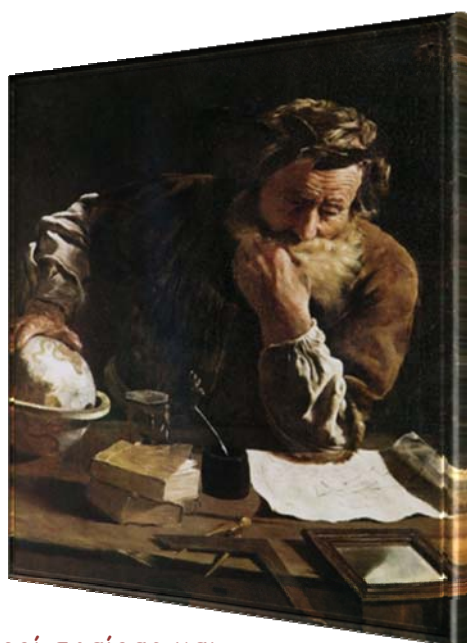


# ΟΙ ΕΦΕΥΡΕΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΗ.

## ❖ Ο Αρχιμήδης.

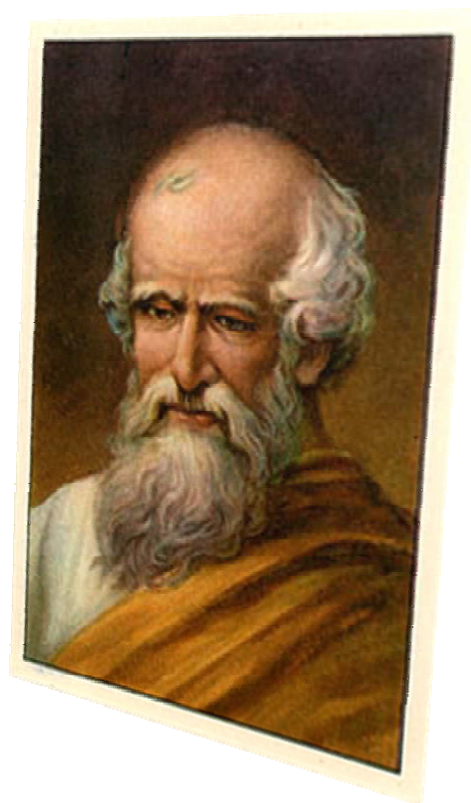
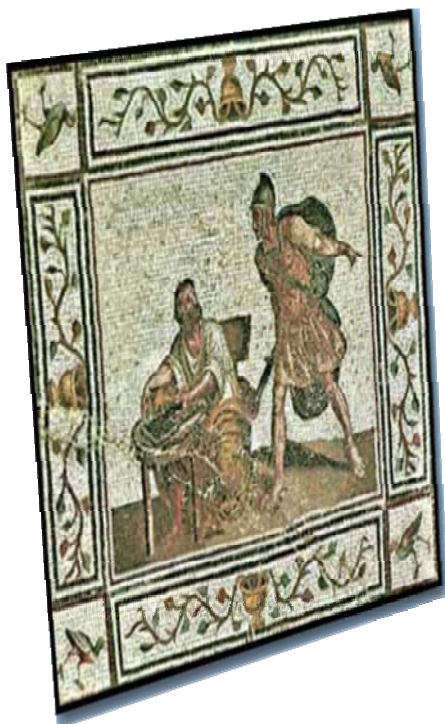
Ο μαθηματικός, φιλόσοφος, φυσικός και μηχανικός Αρχιμήδης ήταν ένα από τα μεγαλοφυή πνεύματα που γνώρισε στην πορεία της η ανθρωπότητα. Ένα βιβλίο του Ηρακλείδη για τον Αρχιμήδη, «Αρχιμήδους βίου», που αναφέρεται από νεώτερους, δεν φαίνεται να διασώθηκε. Σίγουρο θεωρείται ότι ο Αρχιμήδης γεννήθηκε στις Συρακούσες περί το 285 π. Χ και πιθανόν είχε πατέρα τον αστρονόμο Φειδία. Διασώθηκαν αρκετά συγγράμματά του, μερικά αποσπασματικά, «Περί σφαίρας και κυλίνδρου», «Κύκλου μέτρησης», «Περί πολυέδρων», «Περί σφαιροειδέων και κωνοειδέων», «Περί ελίκων», «Κέντρα βάρους επιπέδων», «Τετραγωνισμός παραβολής», «Κατοπτρικά», «Μηχανικά» κ.ά.



