

Ιστορία Θερμοδυναμικής (ή περίπου κάτι τέτοιο...) Ερευνητική εργασία των μαθητών/τριών

ΑΝΔΡΙΚΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΑΝΤΩΝΑΤΟΣ ΣΤΑΜΑΤΟΠΟΥΛΟΣ
ΒΥΡΩΝ

ΓΚΕΜΠΕΡ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ
ΜΑΞΙΜΙΛΙΑΝ

ΕΥΓΕΝΙΚΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ

ΖΑΡΑΧΑΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΗΛΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΗΛΙΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΣΟΦΙΑ

ΚΑΡΔΑΜΠΙΚΗΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ

ΚΑΤΣΑΝΤΩΝΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΚΟΚΟΡΕΤΣΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΚΩΣΤΑΚΗΣ ΑΛΕΞΗΣ

ΛΕΒΕΝΤΟΥ ΑΝΝΑ

ΜΠΑΛΛΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΜΠΙΚΟΛΙΟΓΛΟΥ ΑΝΝΑ

ΠΑΠΑΔΗΜΑΣ ΜΑΡΙΟΣ
ΖΩΓΡΑΦΟΣ

ΠΑΠΑΙΩΑΝΝΟΥ ΣΤΑΥΡΟΣ

ΠΕΤΡΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ

ΡΟΚΑ ΕΥΦΡΟΣΥΝΗ

ΤΖΟΥΝΑΚΟΣ ΡΩΜΑΝΟΣ



Πρότυπο Πειραματικό
Λύκειο Ευαγγελικής
Σχολής Σμύρνης

Επιβλέπων
Καθηγητής

Χ. Φανίδης

Ιστορία Θερμοδυναμικής

Οι άνθρωποι από πολύ παλιά ασχολήθηκαν με την φωτιά...



Κάποιοι βέβαια κατάλαβαν από νωρίς και τους μπελάδες που θα δημιουργούσε....

Θερμοσκόπια και Θερμόμετρα.

Θεωρίες Θερμότητας
και τι είναι ενέργεια.

Πρακτικές εφαρμογές της
θερμότητας.



Πως
μετράω
πόσο ζεστό
ή κρύο
είναι κάτι;

Θερμοσκόπια και Θερμόμετρα

Θερμοσκόπια

- Το πρώτο θερμοσκόπιο εφευρέθηκε από τον Φίλωνα. Αποτελούνταν από έναν σωλήνα ο οποίος ένωνε μια σφαίρα με ένα δοχείο γεμάτο νερό.
- Όταν η συσκευή τοποθετούνταν στον ήλιο ο αέρας που βρισκόταν μέσα στη σφαίρα διαστελλόταν με αποτέλεσμα να εισχωρεί μέσα στο δοχείο με το νερό δημιουργώντας φυσαλίδες.



Αναπαραστάσεις Θερμοσκοπίων



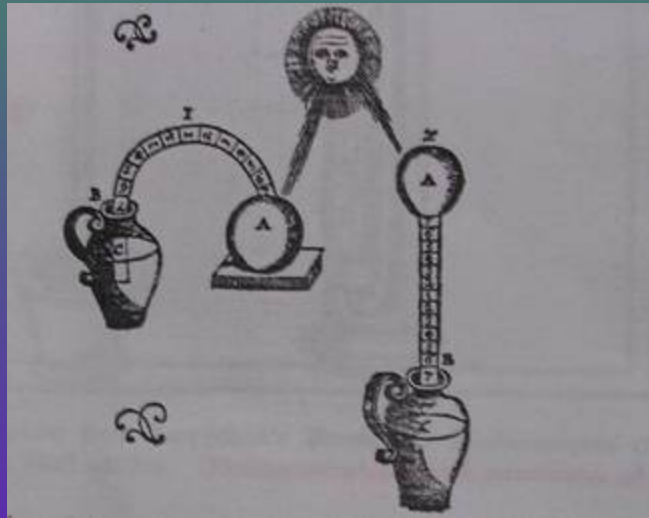
Το
θερμοσκόπιο
του Φίλωνα.



Το θερμοσκόπιο
του Γαλιλαίου.

Θερμόμετρα

- Το πρώτο θερμόμετρο εφευρέθηκε από τον Robert Fludd ο οποίος προσπαθώντας να φτιάξει ένα αεικίνητο έβαλε υγρό σε έναν βολβό τον οποίο είχε βαθμολογήσει με κλίμακα.



