν τώρα αυτούς τους αριθμούς του διαιρέσουμε με το 10 προκύπτει νέα ακολουθία: 0,4 0,7 1 1,6 2,8 5,2...Η τελευταία σειρά αποτελεί τον νόμο του Μπόντε, όπου κάθε ένας αριθμός δίνει κατά αρκετά ακριβή προσέγγιση την απόσταση των πλανητών από τον Ήλιο ο οποίος θεωρείται ως 0 και η Γη ως 1.

1.13.ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΣΥΧΡΟΝΗ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ

1.13.1.Harlow Shapley



Wikipedia-
Harlow Sharpley

Με τον ερχομό του 20ού αιώνα το θέμα της φύσης των «νεφελοειδών» ήταν για δεκαετίες ακόμη το αντικείμενο διαφωνιών και αντεγκλήσεων. Ήταν ένα από τα κύρια αντικείμενα διαφωνιών και αντεγκλήσεων μεταξύ των αστρονόμων. Στα μέσα, όμως της δεκαετίας του 1910 ο Αμερικανός αστρονόμος Harlow Shapley (1885-1972),

εξετάζοντας τη χωροταξική κατανομή των σφαιρωτών σμηνών στο Γαλαξία μας έδωσε μια ξεκάθαρη εικόνα αυτού και των άστρων που φαίνονταν στο νυχτερινό ουρανό, ενώ συγχρόνως το Ηλιακό μας Σύστημα βρέθηκε να είναι τοποθετημένο όχι στο κέντρο, όπως θεωρούσαν μέχρι τότε, αλλά στις παρυφές του Γαλαξία. Μ' αυτόν τον τρόπο, δηλαδή, ο Shapley εκθρόνισε τον Ήλιο από το κέντρο του Γαλαξία, όπως ακριβώς ο Κοπέρνικος είχε εκθρονίσει τη Γη από το κέντρο του Ηλιακού μας Συστήματος.

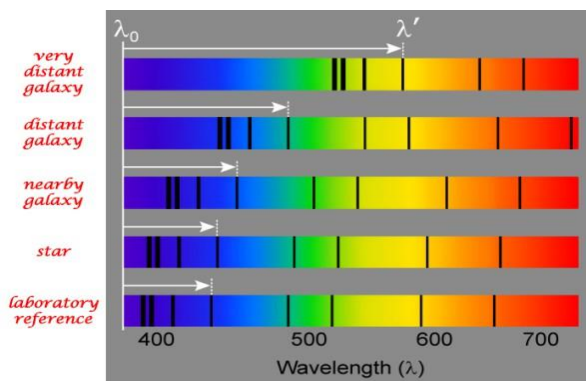
1.13.2.NΟΜΟΣ ΤΟΥ HUBBLE



Wikipedia-Έντουιν
Χάιπλ

Η σύγχρονη παρατηρησιακή κοσμολογία ξεκίνησε ουσιαστικά από μια ανακάλυψη του Edwin Hubble. Η ανακάλυψη δημοσιεύθηκε στις 17 Ιανουαρίου 1929, σ' ένα άρθρο με τίτλο «Μια σχέση ανάμεσα στην απόσταση και την ακτινική ταχύτητα των εξωγαλαξιακών νεφελωμάτων», στα Πρακτικά της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών

των ΗΠΑ. Η ανακάλυψη του Hubble προέκυψε μετά από πολυετή μελέτη των φασμάτων των γαλαξιών, την οποία είχε αρχίσει με τον V. M. Slipher το 1914. Στα φάσματα αυτά εμφανίζονται οι σκοτεινές γραμμές απορρόφησης.



Φάσματα φωτός από άστρα και γαλαξίες
www. Astronomos.gr/archives/12311

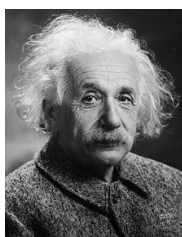
Το πρώτο (από κάτω) φάσμα ανήκει σε μια εργαστηριακή πηγή. Όσο πιο πάνω πηγαίνουμε συναντάμε φάσματα από πιο μακρινούς γαλαξίες. Σε όλα τα φάσματα εμφανίζονται οι σκοτεινές γραμμές απορρόφησης.

Παρατηρούμε ότι στο φως των πιο απομακρυσμένων άστρων και γαλαξιών, οι γραμμές απορρόφησης είναι όλο και περισσότερο μετατοπισμένες προς το ερυθρό λόγω του φαινομένου Ντόπλερ (Doppler).

Σύμφωνα με το φαινόμενο αυτό το μήκος κύματος (και η συχνότητα) ενός κύματος μεταβάλλεται ανάλογα με τη σχετική ταχύτητα μεταξύ πηγής και παρατηρητή. Οι μετατοπισμένες γραμμές απορρόφησης που παρατηρούνται στο φως απομακρυσμένων γαλαξιών, οφείλονται στο γεγονός ότι οι πηγές αυτού του φωτός – οι γαλαξίες – απομακρύνονται από μας. Το μήκος κύματος (και η συχνότητα) του φωτός αλλάζει εξαιτίας της ταχύτητας απομάκρυνσης των γαλαξιών. Μετρώντας το μήκος αυτής της «μετατόπισης» την μεταβολή δηλαδή του μήκους κύματος της πηγής ο νόμος του Doppler μας υπολογίζει την ταχύτητα απομάκρυνσης. Ο Χάμπλ ανακάλυψε ότι η ταχύτητα απομάκρυνσης ενός γαλαξία από εμάς είναι ανάλογη της απόστασής του από μας.

Από το νόμο του Χαμπλ προέκυψε το παρακάτω αποτέλεσμα: Σε οποιαδήποτε διεύθυνση κι αν κοιτάξουμε, βλέπουμε γαλαξίες να απομακρύνονται από εμάς και, όσο πιο απομακρυσμένοι είναι οι γαλαξίες, τόσο ταχύτερα κινούνται. Δεδομένου ότι ο γαλαξίας μας δεν κατέχει μια ιδιαίτερη θέση στο σύμπαν, την ίδια εικόνα θα είχαμε αν παρατηρούσαμε το σύμπαν από έναν άλλο γαλαξία. Θα πρέπει συνεπώς να φανταστούμε ότι διαστέλλεται ολόκληρο το σύμπαν, στο οποίο περιέχονται οι γαλαξίες. Επομένως, ένα φυσικό συμπέρασμα από το νόμο του Χαμπλ είναι ότι το σύμπαν διαστέλλεται.

1.13.3. Άλμπερτ Αϊνστάιν



Wikipedia-
Άλμπερτ Αϊνστάιν

Ο Άλμπερτ Αϊνστάιν, μία από τις πιο δημιουργικές διάνοιες της ανθρώπινης ιστορίας, ήταν φυσικός γερμανό-εβραϊκής καταγωγής, που το 1940 πολιτογραφήθηκε Αμερικανός. Γεννήθηκε στην Ουλμ της Γερμανίας το 1879 και πέθανε στο Πρίνστον των ΗΠΑ το 1955. Στα πρώτα 15 χρόνια του 20ού αιώνα ο Άλμπερτ Αϊνστάιν ανέπτυξε μία σειρά από θεωρίες που διακήρυξαν, για πρώτη φορά, την ισοδυναμία της μάζας προς την ενέργεια ενώ, ταυτόχρονα, έδωσαν εντελώς νέο περιεχόμενο στις έννοιες του χώρου, του χρόνου και της βαρύτητας. Οι θεωρίες του δεν ήταν παρά μια βαθιά αναθεώρηση της παλαιάς Νευτώνειας Φυσικής και αποτέλεσαν επανάσταση για την επιστημονική και φιλοσοφική έρευνα.

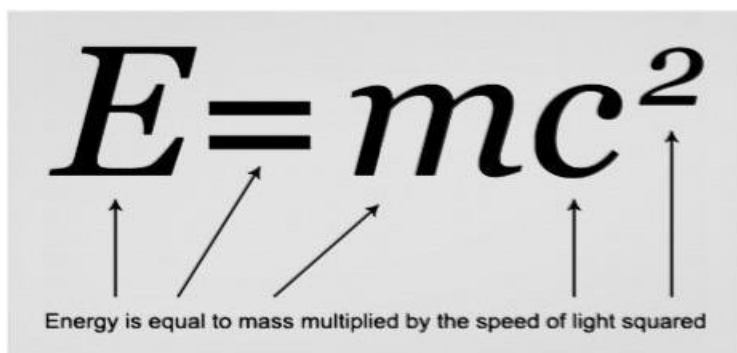
Γενική θεωρία της σχετικότητας

Η γενική θεωρία της σχετικότητας πραγματεύεται κινήσεις με μεταβαλλόμενη ταχύτητα. Ο Αϊνστάιν προσέγγισε το θέμα κατά τρόπο εντελώς διαφορετικό από τον Νεύτωνα. Ο μεγάλος φυσικός του 17ου αιώνα είχε παρατηρήσει κάτι που ήταν μια αξιοσημείωτη συγκυρία: η βαρύτητα δρούσε κατά τον ίδιο τρόπο σ' όλα τα σώματα, ανεξάρτητα από τη μάζα τους. Ο Αϊνστάιν έδωσε μία εξήγηση στο ζήτημα αυτό. Η επιτάχυνση που προκαλεί η βαρύτητα, είπε, δεν είναι δυνατόν να ξεχωριστεί από τις επιταχύνσεις που προκαλούν άλλες δυνάμεις. Ο Αϊνστάιν δημιούργησε χρησιμοποιώντας δέκα σύνθετες εξισώσεις «πεδίου», τη Γενική Θεωρία της

Σχετικότητας το 1916. Η Γενική Θεωρία, αντίθετα προς την Ειδική Θεωρία, δεν είχε σχεδόν κανένα άμεσο νοητικό πρόγονο. Οι εξισώσεις του Αϊνστάιν προβλέπουν πράγματι καμπύλωση του φωτός από τη βαρύτητα, και η καμπύλωση αυτή μπορεί να αποδειχθεί με τη μέτρηση της αποκλίσεως μιας φωτεινής ακτίνας που έρχεται από ένα μακρινό άστρο και περνά κοντά από τον Ήλιο. Το φως που προέρχεται από το άστρο μπορεί να γίνει ορατό μόνο κατά τη διάρκεια μιας ολικής εκλείψεως. Ο Αϊνστάιν πρόβλεψε θεωρητικά διπλάσια απόκλιση από ό,τι μπορούσε να προβλεφθεί με τους νόμους του Νεύτωνα.