Έκανε τα πρώτα βήματα για το μαθηματικό υπολογισμό επιφανειών με ακανόνιστο περίγραμμα και συμμετρικών εκ περιστροφής σωμάτων, μέθοδος που εξελίχθηκε, τεκμηριώθηκε και ονομάστηκε στη σύγχρονη εποχή *Ολοκληρωτικός Λογισμός*, υπολόγισε μία προσεγγιστική τιμή για τον άρρητο αριθμό  $\pi$ , διατύπωσε το νόμο της Μηχανικής για τους μοχλούς και, αντιλαμβανόμενος τις απεριόριστες προεκτάσεις του, γενίκευσε την εφαρμογή λέγοντας «Δος μοι πα στω και ταν γαν κινάσω» (δώσε μου σημείο να στηριχθώ και θα κινήσω τη Γη). Διατύπωσε επίσης την ομώνυμη αρχή για την

άνωση του νερού, κατασκεύασε διάφορες μηχανές, ένα τύπο πολύσπαστου, τον κοχλία, μία αντλητική μηχανή με την «αρχιμήδειον έλικα» κ.ά.

Το όνομα του Αρχιμήδη έχει συσχετιστεί με διάφορους θρύλους, π.χ. ότι πετάχτηκε από τη μπανιέρα του, μόλις αξιοποίησε πειραματιζόμενος την άνωση που εξασκεί το νερό και τρέχοντας γυμνός στους δρόμους, αναφώνουσε «Εύρηκα!», ότι έκαψε με συγκεντρωτικά κάτοπτρα πλοία των Ρωμαίων που πολιορκούσαν τις Συρακούσες, συγκεντρώνοντας πάνω τους την ηλιακή ακτινοβολία, ότι είπε σε Ρωμαίο στρατιώτη, ο οποίος τελικά και τον σκότωσε μετά την κατάληψη της πόλης το 212 π. Χ , «Μη μου τους κύκλους τάραττε!» κ.ά. Γεγονός που τεκμηριώνεται πάντως από αναφορές είναι ότι η παρουσία του Αρχιμήδη στα τείχη (Ευρίαλο φρούριο) είχε εκφοβίσει τους Ρωμαίους πολιορκητές των Συρακουσών υπό τον Μάρκελο, αφού με διάφορες αμυντικές μηχανές κατάφερνε ο μεγάλος εφευρέτης, μαζί με το στρατό, να καθυστερεί επί τριετία περίπου την κατάληψη της πόλης.



## ❖ Οι εφευρέσεις του.

### ○ Το ατμοτηλεβόλο.

Πολεμικό όπλο που εκτόξευε μπάλες βάρους ενός ταλάντου (περίπου 23 χλγμ.) σε απόσταση 6 σταδίων (περίπου 1.100 μ.).

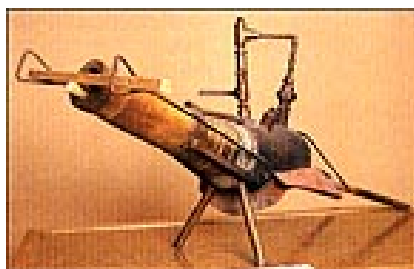
Λειτουργούσε με την ατμοσυμπίεση. Είναι το πρώτο παγκοσμίως όπλο που λειτουργούσε με ατμό. Το εφεύρε ο Αρχιμήδης στη διάρκεια της πολιορκίας των Συρακουσών από τους Ρωμαίους (213-211 π.Χ). Με το όπλο ασχολήθηκε και ο Λεονάρντο ντα Βίντσι, που το ονόμασε αρχιτρόνιτο (από τις λέξεις Αρχι-μήδης και τρώννυμι), και έκανε τα πρώτα κατασκευαστικά σχέδια του όπλου. Ο έλληνας μηχανικός Ιωάννης Σακάς, που πειραματίστηκε πολύ με τα έργα του Αρχιμήδη, έκανε την ανακατασκευή του όπλου για πρώτη φορά. Το όπλο είναι λειτουργικό και εξακοντίζει μπάλες βάρους 2-2,5 κιλών σε απόσταση 350-400 μ.