- Το θερμόμετρο του Fludd όπως δημοσιεύθηκε στο *Philosophia Moysaica* το 1638.

Θερμόμετρα

- Ακολούθησαν πολλοί άλλοι μετά απο τον Fludd, με τους Φαρενάιτ, Κέλσιος, Κέλβιν να αναδεικνύονται οι πιο σημαντικοί στον τομέα.
- Οι κλίμακες του Φαρενάιτ και του Κελσίου ειδικότερα, χρησιμοποιούνται στις μέρες μας σε όλο τον κόσμο.

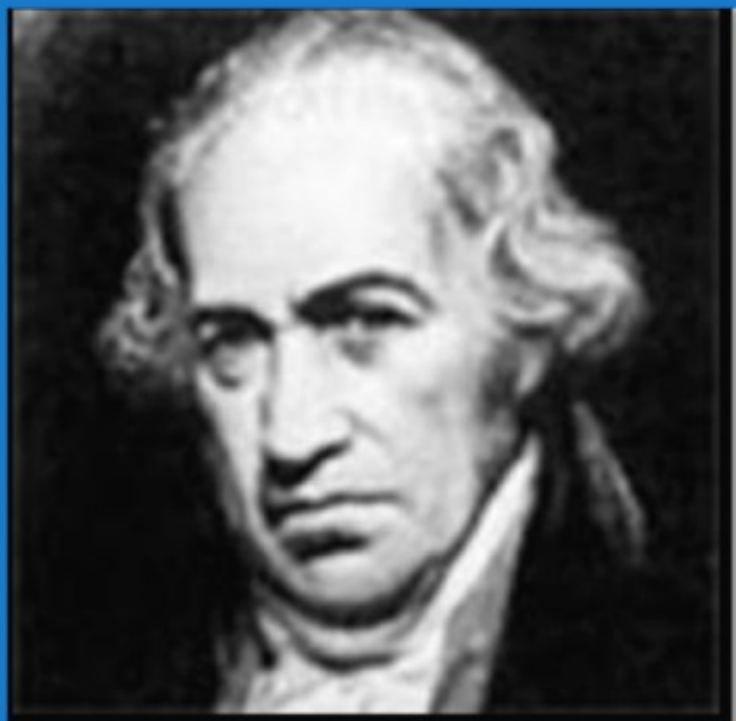
Κέλσιος

- Ο Αντερς Κέλσιος 27/11/1701 – 25/4/1744 ήταν Σουηδός αστρονόμος.
- Φοίτησε στο Πανεπιστήμιο της Ουψάλα, όπου δίδασκε ο πατέρας του, και από το 1730 έγινε καθηγητής εκεί.
- Το 1742 πρότεινε μία κλίμακα για τη μέτρηση της θερμοκρασίας, η οποία φέρει το όνομά του. Η κλίμακα αντιστράφηκε από τον Κάρολο Λινναίο το 1745 ένα χρόνο μετά το θάνατο του Κέλσιου.



Φαρενάιτ

- Ο Ντάνιελ Γκάμπριελ Φαρενάιτ 1686 –1736 ήταν Γερμανοπολωνικής καταγωγής Ολλανδός φυσικός, μηχανικός και εφευρέτης.
- Από το 1707 άρχισε να ταξιδεύει σε πολλά μέρη για να παρατηρήσει τις εργασίες των επιστημόνων και των κατασκευαστών επιστημονικών οργάνων
- Το 1717 εγκαταστάθηκε μόνιμα στη Χάγη και, για να ασχοληθεί με την κατασκευή επιστημονικών οργάνων, έμαθε να φυσά το γυαλί.
- Το 1724 πρότεινε την κλίμακα Φαρενάιτ, η οποία σήμερα έχει αντικατασταθεί από την Κλίμακα κελσίου.



Μετατροπή από την μία κλίμακα στην άλλη.



$$C = (F - 32) \cdot \frac{5}{9}$$

$$F = C \cdot \frac{9}{5} + 32$$

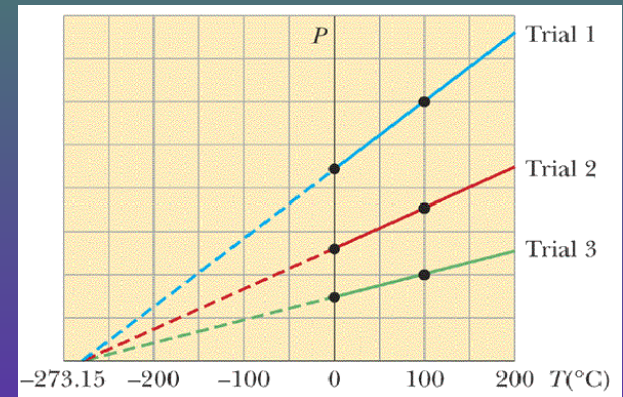


Κάτι έχω
ακούσει ότι
υπάρχει
μια πολύ
χαμηλή
θερμοκρασ
ία!