Ειδική θεωρία της σχετικότητας

Η ειδική θεωρία της σχετικότητας του Αϊνστάιν πρωτο-δημοσιεύθηκε με τον τίτλο «Επί της ηλεκτροδυναμικής κινουμένων σωμάτων» και είχε ως βάση ένα δοκίμιο που είχε γράψει ο Αϊνστάιν στα δεκαέξι του χρόνια. Η κεντρική ιδέα της θεωρίας ήταν ότι, αν για όλα τα συστήματα αναφοράς η ταχύτητα του φωτός είναι σταθερή και αν όλοι οι φυσικοί νόμοι είναι ίδιοι, τότε τόσο ο χρόνος όσο και η κίνηση εξαρτώνται από το σύστημα αναφοράς στο οποίο μετρούνται. Προχωρώντας στη μαθηματική διατύπωση της θεωρίας του, ο Αϊνστάιν δημοσίευσε το τέταρτο άρθρο του με τίτλο «Η αδράνεια ενός σώματος εξαρτάται από την ενέργειά του;». Η μαθηματική αυτή υποσημείωση στην ειδική θεωρία της σχετικότητας θεμελίωσε την ισοδυναμία μάζας και ενέργειας σύμφωνα με την οποία μία ποσότητα ύλης με μάζα m έχει ένα ενεργειακό περιεχόμενο E ίσο προς τη μάζα επί το τετράγωνο της ταχύτητας του φωτός. Η σχέση αυτή γράφεται συνήθως: $E = mc^2$.



The diagram shows the equation $E = mc^2$ in a large, bold, serif font. Below the equation, there are five arrows pointing upwards to the terms: E , $=$, m , c , and 2 . Below the arrows, the text reads: "Energy is equal to mass multiplied by the speed of light squared".

Άλλες αξιόλογες ανακαλύψεις

Η εν καιρώ του πολέμου ανάπτυξη του ραντάρ έβγαλε μια ολόκληρη γενιά ράδιο-εμπειρογνομόνων στην αστρονομία, για να ακολουθήσουν πρωτοποριακές ανακαλύψεις, που έγιναν στη δεκαετία του '30 και τη δεκαετία του '40. Το 1934 ο Karl Jansky είχε ανακαλύψει τη ράδιο-εκπομπή από τον Γαλαξία μας και στη δεκαετία του '40 ο Grote Reber ολοκλήρωσε τους πρώτους ράδιο-χάρτες όλου του Ουρανού.

Στην ίδια περίοδο ο John Hey ανακάλυψε τη ράδιο-εκπομπή από τον ήλιο και ανίχνευσε τις πρώτες σημειακές ράδιο-πηγές. Μέχρι την πρόσφατη δεκαετία του '50 η ραδιοαστρονομία είχε αρχίσει να είναι ένα πολύ σημαντικό πεδίο της σύγχρονης αστρονομίας. Αμέσως ακολούθησαν έρευνες σε άλλες ζώνες μηκών κύματος.

Γρήγορα η υπέρυθη αστρονομία έκανε μεγάλη πρόοδο κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '60, που κατέληξε στην πτήση του Υπέρυθρου Αστρονομικού Δορυφόρου (IRAS) το 1983 και του Υπέρυθρου Διαστημικό Παρατηρητηρίου της Ευρωπαϊκής Διαστημικής Εταιρείας (ISO) το 1995. Η έναρξη του δορυφόρου Uhuu το 1970 χαρακτηρίστηκε σαν ένα μεγάλο βήμα προς τα εμπρός για την αστρονομία των ακτίνων X. Οι νέοι αστρονόμοι κατάφεραν να ανακαλύψουν μια πλούσια γκάμα νέων φαινομένων, όπως οι ραδιογαλαξίες, τα κβάζαρ, τα pulsars και από εκεί τους αστέρες νετρονίων.

Άλλα ευρήματα έχουν συμπεριλάβει τα διπλά συστήματα ακτίνων X με αστέρια νετρονίων και μαύρες οπές, τις ογκώδεις μαύρες οπές στους γαλαξιακούς πυρήνες, τα άστρα με τις εκπομπές ακτινοβολίας και τους υπερφωτισμένους στο υπέρυθρο γαλαξίες, τους πρωτοπλανητικούς δίσκους, και τέλος τους βαρυτικούς φακούς από τα αστέρια, τους γαλαξίες και τα σμήνη των γαλαξιών.

Οι μαύρες οπές απέδειξαν ότι να είναι μια από τις πιο δραματικές συνέπειες της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας του Einstein. Για πρώτη φορά συζητήθηκαν από μια ομάδα θεωρητικών αστροφυσικών, αλλά τώρα φαίνονται ότι είναι η κοινή τελική κατάληξη για τα αστέρια, που έχουν τουλάχιστον 20 φορές τη μάζα του δικού μας ήλιου.

Η σημαντικότερη δραματική ανακάλυψη της νέας αστρονομίας ήταν η ανακάλυψη της μικροκυματικής ακτινοβολίας υποβάθρου από τους Penzias και Robert Wilson το 1965. Αυτή η ακτινοβολία ερμηνεύθηκε αμέσως ως το απομεινάρι της ακτινοβολίας - στην φάση που κυριαρχούσε στο σύμπαν αμέσως μετά τη Θερμή Μεγάλη Έκρηξη (BIG BANG).

Στη δεκαετία του '40 και τη δεκαετία του '50 ο George Gamow και οι συνάδελφοι του είχαν προωθήσει την έννοια ενός θερμού Bing Bang Σύμπαντος, που κυριαρχήθηκε από την ακτινοβολία στα αρχικά του στάδια. Ήλπιζαν έτσι να εξηγήσουν ότι τα στοιχεία δημιουργήθηκαν από τις πυρηνικές αντιδράσεις στον αρχικό Κόσμο.

Το τέλος του 20ου αιώνα, βρήσκει την αστρονομία και την κοσμολογία να βρίσκονται σε ένα πολύ υψηλό επίπεδο. Αλλά φαίνεται να μην υπάρχει κανένα τέλος στον πλούτο των νέων ανακαλύψεων. Το Hubble Deep Field - ένας χάρτης μιας μικρής περιοχής του Ουρανού σε πολύ μεγάλο βάθος, που έγινε με το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble έχει επεκτείνει χρονολογικά προς τα πίσω την εικόνα που έχουμε, όταν σχηματίζονταν τα αστέρια μέσα στους γαλαξίες, την εποχή που το Σύμπαν ήταν μόνο στο 10% της σημερινής ηλικίας.

1.14.ΣΥΧΡΟΝΗ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ

Η ραγδαία εξέλιξη της αστρονομίας αλλά και η απαραίτητη σχέση της με άλλες επιστήμες σταδιακά οδήγησε στην δημιουργία παραπλήσιων επιστημών καιθώς στην σε διάφορους τομείς ταξινόμησης της ίδιας της αστρονομίας.

Η σύγχρονη αστρονομία μπορεί να διαιρεθεί σε τρία κύρια μέρη: 1. Την αστρομετρία (υπολογισμός θέσης, ουράνια μηχανική, αστρική δυναμική, αστρική κινηματική, αστρική στατιστική κλπ.) 2. Την αστροφυσική (μελέτη της φύσης των ουράνιων σωμάτων, φωτομετρία, μέτρηση ακτινοβολιών, φασματοσκοπία, ραδιοαστρονομία, πυρηνική α. κλπ). Και 3. τη διαστημική αστρονομία (άμεση συλλογή πληροφοριών και ανάλυση της ύλης που αποτελεί τα άστρα).

Μερικοί ειδικοί προτείνουν τον χωρισμό της αστρονομίας από την αστροφυσική και επιμένουν ότι πρακτικά με τον όρο αστρονομία εννοούμε το σύνολο των μελετών που αφορούν στους αστέρες μόνο από δυναμική και κινηματική άποψη. Άλλοι όμως υποστηρίζουν ότι ο διαχωρισμός είναι τυπικός και ότι η αστρονομία μελετά καθετί σχετικό με τα ουράνια σώματα και φαινόμενα.

1.14.1.ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ JWST (james webb space telescope)

Σημαντικές εξελίξεις στη αστρονομία αναμένεται να προκύψουν με το διαστημικό τηλεσκόπιο James Webb (JWST), γνωστό στο παρελθόν ως διαστημικό τηλεσκόπιο νέας γενιάς (NGST) το οποίο αποτελεί μέρος του συνεχιζόμενου προγράμματος Flagship της NASA.