Οι μοναδικές ιστορικές μαρτυρίες που έχουμε για το ατμοτηλεβόλο (ή ατμοβόλο) του Αρχιμήδη προέρχονται από τον ιταλό ποιητή Φραγκίσκο Πετράρχη (1304-1374) και τον περίφημο μηχανικό και ζωγράφο Λεονάρντο ντα Βίντσι (1452-1519), ο οποίος όπως αναφέρει, κατασκεύασε το ατμοτηλεβόλο. Η ιδιοφυΐα και το ήθος του μεγάλου αυτού αναγεννησιακού άνδρα ήταν επόμενο ότι θα τον απέτρεπε από την απόκρυψη των στοιχείων εκείνων που του έδωσαν τις δυνατότητες σύλληψης των δικών του μηχανικών



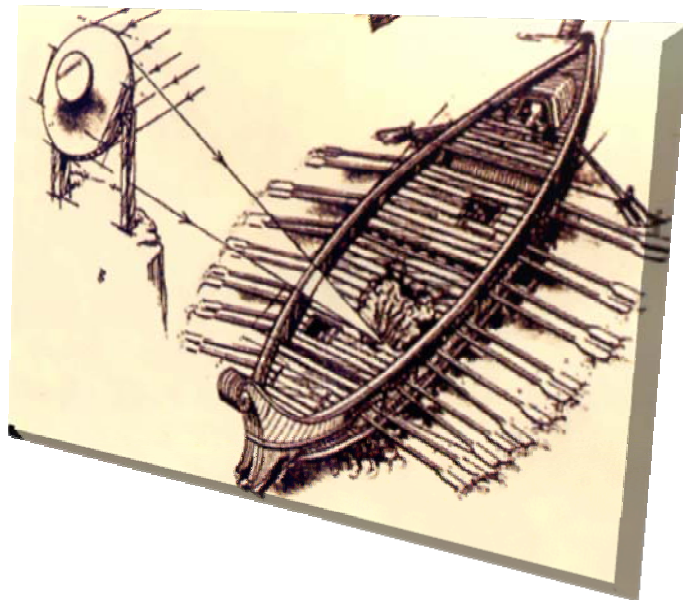
κατασκευών. Έτσι πολύ απλά, με πλήρη ειλικρίνεια όταν περιγράφει το ατμοτηλέβηλο του, που το ονόμασε ((arxित्रonίτο)), το απέδωσε στον Αρχιμήδη, εξού και η αρχή της λέξης ((arχι-tronίτο)) από το όνομα του Έλληνα σοφού. Περιγράφοντας το ατμοτηλέβηλο του, ο Λεονάρντο ντα Βίντσι σημειώνει... ((πρόκειται περί μηχανήματος εκ χαλκού εκσφενδονίζοντας σφαίρας σιδηράς μετά μεγάλου κρότου και μεγάλης δυνάμεως. Το εν τρίτο του οργάνου (του σωλήνα) ευρίσκεται εντο μέγας πυρός εξ ανθράκων όταν δια αυτού καλώς θερμανθεί, στρεφόμεν τον κοχλίαν D, όστις ευρίσκεται άνω του δοχείου ύδατος AB, όποτε το ύδωρ χύνεται εντός του θερμανθέντος τμήματος του σωλήνος, όπου μετατρέπεται απότομα σε όγκο ατμού. Η σφαίρα εκτινάσσεται τότε με ορμή και τρομερού κρότου)). Προσθέτει μάλιστα την πληροφορία ότι με το μηχανήμα αυτό ρίχτηκε σφαίρα βάρους ενός ταλάντου σε απόσταση 6 σταδίων! Ο Ήρωνας μας αναφέρει ότι στην εποχή του Αρχιμήδη ή λίγο αργότερα υπήρχαν συσκευές που χρησιμοποιούσαν τον ατμό για πρακτικούς λόγους. Ήδη, γύρω στο 250 π.χ , ο γιατρός Φιλομένης χρησιμοποιούσε μια χύτρα ατμού όπου μαγείρευε διάφορα φαγητά, ίδια περίπου με αυτή που ((ανακάλυψε)) 1800 χρόνια μετά ο Denis Papin (1681), η οποία όμως ήταν εφοδιασμένη με ασφαλιστική δίκλειδα, εφεύρημα καθαρό του Papin. Και ο Φίλων ο βυζαντινός περιέγραψε ένα λέβητα που χρησιμοποιούσαν στα θυσιαστήρια της εποχής για την αναρρίπιση της φωτιάς . Ο λέβητας ήταν κλειστός και έφερε προς τα πάνω ένα λεπτό λυγισμένο σωλήνα, μέσω του οποίου ο ατμός που παραγόταν μέσα στο λέβητα εκτοξευόταν προς τη φωτιά του θυσιαστηρίου. Ο ίδιος περιγράφει μια συσκευή, που σφύριζε με τη βοήθεια του ατμού (ατμοσειρήνα) και προτείνει τη χρησιμοποίησή της στους φάρους.



○ Τα εμπρηστικά κάτοπτρα του Αρχιμήδη.