Ναι! Το ΑΠΟΛΥΤΟ ΜΗΔΕΝ!

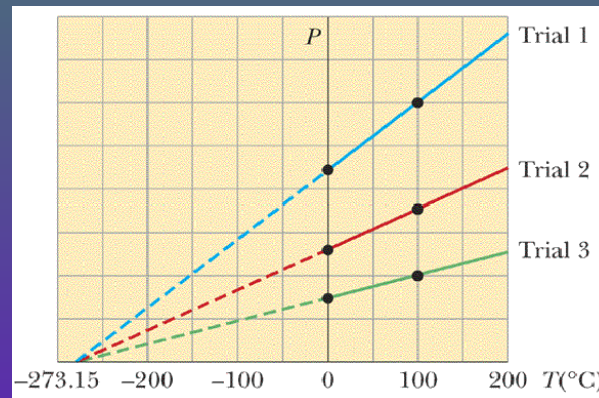
Απόλυτο Μηδέν

- Το απόλυτο μηδέν είναι η ελάχιστη θερμοκρασία την οποία μπορεί να έχει ένα σώμα.
- Ο Γάλλος Guillaume Amontons γύρω στο 1702 προέβλεψε ότι θα υπάρχει μια θερμοκρασία που η πίεση του αέρα (το ελατήριο του αέρα – spring of the air) θα εξαφανίζεται και με αυτόν τον τρόπο προέβλεψε κατά κάποιο τρόπο το απόλυτο μηδέν. Αυτό συνέβαινε στην κλίμακά του στο -240.



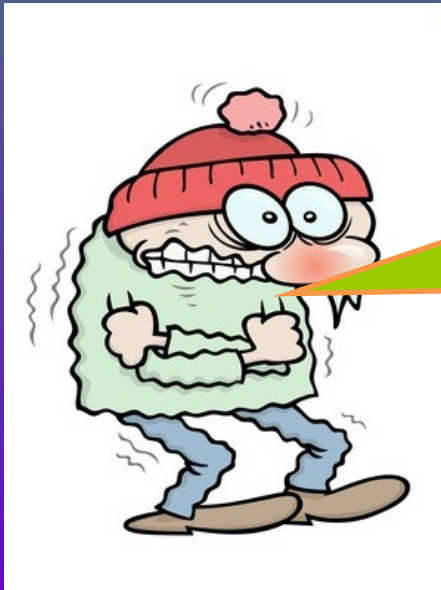
Απόλυτο Μηδέν

- Ο Johann Heinrich Lambert διόρθωσε αυτή την τιμή στο -270 (Pyrometrie 1779).
- Ήταν όμως ο William Thomson (Lord Kelvin) που υπολόγισε με πολύ καλή ακρίβεια την τιμή του απόλυτου μηδενός στους -273 °C.



ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ Η ΖΕΣΤΗ ΚΑΙ
ΤΟ ΚΡΥΟ;

ΘΕΩΡΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ
ΠΕΡΑΣΜΑ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ!



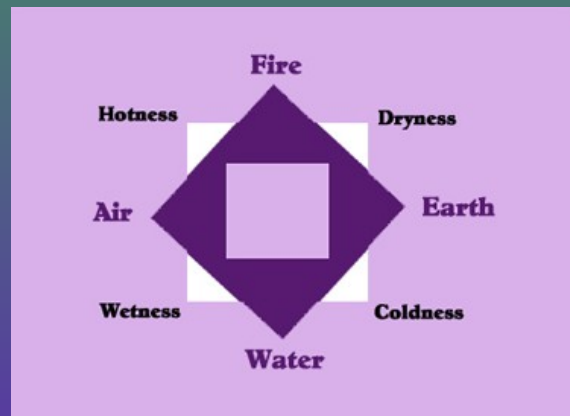
Δεν αφήνετε
τις θεωρίες
και να μου πεί
κάποιος πως
θα ζεσταθώ;

Θερμοσκόπια και Θερμόμετρα.