Είναι υπό κατασκευή και προγραμματίζεται να εκτοξευθεί τον Οκτώβριο του 2018. Το JWST θα προσφέρει πρωτοφανή ανάλυση και ευαισθησία από το ορατό φως μεγάλου μήκους κύματος (πορτοκαλί-κόκκινο), μέσω υπέρυθρης υπέρυθρης ακτινοβολίας. Ενώ το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble διαθέτει κάτοπτρο 2,4 μέτρων (7,9 πόδια), το JWST διαθέτει μεγαλύτερο και πολλαπλό κύριο κάτοπτρο διαμέτρου 6,5 μέτρων και θα βρίσκεται κοντά στο σημείο Γ2-Γη

Οι δυνατότητες του JWST θα επιτρέψουν ένα ευρύ φάσμα ερευνών σε όλους τους τομείς της αστρονομίας και της κοσμολογίας . Ένας συγκεκριμένος στόχος είναι η παρατήρηση ορισμένων από τα πιο μακρινά γεγονότα και αντικείμενα στο Σύμπαν , όπως ο σχηματισμός των πρώτων γαλαξιών . Αυτοί οι τύποι στόχων είναι πέραν των σημερινών επίγειων και διαστημικών μέσων. Ένας άλλος στόχος είναι η κατανόηση του σχηματισμού των αστεριών και των πλανητών

Η NASA περιέγραψε την JWST ως επιστημονικό διάδοχο του διαστημικού τηλεσκοπίου Hubble , αλλά όχι ως αντικατάσταση, επειδή οι δυνατότητες δεν είναι ίδιες. JWST έχει ως στόχο να βλέπει αντικείμενα υψηλής μετατόπισης, συνήθως τόσο παλαιότερα όσο και μακρύτερα κατα πολυ περισσότερο από τα προηγούμενα όργανα.



Wikipedia JWST (James Web Space Telescope)

2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τα πρώτα χρόνια της εξέλιξης του ο άνθρωπος είχε την ανάγκη να βρίσκει τρόπους-οδηγούς για τον εντοπισμό της τοποθεσίας του αλλά και τρόπους πλοήγησης από ένα μέρος σε ένα άλλο. Στην απλούστερη μορφή της η ανάγκη αυτή ερμηνεύεται ως αναζήτηση περιοχών πλούσιων σε τροφή ,πηγών πόσιμου νερού ,βιότοπους και τόπους κυνηγιού. Κατά την εξέλιξη του ο άνθρωπος μαθαίνει να θέτει σημάδια τα οποία και βοηθούν στην πλοήγηση όπως βουνοκορφές ποτάμια λίμνες κ.α. Αρχικά οι μέθοδοι πλοήγησης περιορίζονται στην ξηρά και σε υδάτινες περιοχές όπως λίμνες ποτάμια και κοντά σε ακτές της θάλασσας όπου τα εμφανή σταθερά σημάδια της ξηράς βοηθούν σε αυτήν.

Η ανάγκη του ανθρώπου να εξερευνήσει τον κόσμο γύρω του τον ώθησε στην πραγματοποίηση μεγαλύτερων ταξιδιών όπως ταξίδια μεταξύ νησιών και μεταξύ μεγάλων όχθων ποταμών. Οι ανοιχτές θάλασσες όμως όπου τα σταθερά σημάδια της ξηράς δεν υπάρχουν απαιτούσαν την εφεύρεση νέων μεθόδων πλοήγησης πράγμα που οδήγησε στη δημιουργία της ναυσιπλοΐας.

Σταδιακά ο άνθρωπος παρατηρώντας τον ουρανό και έχοντας ως σημεία αναφοράς Ουράνια σώματα κατάφερε να πλοηγηθεί σε ανοιχτούς ωκεανούς. έχουμε λοιπόν την εφαρμογή των αστρονομικών γνώσεων στη ναυσιπλοΐα. Ανακεφαλαιώνοντας στις αρχικές μετακινήσεις στην ξηρά προστέθηκαν οι μετακινήσεις ακτοπλοϊκά στην συνέχεια σε ανοιχτές θάλασσες και κάνοντας μία προέκταση στη σημερινή εποχή μπορούμε να προσθέσουμε τις εναέριες, τις υποβρύχιες μετακινήσεις ως αποτέλεσμα μεθόδων πλοήγησης και τέλος ακόμα και τις μετακινήσεις στο διάστημα.

Η εφαρμογή της αστρονομίας στη ναυσιπλοΐα συνεπάγεται τη δημιουργία οργάνων παρατήρησης και τροποποίηση αστρονομικών οργάνων ξηράς ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πλοία όπου το σταθερό έδαφος δεν υφίσταται και οι καιρικές συνθήκες είναι αντίξοες. Ας φανταστούμε ένα ναυτικό μίας παλαιότερης εποχής να διοπτρευει ένα Ουράνιο σώμα. Επιπλέον ας λάβουμε υπόψη την ακρίβεια των οργάνων που χρησιμοποιεί καθώς και τη μεγάλη περίπτωση ύπαρξης ανθρώπινου λάθους κατά την παρατήρηση του ουράνιου σώματος αλλά και κατά τον υπολογισμό. Με την πάροδο του χρόνου τα όργανα και μέθοδοι παρατηρήσεις γίνονται ακριβέστερα παρακάτω παρατίθενται τα σημαντικότερα αστρονομικά όργανα της ναυσιπλοΐας και αστρονομικές γνώσεις που συσχετίζονται με αυτά, καθώς και ιστορικά στοιχεία της κατασκευής αλλά και της χρήσης τους.

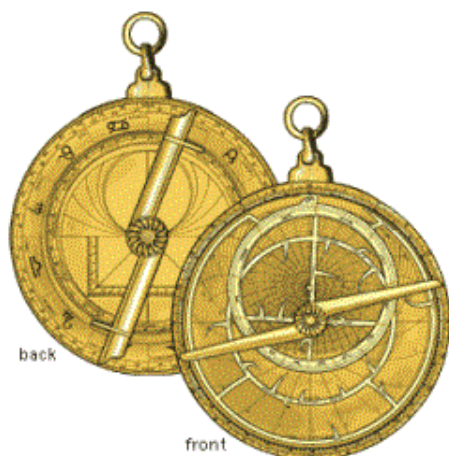
2.1.Όργανα ναυσιπλοΐας

2.1.1.Αστρολάβος

Ο αστρολάβος είναι αρχαίο αστρονομικό όργανο που χρησιμοποιούνταν για να παρατηρηθούν τα αστέρια και να προσδιοριστεί το ύψος τους επάνω στον ορίζοντα. Σύμφωνα με όσα αναφέρουν οι αρχαίοι, ο αστρολάβος εφευρέθηκε τον 2ο π.Χ. αι. από τον Ίππαρχο Πτολεμαίο. Σύμφωνα με τον Πτολεμαίο ο αστρολάβος ήταν ένα είδος γεωγραφικού χάρτη. Στον Μεσαίωνα ο αστρολάβος ήταν το κύριο όργανο ναυσιπλοΐας, αργότερα όμως αντικαταστάθηκε από τον εξάντα. Ο ναυτικός αστρολάβος και ο παραπλήσιος τεταρτοκυκλικός κατασκευάστηκαν για αποκλειστική

χρήση επάνω στα πλοία και μεθόδευαν την εύρεση του γεωγραφικού πλάτους στην ανοικτή θάλασσα με αστρονομικό τρόπο.

Ο αρχαιότερος και βασικός τύπος καλείται επιπεδοσφαιρικός αστρολάβος. Ανακαλύφθηκε, πιθανότατα, από τους Έλληνες ή Αλεξανδρινούς γύρω στο 100 π.Χ. ή και ακόμη παλαιότερα και εξελίχθηκε αργότερα από τους Άραβες. Στην αρχαία μορφή του ο αστρολάβος αποτελούνταν από ένα ξύλινο δίσκο που ήταν κρεμασμένος από έναν κρίκο. Στην άκρη του δίσκου ήταν χαραγμένες οι υποδιαιρέσεις του κύκλου. Ακόμη, υπήρχε ένα σκόπευτρο το οποίο



περιστρέφονταν πάνω σε ένα κεντρικό άξονα με το οποίο μπορούσε κάποιος να σκοπεύσει τον ήλιο και τα αστέρια. Με το πέρασμα του χρόνου οι αστρολάβοι εξελίχθηκαν. Έγιναν μεταλλικοί και με αυτούς με αυτούς μπορούσες να προσδιορίσεις ακόμη και την ώρα.

Κατά βάση ο αστρολάβος είναι ένα απλό μοντέλο ή πιο σωστά, ένα ανάλογο της γης και του ουρανού πάνω σε δύο επίπεδους δίσκους.