Αναμφίβολα το πιο πολυσυζητημένο επίτευγμα του Αρχιμήδη, αυτό που πέρασε στη χώρα του μύθου και ξανάγινε πραγματικότητα με τα πειράματα του Ιωάννη Σακά, είναι η κατασκευή των ηλιακών κατόπτρων, με τα οποία συγκεντρώνοντας και εστιάζοντας τις ηλιακές ακτίνες κατέκαυσε τα πλοία των Ρωμαίων που πολιορκούσαν τις Συρακούσες, εξ ου και η ονομασία τους

«εμπρηστικά κάτοπτρα». Για το θέμα αυτό έχω αφιερώσει τέσσερα κεφάλαια στο έργο μου για τον Αρχιμήδη, αλλά εδώ εντελώς συνοπτικά επιχειρώ μια ενημέρωση του αναγνώστη στο ιστορικό αυτού του κατορθώματος.



Το ιστορικό της υπόθεσης ταυτίζεται και αποτελεί μέρος της επιστήμης που οι αρχαίοι Έλληνες ονόμαζαν «οπτική», συμπλήρωμα της οποίας ήταν η «κατοπτρική». Γνωρίζουμε σήμερα πολλά έργα Ελλήνων, που γράφτηκαν γύρω από το θέμα της ο-πτικής, τα περισσότερα των οποίων έχουν χαθεί

Από το 212 π.Χ., που με δόλο κατακτήθηκαν οι Συρακούσες και σκοτώθηκε ο Αρχιμήδης, έως το 1973 που ο Ι. Σακάς επανέλαβε το πείραμα της καύσης του ρωμαϊκού στόλου, το γεγονός είχε λάβει μυθολογική χροιά και ένας μεγάλος αριθμός επιστημόνων και ιστορικών είχε διχαστεί επί αιώνες παίρνοντας θέση θετικά ή αρνητικά. Στα 1200 π.Χ. ο **Ιωάννης Ζωναράς** ανέφερε ότι ο **Πρόκλος Διάδοχος** τον 5ο μ.Χ.

αιώνα, χρησιμοποιώντας τη ίδια μέθοδο κατέκαιε το στόλο των Βαρβάρων που πολιορκήσαν την Κωνσταντινούπολη, θετική άποψη απέναντι στο γεγονός είχε λάβει και ο **Ρογήρος Βάκων** (Roger Bacon) στα 1250 και ο **Μπουφάν** (Buffon) στα 1747.

Στο όλο θέμα εστιάζεται από το 1966 ο Ι. Σακάς με τα πρώτα εργαστηριακά πειράματα του αναφορικά με τους διάφορους φακούς που είχε πιθανότητα χρησιμοποιήσει ο Αρχιμήδης. Αξιίζει να σημειωθεί ότι ο Ι. Σακάς ποτέ δεν αμφέβαλλε για την αλήθεια του γεγονότος της καύσεως των ρωμαϊκών πλοίων. Σε μια πρώτη δημοσίευση του στο θέμα σημειώνει: *«Ο Αρχιμήδης ηδύνατο να κατακαύση τα πλοία του στόλου των Ρωμαίων, συγκεντρών την ηλιακήν α-κτινοβολίαν επ' αυτών μέσω κυλινδρικών είτε επιπέδων κατόπτρων. Κατά πάσα πιθανότητα, όμως, εχρησιμοποίησεν επίπεδα κάτοπτρα, γραμμικών διαστάσεων περί το μέτρον ή κατά τι μεγαλύτερων αυτού, εις συστήματα συγκεντρώσεως εξ 100 κατ πλέον κατόπτρων. Έκαστον σύστημα ηδύνατο να χρησιμοποιηθή εις απόσας τας αποστάσεις από τας πλησίον μέχρι των 100 μ. απ' αυτούς».*



- ο Το υδραυλικό ρολόι.

Ο Αρχιμήδης έστρεψε την η εφευρετική του μεγαλοφυΐα του στο μεγάλο πρόβλημα του χρόνου. Τα ηλιακά ρολόγια δεν θα μπορούσαν να μετρήσουν το χρόνο η νύχτα ή όταν είχε συννεφιά. Το ρολόι που ο Αρχιμήδης επινόησε χρησιμοποίησε την ελεύθερη πτώση του νερού για να κινήσει τους δείκτες που έδειχναν τον χρόνο. Η αλλαγή στη στάθμη ύδατος μετράει το πέρασμα του χρόνου, και έχει σχέση με ένα έξυπνο σύστημα που ρύθμιζε το ποσοστό αλλαγής της ροής του νερού, σύμφωνα με την εποχή.