Θεωρίες Θερμότητας
και τι είναι ενέργεια.

Πρακτικές εφαρμογές της
θερμότητας.

ΟΙ ΑΡΧΑΙΟΙ ΕΛΛΗΝΕΣ
ΠΙΣΤΕΥΑΝ ΟΤΙ Ο ΚΟΣΜΟΣ
ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΕΣΣΕΡΑ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ.



ΕΝΑ ΑΠΟ ΑΥΤΑ ΗΤΑΝ
ΤΟ «ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΦΩΤΙΑ»!

ΚΑΙ ΠΟΛΥ ΑΡΓΟΤΕΡΑ
ΤΟΝ 17^ο ΑΙΩΝΑ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ

Η ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΦΛΟΓΙΣΤΟΥ

ΦΛΟΓΙΣΤΟ



- Η θεωρία του φλογιστού είναι μια επιστημονική θεωρία η οποία υποστηρίζει την ύπαρξη ενός παρεμφερούς της φωτιάς στοιχείου που ονομάζεται φλογιστό, το οποίο εμπεριείχετο στα σώματα που μπορούσαν να καούν και απελευθερώνεται στη διάρκεια της καύσης . Η θεωρία ήτανε μια προσπάθεια να εξηγηθούν διεργασίες όπως η καύση και η οξείδωση των μετάλλων.

ΦΛΟΓΙΣΤΟ



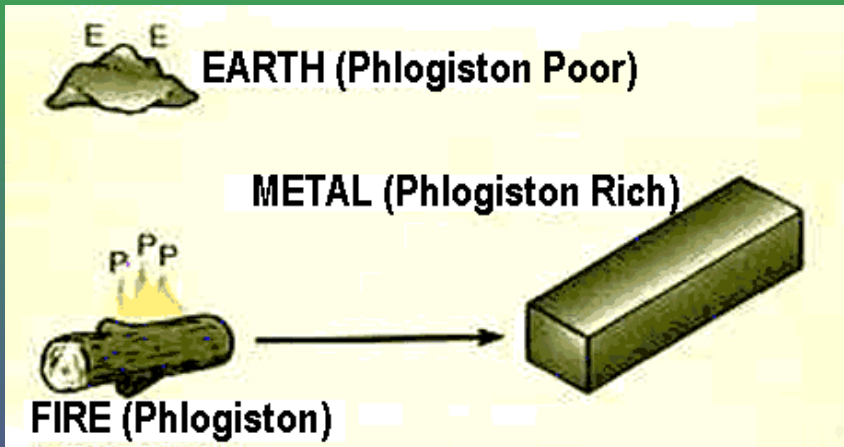
- Το φλογιστό προέρχεται από την λανθασμένη θεωρία των αβαρών ρευστών, που αναπτύχθηκε το 17ο αιώνα.
- Η θεωρία του φλογιστού διατυπώθηκε για πρώτη φορά από τον χημικό Georg Ernst Stahl που επηρεάστηκε από τα γραπτά του J.J.Becher (1635-1682) - κυρίως από το βιβλίο του Physica Sabterranea (1669).

ΦΛΟΓΙΣΤΟ



- Ο Georg Ernst Stahl με την θεωρία του φλογιστού εξηγούσε τα φαινόμενα της καύσης και της οξειδωσης.
- Σύμφωνα με την θεωρία αυτή, **όλα τα υλικά που μπορούν να καούν εμπεριέχουν μια ποσότητα από φλογιστό.**
- Όταν ένα σώμα καίγεται **χάνει την ποσότητα του φλογιστού που περιέχει, η οποία περνάει στον αέρα.**
- Αντίστοιχα τα άκαυστα υλικά είναι αυτά που δεν περιέχουν φλογιστό.

ΦΛΟΓΙΣΤΟ



Phlogiston theory:

Metal → **Calx** + Phlogiston

Lavoisier theory:

Metal + **Oxygen** → **Calx**

A calx is what we call the metal oxide today.

- Για να ξεπεραστούν οι δυσκολίες στη θεωρία δημιουργήθηκαν κάποιες λανθασμένες ερμηνείες.
- Ήταν γνωστό, για παράδειγμα, ότι το οξείδιο (calx) που παραγόταν από την καύση του μετάλλου ζύγιζε περισσότερο από το ίδιο το μέταλλο.
- Οι υποστηρικτές της θεωρίας του φλογιστού το εξήγησαν αυτό υποθέτοντας ότι το στοιχείο της φωτιάς είχε αρνητικό βάρος.