Μεταλλικός αστρολάβος
<http://anakalipto.blogspot.gr>

Αυτοί είναι, συνήθως, κατασκευασμένοι από ορείχαλκο και έχουν διάμετρο μέχρι 25

εκατοστά. Ο ένας από τους δίσκους αναπαριστά τη γη και είναι χαραγμένος με γραμμές, που αναπαριστούν τους μεσημβρινούς, τους παράλληλους, τον ορίζοντα του παρατηρητή και άλλες γωνίες πάνω από τον ορίζοντα. Επειδή είναι σχεδιασμένος, για να χρησιμοποιηθεί σε ένα ορισμένο παράλληλο, συνήθως υπάρχουν πολλοί δίσκοι της γης, για να χρησιμοποιείτε το όργανο σε διάφορα πλάτη. Ο άλλος δίσκος ονομάζεται «δίχτυ» ή «ιστός» εξαιτίας του σχήματός του. Είναι ένας απλός χάρτης του ουρανού, όπου οι θέσεις των λαμπερών αστερών σημειώνονται με καμπυλομένους δείκτες. Σημειώνεται, επίσης, και η εκλειπτική γραμμή, η διαδρομή, δηλαδή, του ήλιου ανάμεσα στα άστρα. Οι δίσκοι αυτοί επικάθονται σε έναν τρίτο, το «μητρικό», που διαθέτει κλίμακα με ώρες στην περιφέρεια του εξωτερικά. Το δίχτυ είναι ελεύθερο να περιστρέφεται γύρω από το κέντρο.



Ο αστρολάβος πέρασε σε αχρηστία, όταν οι αστρονομικοί υπολογισμοί έγιναν περισσότερο ακριβείς όπως και τα μηχανικά ωρολόγια,. Παρόλα, όμως, αυτά η χρήση του συνεχιζόταν στις αραβικές χώρες μέχρι και το 19ο αιώνα. Χρησιμοποιήθηκε, επίσης, πολύ στη Δυτική Ευρώπη το 14ο αιώνα.Ο ναυτικός αστρολάβος αναπτύχθηκε, κυρίως, από τους Πορτογάλους στο 15ο αιώνα σαν ένα βασικό και απλό όργανο παρατηρήσεως. Τον χρησιμοποιούσαν για να μετρήσουν το ύψος του ήλιου, ή ενός άστρου πάνω από τον ορίζοντα , ώστε να βρίσκουν το γεωγραφικό πλάτος.

2.1.2. Τετράντας

Αρχικά χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση του ύψους κτιρίων ή βουνών. Στον αστρονομικό τομέα χρησιμοποιήθηκε για τον εντοπισμό του γωνιακού ύψους ενός αστέρα ή πλανήτη. Στη ναυσιπλοΐα αρχικά χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση του ύψους του πολικού αστέρα. Υπολογίζεται γύρω στο 1400 μ.Χ. πολύ αργότερα μετά την ανακάλυψη του και τη χρήση του στην ξηρά. Πρωτοδημιουργήθηκε από τον Κλάυδιο Πτολεμαίο κατά το 150 μ.Χ. Στις πρώτες του μορφές ήταν ξύλινος αργότερα όμως με την πάροδο του χρόνου δημιουργήθηκαν τετράντες από ορείχαλκο και μπρούντζο.



The mariner's museum-quadrant



Rob Ossian/historical/quadrant

Ήταν γνωστό ότι ο πολικός αστέρας κινούταν ελάχιστα λόγω της θέσης του πάνω από το Βόρειο Πόλο. Δεν βρισκόταν ακριβώς πάνω από αυτόν αλλά αρκετά κοντά. Κατά την εποχή του χριστόφορου Κολόμβου είχε μία απόκλιση της τάξης των τρεις ήμισι μοιρών. Ξέροντας το ύψος του πολικού σε μία συγκεκριμένη πόλη και μετρώντας το ύψος του τόπου με τον τετράντα ήταν δυνατόν να εντοπιστεί η κατεύθυνση προς εκείνη την πόλη.

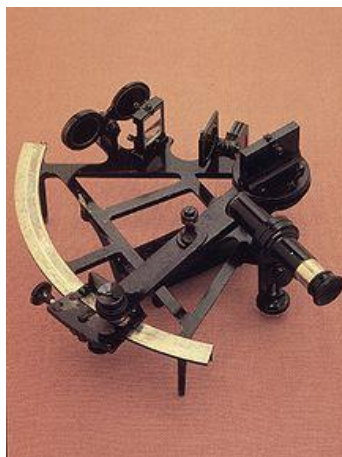
Ο τετράντας είναι ένα τεταρτοκύκλιο με μία κλίμακα χαραγμένη πάνω του. Στο κέντρο του υποτιθέμενου κύκλου είναι δεμένο ένα σχοινί με ένα βαρίδι στην άκρη. Καθώς κινείται το τεταρτοκύκλιο το βαρίδιο λόγω βαρύτητας παραμένει σταθερό με αυτόν τον τρόπο εντοπιζόταν το ύψος του πολικού αστέρα. Σε ταξίδια στο νότιο ημισφαίριο όπου ο πολικός αστέρας δεν ήταν ορατός χρησιμοποιήθηκαν διόπτρες προς τον ήλιο πράγμα που συχνά οδηγούσε στην εμφάνιση προβλημάτων της όρασης στους ναυτικούς.

2.1.3.Εξάντας-οκτάντας

Ο εξάντας είναι ένα γωνιομετρικό όργανο χαρακτηριζόμενο και αστρονομικό που χρησιμοποιείται στη ναυσιπλοΐα για τη μέτρηση υψών ουρανίων σωμάτων καθώς και κατακόρυφες ή οριζόντιες γωνίες σταθερών αντικειμένων στην Γη αλλά και στον ουρανό. Βασικά, χρησιμοποιείται στη μέτρηση της γωνίας (ύψους) ενός σκοπούμενου ουράνιου σώματος (π.χ. Ήλιος, Σελήνη, Πλανήτες, Αστέρες), από τον ορίζοντα.



Οκτάντας μουσείο γεωφυσικής αθηνών



Wikipedia sextant (εξάντας)

Ο εξάντας ήταν η συσκευή που ως επακόλουθο, αντικατέστησε τον αστρολάβο. Πρόγονος της συσκευής του εξάντα ήταν ο οκτάντας, που εφευρέθηκε από τον Τζόν Χάντλεϊ το 1731. Διέφερε στο σχεδιασμό από τον εξάντα μόνο στην τοξοειδή κλίμακα που έχουν τα δυο όργανα: ο οκτάντας έχει κλίμακα ενός ογδού του κύκλου, δηλαδή 45 μοιρών, ενώ ο εξάντας έχει κλίμακα ενός έκτου του κύκλου, δηλαδή 60 μοιρών. Τα δυο όργανα μετρούν τη γωνία της προσπίπτουσας φωτεινής ακτίνας (π.χ. από έναν αστέρα) σε σχέση με τον ορίζοντα, αλλά ο οκτάντας φτάνει να μετρά μέχρι 90 μοίρες γωνία, ενώ ο εξάντας μέχρι 120 μοίρες. Ο εξάντας ανακαλύφθηκε, σαν εξέλιξη του οκτάντα, από τον Άγγλο αξιωματικό του Ναυτικού Τζον Κάμπελ το 1757. Μετρώντας τη γωνία μεταξύ της σελήνης και ενός δοσμένου αστέρα, και με τη βοήθεια πινάκων της κίνησης της σελήνης μπορούμε να υπολογίσουμε ακριβή χρόνο, που δίνει τη δυνατότητα να βρεθεί το γεωγραφικό μήκος και πλάτος της θέσης του πλοίου.

2.1.4. Cross staff (σταυρωτός διοπτήρας)



Cross Staff-εθνικό ναυτικό μουσείο Παρισιού

Ο σταυρωτός διόπτρας δημιουργήθηκε κατά τον 14ο αιώνα και όπως πολλά αστρονομικά όργανα αρχικά προοριζόταν για χρήση στην ξηρά. Αργότερα όμως χρησιμοποιήθηκε και στην θάλασσα. Πρόκειται για τον πρόγονό του ανάστροφου διοπτήρα. Ήταν κατασκευή από ξύλο και αποτελούταν από ένα κύριο ραβδί στο οποίο υπήρχαν προσαρμοσμένα κάθετα σε αυτό επιπλέον ραβδοί με χαραγμένες διαβαθμίσεις. Με το όργανο αυτό

πραγματοποιούνταν εντοπισμός του ύψους ενός ουράνιου σώματος τοποθετώντας στη μία άκρη μιας κάθετης ράβδου τον ορίζοντα και στην άλλη το ουράνιο σώμα προς διόπτρευση.

2.1.5. Back staff (ανάποδος διοπτήρας)



Back staff-Εθνικό ναυτικό μουσείο Παρισίου

Ανάστροφος διόπτρας εφευρέθηκε το 1590 από τον Άγγλο ναυτικό και Αναζητητή John Davis. Πρόκειται για ένα απλό και πρακτικό όργανο το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τα τουλάχιστον επόμενα 200 χρόνια. Προήλθε από την εξέλιξη του σταυρωτού διοπτήρα (cross staff) διορθώνοντας κάποια σφάλματα κατά τη διόπτρευση και επιτρέποντας την καλύτερη παρακολούθηση των σωμάτων. Οι ναυτικοί μέσω της χρήσης αυτού του

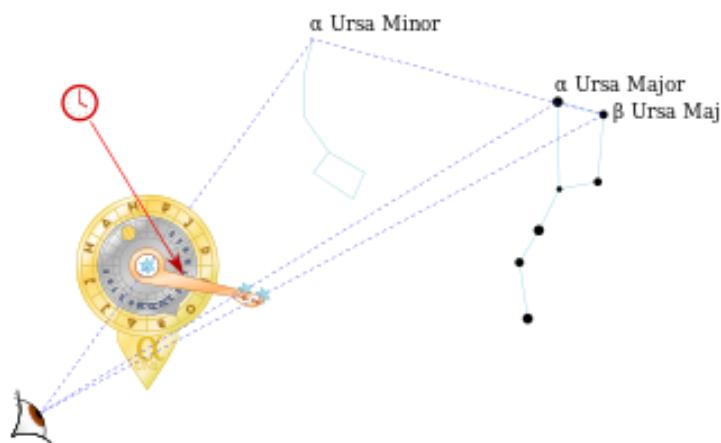
οργάνου είχαν τη δυνατότητα να εντοπίζουν το πλάτος του ήλιου και της σελήνης με ακρίβεια λεπτών της μοίρας με αποτέλεσμα να δημιουργείται σφάλμα στον εντοπισμό της θέσης του πλοίου μόνο μερικών μιλίων.