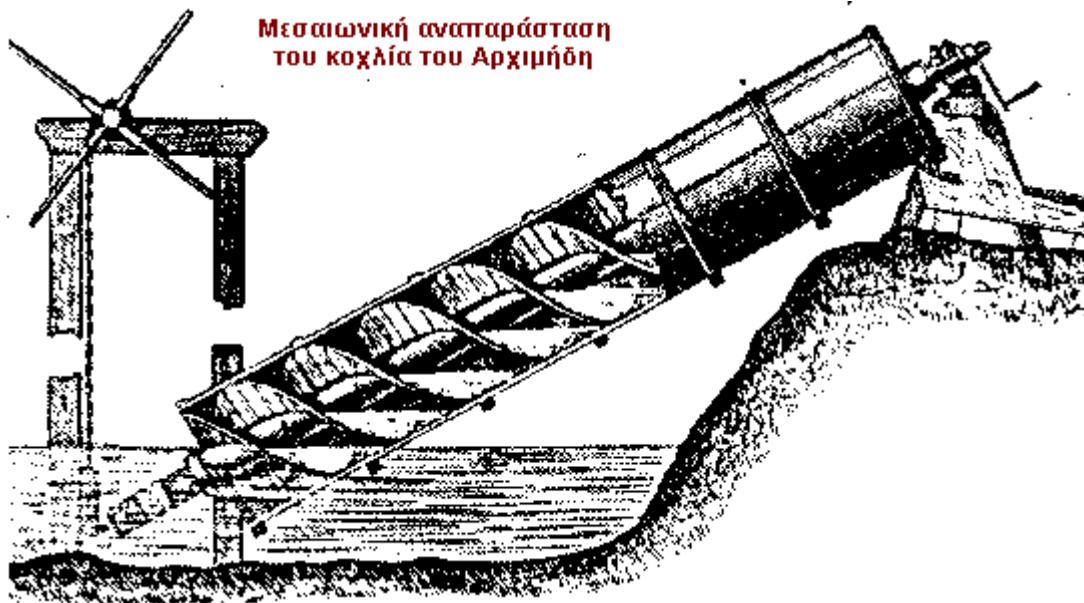




○

### Ατέρμων κοχλίας.

Αφορμή για την εφεύρεση του οργάνου (όπως προαναφέρθηκε) δόθηκε στον μεγάλο μαθηματικό όταν ο τελευταίος επισκέφθηκε την Αίγυπτο μετά από πρόσκληση του Πτολεμαίου Β' του Φιλάδελφου. Εκεί εμπνεύστηκε τον κοχλία



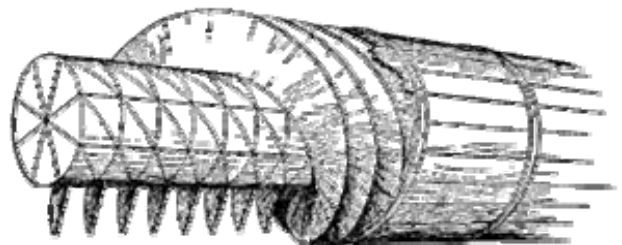
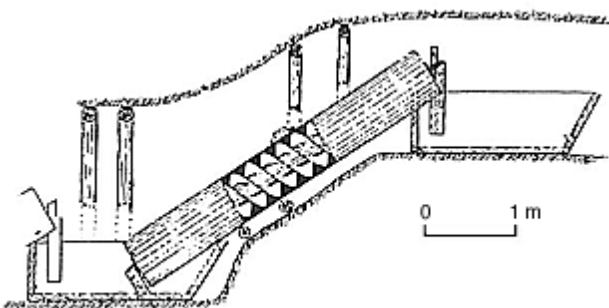
και τον κατασκεύασε στην προσπάθειά του να βοηθήσει τους χωρικούς να αντλήσουν νερό από το Νείλο.

Πολύ σύντομα η χρήση του κοχλία απλώθηκε σε όλη την Μεσόγειο, ακόμη και στην Εγγύς Ανατολή και διατηρήθηκε για πολλούς αιώνες χωρίς βελτιώσεις. Σε μερικές περιοχές της Βόρειας Αφρικής εξακολουθεί να χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα, όπως π.χ στην Αίγυπτο. Η εξάπλωση της χρήσης του κοχλία οφείλεται στο γεγονός ότι η ρωμαϊκή αυτοκρατορία με την ειρήνη που εξασφάλιζε στα εδάφη που είχε κατακτήσει διευκόλυνε την ανταλλαγή των πληροφοριών όπως ακριβώς συνέβη και αργότερα με την κατάκτηση των βορειοαφρικανικών ακτών και μέρους της Ευρώπης από τους Άραβες. Έτσι εξηγείται η εμφάνιση και χρήση του κοχλία μέχρι το Μεσαίωνα σε αρκετές περιοχές της Ευρώπης.