ΦΛΟΓΙΣΤΟ

- Οι περισσότεροι χημικοί της εποχής δέχτηκαν την θεωρία ως μια θεωρία χημικής δράσης.
- Για παράδειγμα ήταν γνωστό ότι κατά την αντίδραση ενός μετάλλου με ένα οξύ, το φλογιστό χανόταν και το άλας διαλυόταν με το οξύ, **ενώ το εύφλεκτο αέριο (υδρογόνο) που παραγόταν, θεωρούνταν από πολλούς ότι ήταν το στοιχείο “φωτιά”.**

ΦΛΟΓΙΣΤΟ



- Η θεωρία του φλογιστού κατέληξε να είναι περισσότερο ποιοτική παρά ποσοτική επιστήμη, **αν και βοήθησε την χημεία να ξεφύγει από τον μυστικισμό της αλχημείας.**
- Η θεωρία του φλογιστού **άρχισε να καταρρέει όταν οι παρατηρήσεις των πειραμάτων με καύσεις σωμάτων με οξυγόνο δεν μπορούσαν να ερμηνευτούν με αυτήν**

ΦΛΟΓΙΣΤΟ, η κατάρρευση..

ΦΛΟΓΙΣΤΟ

Lavoisier



- Ο Priestley ανακάλυψε το οξυγόνο και το ονόμασε αποφλογισμένο αέρα.
- Ο Lavoisier χρησιμοποίησε το οξυγόνο για να πραγματοποιήσει καύσεις.
- **Διαπίστωσε ότι το στοιχείο οξυγόνο ενώνεται με το καίόμενο σώμα και αυξάνει το βάρος του, αντί να φεύγει το φλογιστό από αυτό όπως περιέγραφε η θεωρία του φλογιστού.**
- Τα πειράματα αυτά ήταν καθοριστικά για την απόρριψη της θεωρίας του φλογιστού.



Boyle

Black

Priestley

Cavendish

Lavoisier

Η Θερμιδική Θεωρία

- Η θερμιδική θεωρία είναι μια επιστημονική θεωρία που υποστήριζε ότι η θερμότητα αποτελείται από ένα υγρό που ονομάζεται θερμιδικό.
- Η θεωρία αυτή αντικαταστάθηκε στα μέσα του 19ου αιώνα από την σύγχρονη θεωρία για την θερμότητα, παρόλα αυτά όμως εμφανίζεται στην επιστημονική βιβλιογραφία της μέχρι το τέλος του 19ου αιώνα.

- **Η Θερμιδική Θεωρία**
Η θερμιδική θεωρία παρουσιάστηκε από τον Lavoisier. Στην εργασία του "Réflexions sur le phlogistique" (1783), ο Lavoisier υποστήριξε ότι η θεωρία του φλογιστού δεν συμβάδιζε με τα πειραματικά αποτελέσματα του και πρότεινε θερμιδικό και είναι η ουσία της θερμότητας.



Η Θερμιδική Θεωρία

Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή :

- Το θερμιδικό θεωρούνταν ένα αέριο που θα μπορούσε να περάσει μέσα και έξω από τους πόρους σε στερεά και υγρά σώματα
- Πίστευαν πως είναι αβαρές και άχρωμο
- Αλλά και πως η ποσότητα της ουσίας είναι σταθερή σε όλο το σύμπαν και ρέει από το θερμότερο στο ψυχρότερο φορέα

Η Θερμιδική Θεωρία

Επίσης:

- Τα επιμέρους σωματίδια που συνθέτουν το υγρό είναι ελαστικά και απωθούν το ένα το άλλο
- Έλκονται όμως από μόρια άλλων ουσιών
- Το μέγεθος της έλξης είναι διαφορετικό σε διαφορετικές ουσίες

Η Θερμιδική θεωρία

Εκτός από τον Lavoisier στην ανάπτυξη της θερμιδικής θεωρίας βοήθησε και ο Joseph Black (1728-1799).

Μάλιστα, η θερμιδική θεωρία έφτασε στο απόγειό της με το έργο του.

Βέβαια ο Black είχε ασχοληθεί και με την θεωρία του φλογιστού



Θερμόμετρο που χρησιμοποίησε ο Lavoisier για μετρήσεις κατά την διάρκεια χημικών αντιδράσεων

Η Θερμιδική Θεωρία

Μια σειρά επιτυχημένων ερμηνειών έγιναν από την υπόθεση του θερμιδικού.