2.1.6. Nocturnal

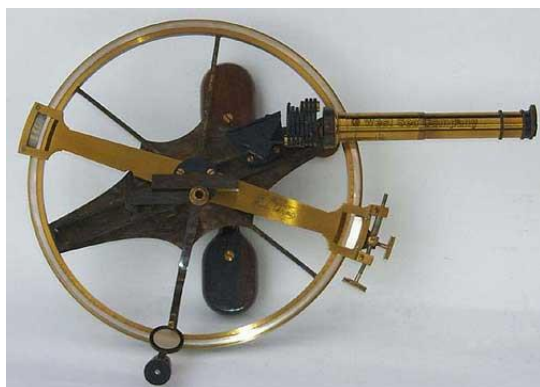
Πρόκειται για ένα όργανο το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τον καθορισμό της ώρας κατά τη νύχτα. Δημιουργήθηκε γύρω στον 17ο αιώνα στην Αγγλία. Η λειτουργία του βασίζεται στο γεγονός ότι τα αστέρια παρόλο που μένουν ακίνητα σε σχέση με τα άλλα αστέρια φαινομενικά φαίνονται να γυρίζουν γύρω από τον πολικό αστέρα ο οποίος είναι σχετικά σταθερός κατά την περιστροφή της γης. Η θέση των φαινομενικά περιστρεφόμενων αστερών είναι αυτή που βοήθούσε στον καθορισμό της ώρας. Για την εύρεση της ώρας ο χρήστης έπρεπε να διοπτρέψει τον πολικό αστέρα μέσω μιας οπής και να ευθυγραμμίσει ένα βραχίονα με τους δύο φωτεινότερους Αστέρες της μικρής Άρκτου. Επειτα από αυτήν την ευθυγράμμιση η ώρα ήταν ορατή στον κυκλικό δίσκο της συσκευής όπου υπήρχαν οι ανάλογες εγγραφές.



Nocturnal- Μουσείο Galileo-Ιταλία



2.1.7. Reflecting circle



Reflecting circle- Rob Ossian/nautical navigation

υδρογραφικές εργασίες και την δημιουργία χαρτών. Το πως η εξέλιξη των χρονομέτρων κατάφερε να εκτοπίσει αυτό το αστρονομικό όργανο αναλύεται παρακάτω.

Όργανο αστρονομικών παρατηρήσεων που δημιουργήθηκε γύρω στο 17ο αιώνα μ.Χ στην Αγγλία και χρησιμοποιήθηκε σε θαλάσσια ταξίδια για τον εντοπισμό του γεωγραφικού μήκους μέσω της μεθόδου μέτρησης της Σεληνιακής απόστασης. Αργότερα κατά το τέλος του 18ου αιώνα όπου τα χρονόμετρα ήταν πλέον ευρέως διαδεδομένα το όργανο αυτό αποσύρθηκε

και χρησιμοποιήθηκε κυρίως για

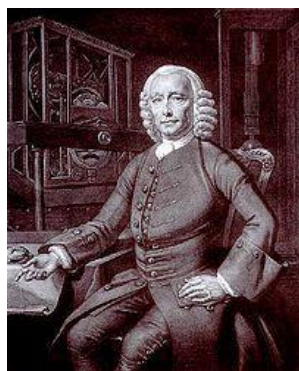
2.2. Τζον Χάρισον και ο γρίφος του γεωγραφικού μήκους (The Longitude Problem)

Με την εμφάνιση των χρονομέτρων ακριβείας ο εντοπισμός της θέσης του πλοίου έγινε πλέον ακριβέστερος. Η έρευνα του γεωγραφικού πλάτους του τόπου είχε επιτευχθεί από τα αρχαία ακόμα χρόνια. Αυτό που έλειπε για την δημιουργία ενός συστήματος συνδιατεταγμένων ακριβείας ήταν το γεωγραφικό μήκος. Το πρόβλημα αυτό επιλύθηκε από τον Τζον Χάρισον με την δημιουργία του χρονομέτρου ακριβείας.

Μέχρι τις αρχές του 18ου αιώνα, χιλιάδες ναυτικοί είχαν χαθεί στις θάλασσες επειδή οι κυβερνήτες των πλοίων τους δεν είχαν τρόπο να διαπιστώσουν την ακριβή τους θέση. Ενώ, ο προσδιορισμός του γεωγραφικού τους πλάτους ήταν μια πολύ εύκολη υπόθεση, ο προσδιορισμός του γεωγραφικού τους μήκους αποτελούσε ένα άλυτο πρόβλημα. Έτσι, το 1714 η δημόσια κατακραυγή για τα αλλεπάλληλα ναυάγια του βρετανικού στόλου, υποχρέωσε το Βρετανικό Κοινοβούλιο να θεσμοθετήσει το τεράστιο χρηματικό έπαθλο των 20.000 λιρών (πάνω από 10 εκατομμύρια δολάρια σε σημερινά χρήματα), το οποίο θα απένειμε σε όποιον ανακάλυπτε μια σίγουρη μέθοδο προσδιορισμού του γεωγραφικού μήκους εν πλω.

Μέχρι τις αρχές του 1730 δεν είχε παρουσιαστεί κάτι αξιόλογο. Τελικά, ξεχώρισαν δυο μέθοδοι προσδιορισμού του γεωγραφικού μήκους που θα ανταγωνίζονταν για το βραβείο. Η πρώτη μέθοδος υποστηριζόταν φανατικά από τους αστρονόμους και βασιζόταν στις κινήσεις της Σελήνης. Όμως ήταν περίπλοκη και απαιτούσε καλές γνώσεις μαθηματικών. Η δεύτερη μέθοδος ήταν μεν απλούστερη, απαιτούσε όμως ένα ρολόι που να αντέχει στις θερμοκρασιακές μεταβολές, την υγρασία και κυρίως να λειτουργεί με ακρίβεια σε συνθήκες πλεύσης.

Αν κατασκευαζόταν ένα τέτοιο ρολόι θα μπορούσε να δείχνει την ώρα του λιμανιού από το οποίο απέπλευσε το πλοίο, οπότε προσδιορίζοντας την τοπική ώρα με βάση τη θέση του ήλιου, η διαφορά ώρας θα έδινε το γεωγραφικό μήκος έχοντας υπόψη ότι κάθε 24 ώρες η Γη πραγματοποιεί μία πλήρης περιστροφή 360 μοιρών δηλαδή 15 μοίρες ανά ώρα. Όμως τα ρολόγια εκκρεμούς εκείνης της εποχής επηρεάζονταν από την υγρασία και τις μεταβολές της θερμοκρασίας και κυρίως από τις κινήσεις του πλοίου και δεν διέθεταν την απαιτούμενη ακρίβεια. Εκείνος που επρόκειτο να κατασκευάσει το πρώτο ακριβές θαλασσοπόρο ρολόι, ήταν ο αυτοδίδακτος ξυλουργός John Harrison.



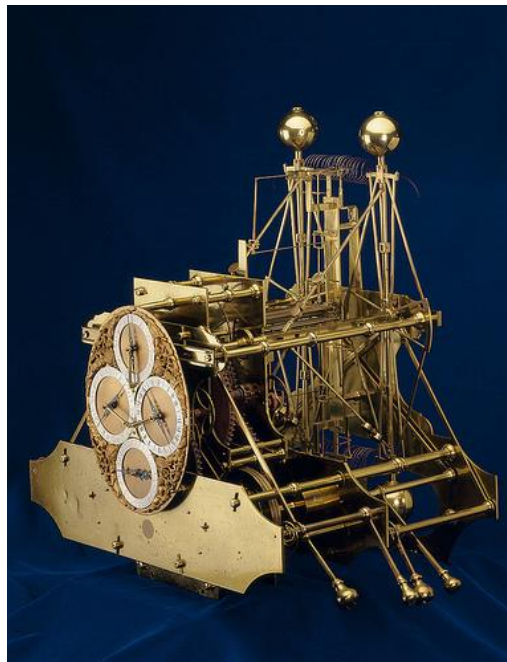
John Harrison Science and Society Picture Library, London

Ο John Harrison (1693 – 1776) μεγάλωσε στο Foulby (Wakefield) της Αγγλίας. Ακολούθησε το επάγγελμα του ξυλουργού, αφού μαθήτευσε από μικρή ηλικία δίπλα στον επίσης ξυλουργό πατέρα του. Από μόνος του σε ηλικία 20 ετών είχε μάθει να κατασκευάζει ρολόγια και ήδη θεωρείτο εξαιρετικός ωρολογοποιός. Τα πρώτα ρολόγια του John Harrison δεν διέφεραν και πολύ από τα υπόλοιπα της εποχής του εκτός από την αποκλειστική χρήση ξύλου

Σε ηλικία περίπου 30 χρονών, είχε κατασκευάσει με τη βοήθεια του μικρότερου αδερφού του, δυο πρωτοποριακά ρολόγια εκκρεμούς. Η παρατήρηση του John Harrison, ότι διαφορετικά μέταλλα έχουν διαφορετικούς συντελεστές διαστολής οδήγησε στην δημιουργία του ακριβέστατου χρονομέτρου.