Η ονομασία «κοχλίας» οφείλεται στο σχέδιο, τη μορφή του οργάνου, που μοιάζει με κέλυφος σαλιγκαριού (κοχλίας). Με την ονομασία κοχλίας μεταφέρθηκε και στη λατινική γλώσσα ως *coclea-cochlia*, ενώ συχνά πυκνά

ονομαζόταν και «έλιξ» (σπείρα). Το όργανο αυτό το συναντάμε στους ελληνικούς παπύρους που έχουν διασωθεί, με διαφορετικές ονομασίες, όπως π.χ *όργανον, ξυλικόν όργανον, κυκλευτήριον, πήγματα, βάλανοι, κυκλευτής, ενώ οι χειριστές του αποκαλούνται οργανισταί κυκλευταί, κυκλεύοντες το όργανον.*

Λόγω του ότι ο κοχλίας χρησιμοποιήθηκε σε όλη σχεδόν τη Μεσόγειο και διατηρήθηκε για πολλούς αιώνες απaráλακτος, βρίσκουμε ακόμη και σήμερα το όργανο αυτό να χρησιμοποιείται στην αρχική του μορφή σε χώρες της Βόρεια Αφρικής και κυρίως στην Αίγυπτο. Η εκτεταμένη χρήση και εξάπλωση του κοχλίας, που **χρονολογείται από το 220 π.Χ**, οφείλεται κυρίως (όπως προαναφέρθηκε) στο γεγονός ότι η ρωμαϊκή αυτοκρατορία ενσωμάτωσε στις κτήσεις της σχεδόν όλη τη Μεσόγειο διευκολύνοντας έτσι την ανταλλαγή πληροφοριών και γνώσεων. Το ίδιο συνέβη αργότερα με την αραβική εξάπλωση που έφτασε ως την Ισπανία και χάρη στην οποία βρίσκουμε τον κοχλία σε πολλές ευρωπαϊκές περιοχές να χρησιμοποιείται ως το τέλος του Μεσαίωνα, αλλά και πολύ αργότερα το 1475, όταν ανακαλύπτουμε αποξηραντικούς ανεμόμυλους με αρχιμήδειους κοχλίες **να χρησιμοποιούνται στους Άγιους Τόπους.**





## ○ Αραιόμετρο.

Είναι όργανο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της πυκνότητας και της περιεκτικότητας υγρών. Αποτελούνται συνήθως από ένα κλειστό γυάλινο σωλήνα, που το επάνω άκρο του είναι επίμηκες και έχει μία κλίμακα. Στο κάτω μέρος ο σωλήνας γίνεται πλατύτερος και περιέχει ορισμένη ποσότητα από σκάγια ή υδράργυρο, για την αύξηση του βάρους του οργάνου. Αν περιέχει υδράργυρο το αραιόμετρο είναι δυνατό να μετασχηματιστεί κατάλληλα, ώστε εκτός από την πυκνότητα του υγρού, να δίνει και τη θερμοκρασία του.



Για να μετρήσουμε τη πυκνότητα ενός υγρού, βυθίζουμε το όργανο κάθετα σ' αυτό και το αφήνουμε να ισορροπήσει. Η ένδειξη της κλίμακας που βρίσκεται στην επιφάνεια του υγρού είναι και η ζητούμενη πυκνότητα.

Η λειτουργία των αραιόμετρων στηρίζεται στην αρχή του Αρχιμήδη. Δηλ. όταν ένα σώμα (στην προκειμένη περίπτωση το αραιόμετρο) ισορροπεί μέσα σε υγρό, βυθίζεται τόσο λιγότερο, όσο πυκνότερο είναι το υγρό. Με κατάλληλο μετασχηματισμό του κάτω μέρους του οργάνου και με χρησιμοποίηση κατάλληλης ποσότητας υδραργύρου, μπορούμε να κατασκευάσουμε αραιόμετρα που μετρούν πυκνότητα υγρών ελαφρότερων του νερού ή και υγρών βαρύτερων του νερού. Τα αραιόμετρα της δεύτερης κατηγορίας ονομάζονται ειδικότερα πυκνόμετρα.