Μπορούμε να εξηγήσουμε την ψύξη ενός φλιτζανιού του τσαγιού σε θερμοκρασία δωματίου: το θερμιδικό είναι αυτό-απωθούμενο και έτσι σιγά-σιγά ρέει από τις πυκνά σε θερμίδες σε περιοχές λιγότερο πυκνές σε θερμίδες.



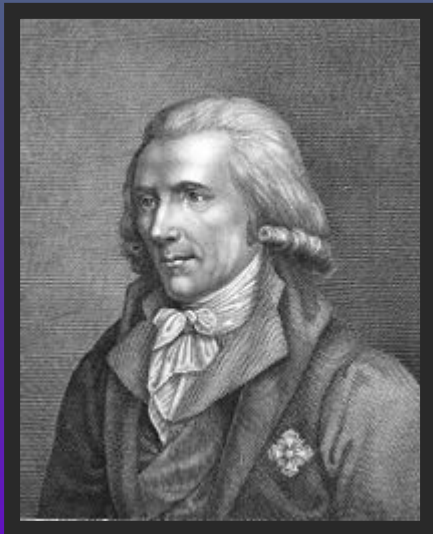
Η Θερμιδική Θεωρία

Μπορούμε να εξηγήσουμε την διόγκωση του αέρα από την θερμότητα: το θερμιδικό απορροφάται από τον αέρα, γεγονός που αυξάνει τον όγκο του.



ΘΕΡΜΙΔΙΚΟ, η κατάρρευση..

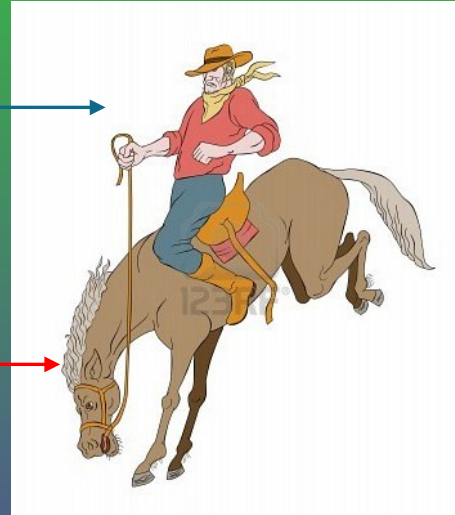
Παρατηρώντας τη θερμότητα που εκλύεται κατά τη διάνοιξη της κάννης ενός κανονιού (1798), λόγω της τριβής, ο Μπέντζαμιν Τόμπσον, αντιλήφθηκε ότι αυτή η θερμότητα είναι ένα είδος κινητικής ενέργειας αφού η θερμότητα που παραγόταν ήταν ανεξάντλητη



ΘΕΡΜΙΔΙΚΟ, η κατάρρευση..

Thompson

ΘΕΡΜΙΔΙΚΟ



Η παρατήρηση αυτή και αρκετά άλλα πειράματα δημοσιεύτηκαν στο “Philosophical Transactions of the Royal Society” το 1798. Αν και αρχικά δεν θεωρηθήκαν λόγος να καταρριφτεί η θερμιδική θεωρία, τελικά οδήγησαν στην κατάρριψη της την δεκαετία του 1840.

Antoine-Laurent de Lavoisier

Ο «πατέρας της σύγχρονης χημείας». Ήταν Γάλλος ευγενής γνωστός στην ιστορία της χημείας και της βιολογίας. Βρήκε και ονόμασε:

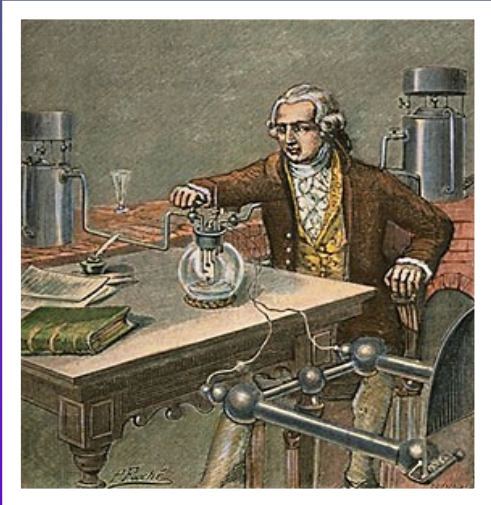
- το οξυγόνο (1778)
- και το υδρογόνο (1783)

Ήταν επίσης ο πρώτος που απέδειξε ότι το θείο ήταν ένα στοιχείο (1777) και όχι ένωση.