Για να ρυθμίζει τα ρολόγια του ο John Harrison χρειαζόταν ένα σημείο αναφοράς. ένα ρολόι ακριβείας. Τέτοιο ρολόι, όμως δεν υπήρχε. Ανακάλυψε το ρολόι που αναζητούσε στον νυχτερινό. Στεκόταν δίπλα στο παράθυρο της κουζίνας και παρατηρούσε τη στιγμή που ένα συγκεκριμένο άστρο εξαφανιζόταν πίσω από την καμινάδα του γείτονα. (Μέρα με τη μέρα, η εξαφάνιση αυτή συνέβαινε 3 λεπτά και 56 δευτέρα νωρίτερα, λόγω της περιστροφής της Γης). Κάθε νύχτα, λοιπόν, τα δυο αδέρφια έλεγχαν τα ρολόγια τους αντιπαραβάλλοντάς τα με το χρόνο των άστρων. αυτόν που οι επιστήμονες αποκαλούν αστρικό χρόνο μέχρις ότου διαπίστωσαν ότι τα ρολόγια τους τηρούσαν ακρίβεια 1 δευτερολέπτου το μήνα.

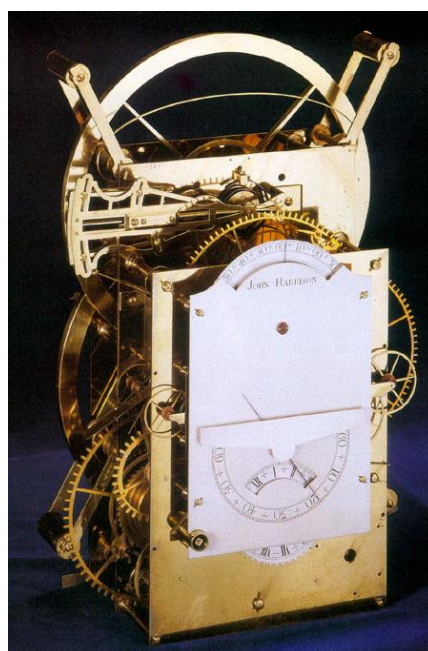
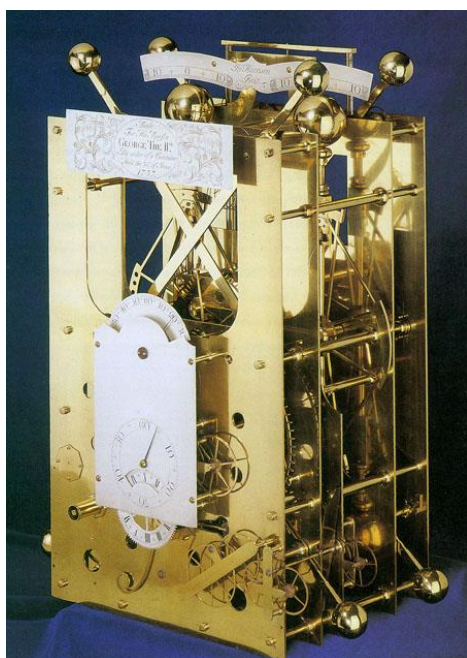
Το 1730 σχεδίασε ένα ρολόι που διέθετε ένα σύνολο ταλαντούμενων ράβδων που ελέγχονταν από σπειροειδή ελατήρια, αυτόνομα και αντισταθμιζόμενα, έτσι ώστε να μην επηρεάζονται από τις κινήσεις του πλοίου. Έτσι αποφάσισε να ταξιδέψει στο Λονδίνο για να παρουσιάσει στα μέλη της επιτροπής του γεωγραφικού μήκους τα σχέδια κατασκευής του ρολογιού του, που αργότερα ονομάστηκε H1. Μετά το αρχικό μοντέλο του H1 ακολούθησαν άλλες 4 βελτιωμένες παραλλαγές.



<http://midwestenergynews.com> John Harrison H1 marine chronometer

Μετά την δοκιμή του H1 (lisbon trial) παρόλο που αρχικά διαπιστώθηκαν προβλήματα τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά αλλά υπήρχαν επιπλέον δυνατότητες βελτίωσης. Δεν εισέπραξε το χρηματικό έπαθλο, χρηματοδοτήθηκε όμως για την δημιουργία νέου ρολογιού που υπολογιζόταν να ετοιμαστεί μέσα στα επόμενα δύο χρόνια. Ο Χάρισσον μετακόμισε στο Λονδίνο (1737) όπου ξεκίνησε να εργάζεται πάνω στα νέα του σχέδια. Δημιούργησε το επόμενο χρονόμετρο του μέσα στα επόμενα δύο χρόνια γνωστό ως H2 το οποίο δεν δοκιμάστηκε ποτέ γιατί εντόπισε κάποιο ελλάτωμα στην κατασκευή του.

Γύρω στο 1740 άρχισε να εργάζεται στο επόμενο μοντέλο το H3. Ασχολήθηκε με αυτό για τα επόμενα 19 χρόνια οι πρώτες δοκιμές του όμως πραγματοποιήθηκαν απο τα πρώτα πέντε χρόνια. Στο επόμενο διάστημα πραγματοποιούνται διαφόρων ειδών διορθώσεις στην κατασκευή για να επιτευχθεί η επιθυμητή ακρίβεια.



Department of History University of California, Irvine Instructor: Dr. Barbara J. Becker. John Harrison H2 and H3

Στην συνέχεια δημιούργησε το μοντέλο H4 το οποίο δοκιμάστηκε σε ένα ταξίδι απο την Αγγλία προς τα νησια Μπαρμπάντος στην νότιο Αμερική. Ξεκίνησε τον Μάρτιο του 1764 και έφτασε τον Μάιο έχοντας συνολικό σφάλμα 39.2 δευτερολέπτων το οποίο ερμηνεύεται σε 9.8 ναυτικά μίλια σφάλματος στην πραγματική τοποθεσία των νησιών. Τελική δημιουργία του ήταν το χρονόμετρο H5 το οποίο ύστερα απο παρατηρήσεις κατα το διάστημα Μαΐου Ιουνίου του 1772 βρέθηκε να έχει σφάλμα ενός τρίτου του δευτερολέπτου ανα μέρα.



Royal museums Greenwich H4



Science museum London H5

2.3.Αστρονομική Ναυσιπλοΐα του 18^{ου} αιώνα

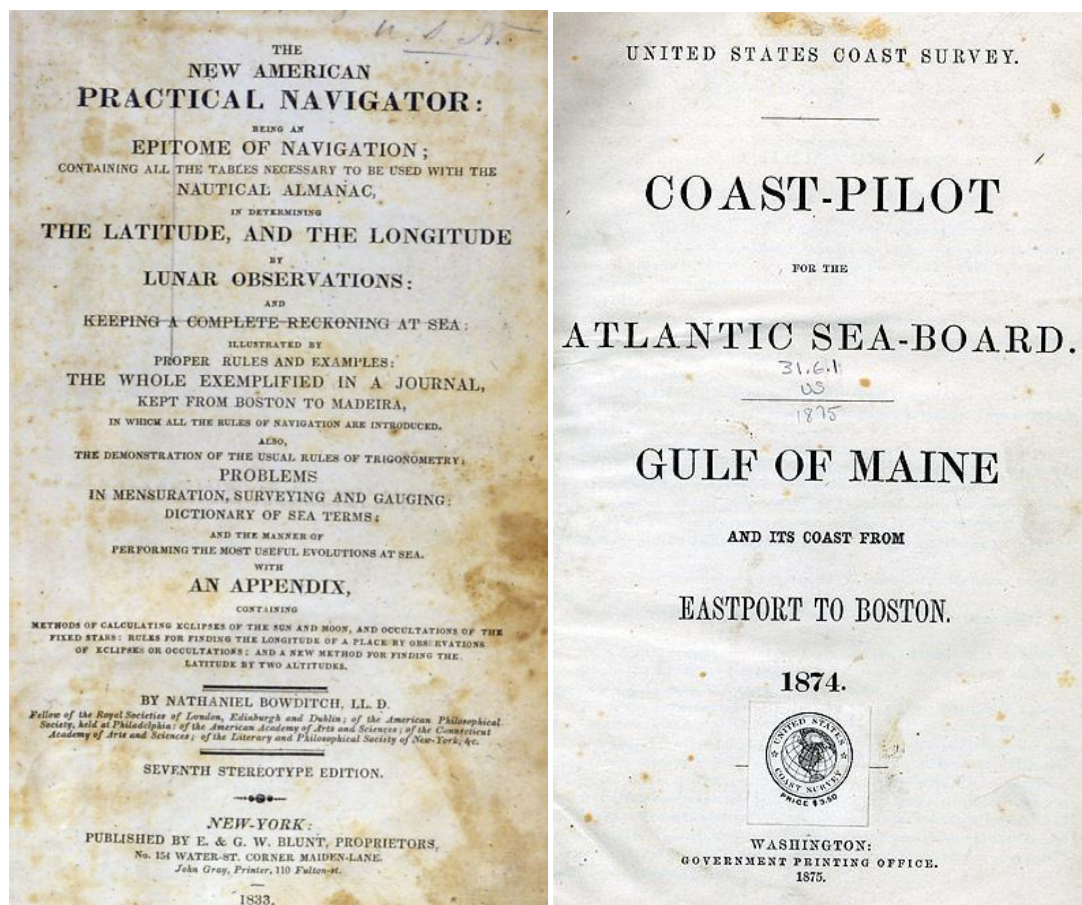
Κατά το τέλος του 17^{ου} αιώνα οι ναυτικοί έχουν πλέον την δυνατότητα να προσδιορίζουν τον χρόνο, το γεωγραφικό πλάτος και μήκος. Παρολο την απλότητα των μεθόδων και τον οργάνων-μέσων που χρησιμοποιούσαν κατάφεραν να πλεύσουν σχεδόν σε ολόκληρο τον κόσμο.