## ο Πλανητάριο.

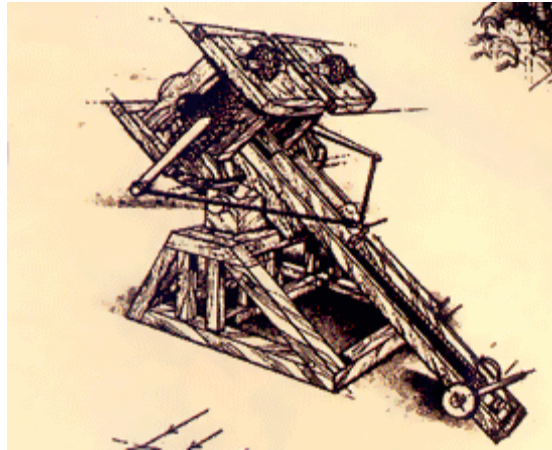
Ο Αρχιμήδης κατασκεύασε και χρησιμοποιούσε κάποιον μηχανισμό με τον οποίο έβρισκε ταυτόχρονα την θέση ήλιου, σελήνης και 6 πλανητών, αλλά οι περιγραφές που σώθηκαν είναι μόνο για την λειτουργία και όχι για την κατασκευή. Παρόμοιας σκοπιμότητας αλλά διαφορετικής τεχνολογίας συσκευές συναντάμε αρκετά αργότερα στην Ευρώπη την εποχή του Κοπέρνικου όταν οι τότε επιστήμονες προσπαθούσαν να φτιάξουν ένα μοντέλο κίνησης των πλανητών του ηλιακού μας συστήματος αμφισβητώντας την κίνηση της γης... Είχαν φτιάξει κάποιες εντυπωσιακά πολύπλοκες κατασκευές που όμως αδυνατούσαν να δώσουν ακρίβεια μέχρι που το ηλιοκεντρικό πλανητικό μας σύστημα ξανάγινε ευρύτερα γνωστό.



○

### Λιθοβόλος μηχανή.

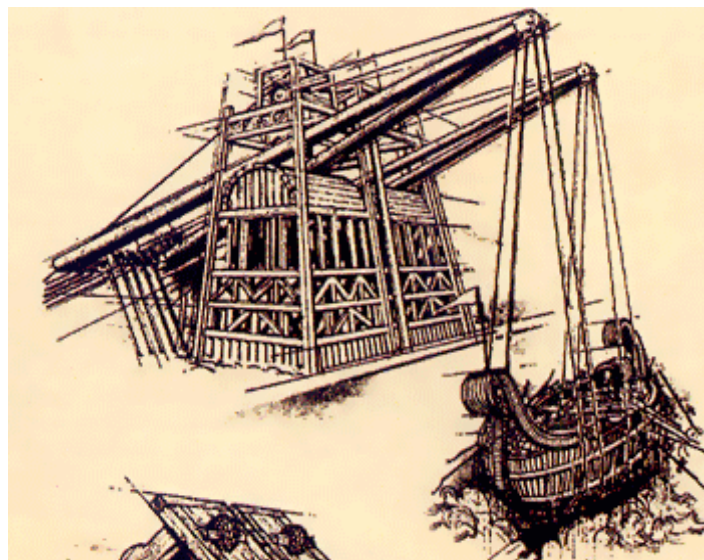
Μπορούσε να εκσφενδονίζει πέτρες βάρους 80 περίπου κιλών η κάθε μία, και βέλη 12 πήχεων σε απόσταση 180 μ. Αυτή τη μηχανή, όπως και τον Αιγυπτιακό Κοχλία εγκατέστησε ο Αρχιμήδης στο μεγαλύτερο πολεμικό πλοίο, που κατασκευάστηκε στις Συρακούσες υπό την επίβλεψή του. Το πλοίο αυτό το δώρισε ο τύραννος της πόλης Ιέρων στον βασιλιά της Αιγύπτου Πτολεμαίο. Στην αρχή ο Ιέρων ονόμασε το πλοίο «Συρακοσία», όταν όμως έγινε η καθέλकुσή του, του άλλαξε το όνομα σε «Αλεξανδρίς».



○

### Γερανοί.

Μηχανισμοί γερανών χρησιμοποιούνταν πολλές φορές από τους εισβολείς για να προσεγγίσουν το ύψος των τειχών με στρατό. Κατάφερνε να πιάνει τα καράβια που πολιορκούσαν την πόλη το και είτε να τα ανυψώνει ανατρέποντάς τα, είτε να τα αφήνει να ξαναπέσουν από ύψος στην θάλασσα προκαλώντας τους σοβαρές ζημιές.