Antoine-Laurent de Lavoisier

Ανακάλυψε ότι, αν και η ύλη μπορεί να αλλάξει μορφή ή το σχήμα της, η μάζα της παραμένει πάντα ίδια.

Στο αποκορύφωμα της Γαλλικής Επανάστασης είχε κατηγορηθεί για πώληση αποδυναμωμένου καπνού και για άλλα εγκλήματα που είχαν σαν αποτέλεσμα να αποκεφαλιστεί στη λαιμητόμο με το δόγμα του δήμιου.



Antoine-Laurent de Lavoisier

Ο ίδιος είπε για την θερμιδική θεωρία: «Έχουμε διακρίνει την αιτία της θερμότητας, ή αλλιώς το εξαιρετικά ελαστικό υγρό που την παράγει και το ονομάσαμε θερμιδικό.»

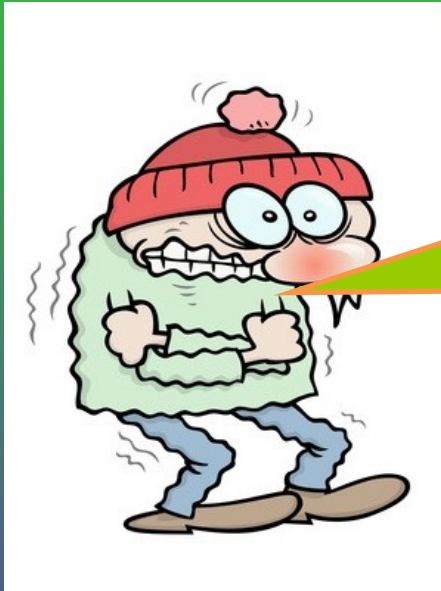


ΑΒΑΡΗ ΡΕΥΣΤΑ

- Τα αβαρή ρευστά ήταν μια έννοια που χρησιμοποιήθηκε από τους χημικούς του 17ου και 18ου αιώνα. Θεωρούνταν ουσίες που είχαν φυσικές ιδιότητες αλλά δεν ήταν κανονική ύλη.
- Τα ρευστά αυτά μπορούσαν να κινηθούν μεταφέροντας τις φυσικές τους ιδιότητες, χωρίς να μεταφέρουν μάζα.
- Κατά μια έννοια, αυτή ήταν μια επιστροφή στα αλχημιστικά στοιχεία, αλλά σε αντίθεση με εκείνα, τα αβαρή ρευστά ήταν αυτά που μπορούσαν να υποστούν ποσοτικές μετρήσεις εξελίσσοντας την πειραματική φυσική.
- Η επιστήμη φιλοδοξούσε να είναι υλιστική και αυτές οι θεμελιώδεις αρχές χρησίμευαν ως φυσικοί φορείς φαινομένων που δεν μπορούσαν να εξηγηθούν διαφορετικά.

ΑΒΑΡΗ ΡΕΥΣΤΑ

- Η θεωρία των αβαρών ρευστών ήταν βολική **γιατί επέτρεψε στους φυσικούς να προσδιορίζουν ποσοτικά νέες φυσικές έννοιες.**
- Γι' αυτό και ήταν ουσιαστική στα αρχικά στάδια της ποσοτικής πειραματικής φυσικής. Οι φυσικοί του 18ου αιώνα όμως ανακάλυψαν ότι μπορούσαν να προσδιορίζουν ποσοτικά τις φυσικές έννοιες και χωρίς να τις συνδέουν με κάποιο αβαρές ρευστό, απελευθερώνοντας την φυσική από τους περιορισμούς των ρευστών.
- Η έννοια των αβαρών ρευστών δεν εξαφανίστηκε μονομιάς. Σταδιακά αποδυναμώθηκε με την κατάρριψη θεωριών όπως του φλογιστού και ολοκληρωτικά εγκαταλείφθηκε με την πρόοδο της θερμοδυναμικής τον 19ο αιώνα.



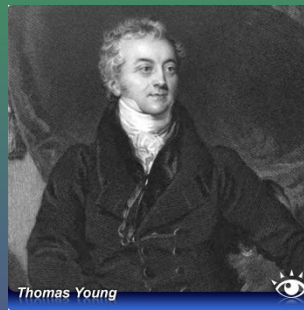
Ούτε το
φλογιστό
υπάρχει ούτε το
θερμιδικό!
Επιτέλους εγώ
πως θα
ζεσταθώ;;

Αγαπητέ μου
πρέπει να σου
πω πρώτα λίγα
λόγια για την
ΕΝΕΡΓΕΙΑ!