Δύο πράγματα ώθησαν την εξέλιξη της ναυσιπλοΐας κατα τα τέλη του 17^{ου} αιώνα και αρχές του 18^{ου}. Η δημιουργία θαλάσσιων χαρτών μεγάλης ακρίβειας, η συγγραφή βιβλίων με πληροφορίες χρήσιμες προς ναυτιλομένους και όσο αναφορά την αστρονομία ο ακριβής προσδιορισμός του γεωγραφικού μήκους. Όπως αναφέρθηκε το όργανο που κατάφερε να λύσει το πρόβλημα του γεωγραφικού μήκους (The Longitude Problem) ήταν το χρονόμετρο του Χάρισον. Σε συνδιασμό με τον οκτάντα και τον μεταγενέστερο εξάντα ήταν πλέον δυνατό να καθορίζεται η θέση του κάθε πλοίου.

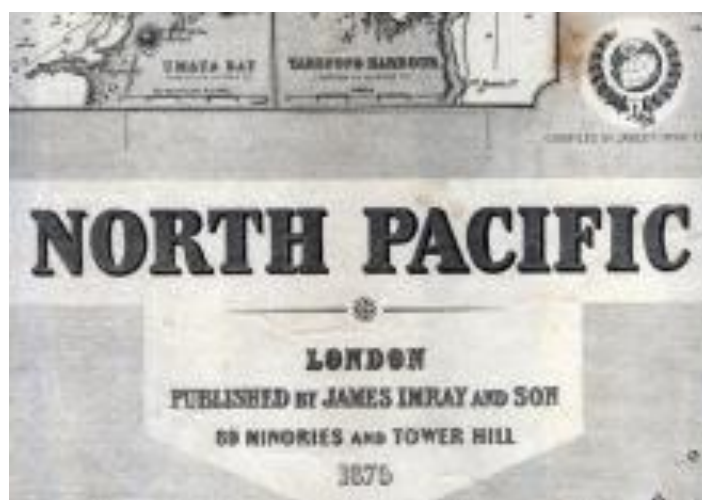
Αρχικά τα χρονόμετρα δεν ήταν εύκολο να αποκτηθούν από όλους τους ναυτικούς λόγω της υψηλής τιμής τους. Ως αποτέλεσμα η μέθοδος εντοπισμού του γεωγραφικού μήκους μέσω αστρονομικών παρατηρήσεων, με κύρια μεταξύ αυτών την χρήση των σεληνιακών πινάκων ή lunar tables, συνέχισε να εφαρμόζεται μέχρι και της αρχές του 19^{ου} αιώνα ώσπου τα χρονόμετρα ήταν πλέον ευκολότερο να αποκτηθούν.

2.4.Αστρονομική ναυσιπλοΐα απο τον 19^ο αιώνα εώς σήμερα

Στις αρχές του 19^{ου} αιώνα η ναυσιπλοΐα πλέον αποτελεί μία τεκμηριωμένη και σωστά δομημένη υπόθεση. Δημιουργούνται λεπτομερείς χάρτες και τα πρώτα ολοκληρωμένα βιβλία βοήθημα προς τους ναυτικούς. Τα ηνία στον τομέα κρατούν η Μεγάλη Βρετανία και η Αμερική. Τα αστρονομικά όργανα που χρησιμοποιούνται πλέον είναι το χρονόμετρο και ο εξάντας.



U.S. Coast Pilot, For Sailing Directions for the Atlantic Sea-Board Penobscot Marine museum



Title Block, North Pacific Chart 1875 Penobscot Marine Museum

Ο 20^{ος} αιώνας ήταν η εποχή της ανακάληψης και ανάπτυξης της ηλεκτρονικής ναυσιπλοΐας στην απότομη έκλειψη της αστρονομικής ναυσιπλοΐας. Η ανακάληψη του Radar, του Sonar και της γυροσκοπικής πυξίδας είναι μερικά από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα. Στη συνέχεια ακολούθησε η ανακάλυψη του GPS και άλλων δορυφορικών συστημάτων, οι ηλεκτρονικοί χάρτες και άλλα μέσα εξασφάλισης της ασφαλούς ανακάλυψης.

Όλα αυτά τα μέσα επιτρέπουν τον εντοπισμό της θέσεως του πλοίου με ακρίβεια εκατοστό. Στην σημερινή εποχή η αστρονομία δεν χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό της θέσεως με την ευρεία χρησιμοποίηση πλέον ως μέσο επαλήθευσης της σωστής λειτουργίας των ηλεκτρονικών μέσων ναυσιπλοΐας. Οι διοπτύξεις των ουράνιων σωμάτων πραγματοποιούνται με την χρήση γυροσκοπικών πυξίδων και εξάντας οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με τις βασικές αρχές του οργάνου αλλά με την ακρίβεια κατασκευής που προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία.

Τα απαιτούμενα στοιχεία για την αξιοποίηση των παρατηρήσεων δίνονται από σύγχρονους ουράνιους χάρτες καθώς και από πίνακες και αστρονομικές εφημερίδες που περιέχουν στοιχεία μεθόδους και σταθερές απαραίτητες για την εκτέλεση των υπολογισμών. Επίσης μεταξύ άλλων συμπεριλαμβάνονται στοιχεία σχετικά με τις μεταβολές των κινήσεων που συμβαίνουν σε διάφορα ουράνια σώματα. Τα στοιχεία αυτά αναφέρονται και ανημερώνονται συνεχώς.

96 2002 MAY 10, 11, 12 (FRI, SAT, SUN.)														97 2002 MAY 10, 11, 12 (FRI, SAT, SUN.)																			
UT		ARIES			VENUS -3.9			MARS +1.7			JUPITER -2.0			SATURN +0.1			STARS				UT		SUN			MOON			MICRONS				
d	h	GHA	SHA	Dec	GHA	SHA	Dec	GHA	SHA	Dec	GHA	SHA	Dec	Name	SHA	Dec	h	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s		
10	00	227 37.2	151 35.2	N23 58.3	151 02.2	N23 44.9	154 05.2	N23 54.8	154 11.5	N21 13.0	153 25.3	N49 17.8	154 05.2	N23 54.8	Acamar	315 25.3	N49 17.8	N 72	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00		
10	01	242 38.1	148 32.9	56.7	149 02.0	45.1	136 07.2	48.7	148 13.6	15.1	135 51.9	55.1	136 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00			
10	02	257 42.1	141 31.5	59.1	141 02.5	45.3	154 06.5	44.7	140 15.8	13.1	135 43.9	54.1	136 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00		
10	03	272 46.1	134 30.7	62.4	134 02.5	45.6	148 11.5	48.7	135 23.8	13.1	135 23.8	13.1	136 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
10	04	287 47.1	127 29.9	65.9	127 01.5	45.8	142 16.5	51.8	128 23.2	13.1	128 23.2	13.1	129 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
10	05	302 49.1	120 29.1	69.2	120 01.5	45.9	136 21.5	55.1	123 28.7	13.1	123 28.7	13.1	124 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	06	317 50.1	113 28.3	72.6	113 01.5	46.0	130 26.5	58.4	118 33.8	13.1	118 33.8	13.1	119 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	07	332 54.4	106 27.5	76.0	106 01.5	46.1	124 31.5	61.2	112 41.1	13.1	112 41.1	13.1	113 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	08	347 56.9	99 26.9	79.4	99 01.5	46.2	118 36.5	64.5	106 50.6	13.1	106 50.6	13.1	107 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	09	362 57.9	92 26.3	82.8	92 01.5	46.3	112 41.5	67.6	100 59.7	13.1	100 59.7	13.1	101 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	10	377 59.4	85 25.7	86.2	85 01.5	46.4	106 46.5	70.7	94 68.8	13.1	94 68.8	13.1	95 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	11	392 59.4	78 25.1	89.6	78 01.5	46.5	100 51.5	73.8	88 71.1	13.1	88 71.1	13.1	89 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	12	407 59.4	71 24.5	93.0	71 01.5	46.6	94 56.5	77.0	82 73.4	13.1	82 73.4	13.1	83 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	13	422 59.4	64 23.9	96.4	64 01.5	46.7	88 81.5	80.2	76 76.3	13.1	76 76.3	13.1	77 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	14	437 59.4	57 23.3	99.8	57 01.5	46.8	82 86.5	83.3	70 79.2	13.1	70 79.2	13.1	71 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	15	452 59.4	50 22.7	103.2	50 01.5	46.9	76 91.5	86.4	64 82.1	13.1	64 82.1	13.1	65 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	16	467 59.4	43 22.1	106.6	43 01.5	47.0	70 96.5	89.5	58 84.9	13.1	58 84.9	13.1	59 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	17	482 59.4	36 21.5	110.0	36 01.5	47.1	65 01.5	92.6	52 89.3	13.1	52 89.3	13.1	53 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	18	497 59.4	29 20.9	113.4	29 01.5	47.2	59 06.5	95.7	46 94.1	13.1	46 94.1	13.1	47 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	19	512 59.4	22 20.3	116.8	22 01.5	47.3	53 11.5	98.8	40 98.9	13.1	40 98.9	13.1	41 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	20	527 59.4	15 19.7	120.2	15 01.5	47.4	47 16.5	102.9	35 03.7	13.1	35 03.7	13.1	35 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	21	542 59.4	8 19.1	123.6	8 01.5	47.5	41 21.5	107.0	29 08.5	13.1	29 08.5	13.1	29 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	22	557 59.4	1 18.5	127.0	1 01.5	47.6	35 26.5	111.1	23 13.5	13.1	23 13.5	13.1	23 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	23	572 59.4	-4 21.1	130.4	-4 01.5	47.7	29 31.5	115.2	17 18.5	13.1	17 18.5	13.1	17 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	24	587 59.4	-11 20.5	133.8	-11 01.5	47.8	23 36.5	119.3	11 23.5	13.1	11 23.5	13.1	11 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	25	602 59.4	-18 19.9	137.2	-18 01.5	47.9	17 41.5	123.4	5 28.5	13.1	5 28.5	13.1	5 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	26	617 59.4	-25 19.3	140.6	-25 01.5	48.0	11 46.5	127.5	-4 16.5	13.1	-4 16.5	13.1	-4 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	27	632 59.4	-32 18.7	144.0	-32 01.5	48.1	5 51.5	131.6	-11 21.5	13.1	-11 21.5	13.1	-11 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	28	647 59.4	-39 18.1	147.4	-39 01.5	48.2	0 6.5	135.7	-18 26.5	13.1	-18 26.5	13.1	-18 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	29	662 59.4	-46 17.5	150.8	-46 01.5	48.3	-4 18.5	140.0	-25 31.5	13.1	-25 31.5	13.1	-25 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
10	30	677 59.4	-53 16.9	154.2	-53 01.5	48.4	-10 23.5	144.1	-32 36.5	13.1	-32 36.5	13.1	-32 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
11	00	692 59.4	-60 16.3	157.6	-60 01.5	48.5	-16 28.5	148.2	-39 41.5	13.1	-39 41.5	13.1	-39 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
11	01	707 59.4	-67 15.7	161.0	-67 01.5	48.6	-22 33.5	152.3	-46 46.5	13.1	-46 46.5	13.1	-46 15.8	13.1	Achernar	179 18.9	N48 58 06.9	N 70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
11	02	722 59.4	-74 15.1																														