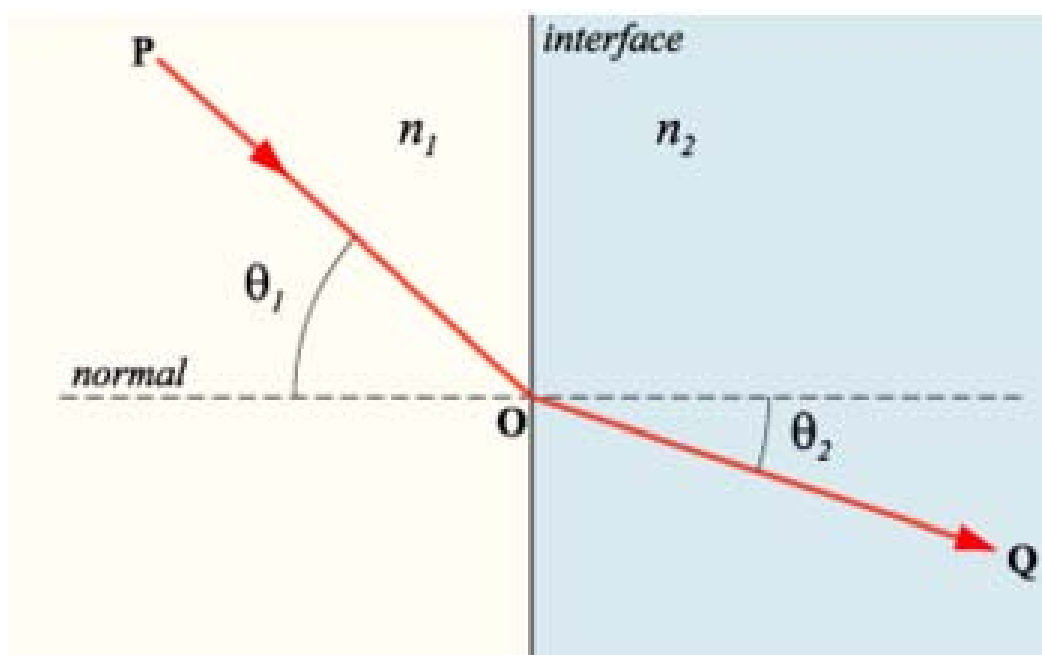
○

### Δρομόμετρο.

Είναι μια συσκευή που μετρά την απόσταση που διάνυσε ένα κινούμενο όχημα. Το μυστικό του μηχανήματος αυτού ήταν οι οδοντωτοί τροχοί, που μπορείτε να τους δείτε στα σχέδια που ακολουθούν το κείμενο. Ένας οδοντωτός τροχός, είναι ένας τροχός με προεξοχές γύρω, γύρω σαν δοντάκια, που είναι συνδεδεμένος με άλλο οδοντωτό τροχό και αυτός με άλλο και ο ένας μεταδίδει στον άλλο την κίνηση του. Ο τελευταίος τροχός είναι συνδεδεμένος με ένα δείκτη, η μετακίνηση του οποίου μετρά την απόσταση που διανύθηκε. Αν ο πρώτος οδοντωτός τροχός είναι συνδεδεμένος με τον τροχό της άμαξας, τότε μαζί με την άμαξα κινούνται διαδοχικά και οι υπόλοιποι οδοντωτοί τροχοί καθώς και ο δείκτης, που ανάλογα με την κίνηση των τροχών μετακινείται και καταγράφει την απόσταση που διάνυσε το όχημα

○

### Διατύπωσε τους νόμους διάθλασης του φωτός.





# ΠΗΓΕΣ

- ❖ [www.yourforum.gr](http://www.yourforum.gr)
- ❖ [www.sfrang.com](http://www.sfrang.com)
- ❖ [www.mathsforyou.gr](http://www.mathsforyou.gr)
- ❖ [www.archimedesclock.gr](http://www.archimedesclock.gr)
- ❖ [el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org)
- ❖ [docs.google.com](http://docs.google.com)
- ❖ A.G. Drachmann, «The screw of Archimedes», 1956, vol.3, Vinci (Firenze) et Paris, 1958
- ❖ J.G Landels, «Engineering in the Ancient World», London 1980
- ❖ J.P Olenson «Greek and Roman Mechanical Water-Lifting Devices: The History of a Technology» University of Toronto Press 1984
- ❖ Διόδωρος Σικελιώτης, Ιστορική Βιβλιοθήκη
- ❖ T.A. Rickard «The Mining of the Romans in Spain», Journal of Roman Studies, 1928

Επιμέλεια,

Νικόλας Φαράντος Γ<sub>3</sub>