Επίλογος

Στο ταξίδι αυτό μέσα στους αιώνες από την προϊστορία έως σήμερα η απλή παρατήρηση έγινε επιστήμη. Η έμφυτη τάση του ανθρώπου προς αναζήτηση τον οδήγησε στην πραγματοποίηση ενός μεγάλου άλματος. Από τους μύθους σχετικά με τον κόσμο και τα φυσικά φαινόμενα αλλά και την πρώτη εφαρμογή των περιορισμένων αστρονομικών γνώσεων στη Γεωργία περάσαμε στις οργανωμένες παρατηρήσεις του ουρανού από τους λαούς και τα βασίλεια.

Η αρχαία Ελλάδα, η Αίγυπτος, η Μεσοποταμία η Κίνα αποτελούν λαμπρά τέτοια παραδείγματα .Οι γνώσεις τους υπήρξαν οι βάσεις όσων ακολούθησαν κατά τον Μεσαίωνα, την αναγέννηση ως και τη σύγχρονη κοινωνία και όσων ακόμη έπονται.

Η αστρονομία συνδέεται άρρηκτα με την ναυσιπλοΐα καθώς η εφαρμογή της σε αυτή άλλαξε τη δεύτερη ριζικά .Ο φόβος του ανθρώπου για μακρινά θαλάσσια ταξίδια έπαυσε και πλέον οι μεγάλες θαλάσσιες διαδρομές δεν γεννούν ανησυχία. Στο πέρασμα του χρόνου η εφεύρεση αστρονομικών οργάνων έδωσε τη δυνατότητα στον άνθρωπο να αποκτήσει πλήρη εποπτεία της θέσης του στον ωκεανό ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια μετά υπερσύγχρονα μηχανήματα που εγκαθίστανται στα πλοία. Παρόλο που σήμερα η αστρονομία στη ναυσιπλοΐα χρησιμοποιείται μόνο ως μέσο επαλήθευσης της λειτουργίας των σύγχρονων μέσων εντοπισμού θέσης είναι κομμάτι της αναπόσπαστο ήδη από την αρχαιότητα. Βήμα βήμα η εξέλιξη της αστρονομίας τόσο ανεξάρτητα σαν επιστήμη αλλά και σε σχέση με τη ναυσιπλοΐα ,βασίζεται στις προϋπάρχουσες γνώσεις Όπως συμβαίνει εδώ και χιλιάδες χρόνια και θα συνεχίσει να γίνεται μέχρι την επόμενη σημαντική κατάκτηση του ανθρώπου που θα γράψει ιστορία

Βιβλιογραφία

- Εγκυκλοπαίδεια *Επιστήμη και ζωή* , Τόμος 2, Εκδ.Χατζηϊακώβου ΑΕ
- Εγκυκλοπαίδεια *Επιστήμες της Γης και του διαστήματος* ,Τόμος 16, Εκδ. Αθηνών
- Εγκυκλοπαίδεια *Πάπυρος Λαρούς Μπριτάνικα*, Τόμος 12, Εκδ. Πάπυρος
- *Βασική παγκόσμια Εγκυκλοπαίδεια*, Τόμος 4 , Εκδ. Χάρη Πάτση Αθήνα
- Εγκυκλοπαίδεια *Νέα Δομή* ,Τόμος 5 , Εκδ.Δομή Αθήνα
- P.Couderc, *Η ιστορία της αστρονομίας*, Εκδ. Ιωαν.Ν.Ζαχαρόπουλος, Αθήνα
- Περιοδικό *Ιστορικά θέματα* τεύχος 150, Μάιος 2015
- www.slideshare.net History of navigation
- <http://www.thepirateking.com/historical/navigation.htm> Navigational tools
- <https://timeandnavigation.si.edu/navigating-at-sea>
- <http://idp.bl.uk/4DCGI/education/astronomy/history.html>
- http://www.thelivingmoon.com/43ancients/01documents/Mesopotamian_Astronomy.html
- <http://www.starteachastronomy.com/egyptian.html>
- http://www.metmuseum.org/toah/hd/astr/hd_astr.htm
- <http://www2.astronomicalheritage.net/index.php/show-theme?idtheme=17>
- <http://www.waterencyclopedia.com/Mi-Oc/Navigation-at-Sea-History-of.html>
- <https://explorable.com/indian-astronomy>
- <http://idp.bl.uk/4DCGI/education/astronomy/sky.html>
- <https://explorable.com/mesopotamian-astronomy>
- <http://ebooks.edu.gr> Ιστορία των Επιστημών και της τεχνολογίας Βιβλίο Μαθητή
- https://en.m.wikipedia.org/wiki/Astronomy_in_the_medieval_Islamic_world
- <https://books.google.gr> Persian Astronomy
- <http://www.hellinon.net/ANEOMENA/PtolemeosKlavdios.htm>
- <http://hartis.org/blog/el/history-of-navigation-el>
- <http://www.sfak.org> Αστρονομία
- <http://www.mixanitouxronou.gr> Κοπέρνικος
- <https://el.wikipedia.org> Νικόλαος Κοπέρνικος
- <http://physics4u.gr> Γαλιλαίος ο πατέρας της σύγχρονης επιστήμης
- <https://prezi.com/5nw-86ydpmni/the-history-of-navigation-at-sea/?webgl=0>
- <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/navigation/>
- <http://www.boatsafe.com/kids/navigation.htm>
- <http://www.penobscotmarinemuseum.org/pbho-1/history-of-navigation/history-navigation-introduction>
- <http://www.penobscotmarinemuseum.org/pbho-1/history-of-navigation/navigation-20th-century-present>
- <https://el.wikipedia.org> Σαρλ Μεσιέ
- <http://www.astronomos.gr/archives/12311>

- <https://el.wikipedia.org> Στήβεν Χόκινγκ
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Compass>
- https://en.wikipedia.org/wiki/James_Webb_Space_Telescope
- http://www.e-nautilia.gr/blog-post_9778/
- <https://wol.jw.org/el/wol/d/r11/lp-g/102010170>
- <https://www.maritime-museum.gr/index.php/collections/ancient-naval-technology>
- <https://el.wikipedia.org> Indian Astronomy
- <http://sfak.org> Μεγάλοι επιστήμονες και αστρονόμοι
- <http://www.physics4u.gr/articles/2009/astronomia4.html>
- <http://www.rmg.co.uk/discover/explore/longitude-found-john-harrison> Royal Museum of Greenwich
- <https://www.penobscotmarinemuseum.org/pbho-1/history-of-navigation/navigation-american-explorers-15th-17th-centuries>