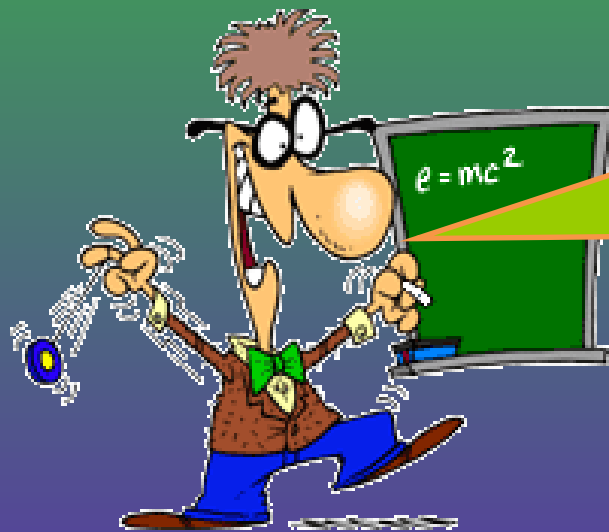
Ενέργεια

Ο όρος ενέργεια δημιουργήθηκε από τον Thomas Young
το 19^ο αιώνα



Όμως η περιπέτεια είχε ξεκινήσει πολύ πιο πριν!





Η έννοια της
ενέργειας
άρχισε να
εμφανίζεται
όταν κάποιοι
κατάλαβαν ότι
κάποιες
ποσότητες
διατηρούνται!

Χρονολογικές βαθμίδες ενέργειας

1640: René Descartes



- Παρατηρεί τι συμβαίνει όταν ένα σώμα όπως μια σκληρή σφαιρική μπάλα μάζας m και ταχύτητας v συγκρούεται με ένα άλλο σώμα διαφορετικής μάζας και ταχύτητας.
- **Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι σε μία κρούση η ποσότητα mv , που σήμερα ονομάζεται ορμή διατηρείται.**
- Ήταν ο πρώτος που υποστήριξε την διατήρηση της «κίνησης» .

$$m_1v_1 + m_2v_2$$

1660-1669 :Christian Huygens



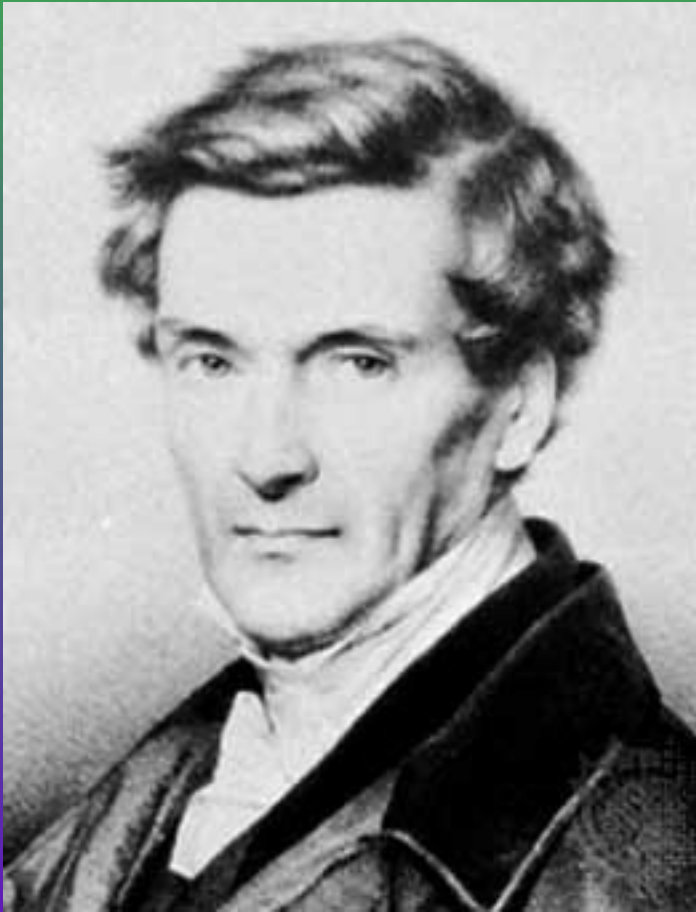
- Ήταν ένας συνεργάτης του Descartes που πραγματοποίησε πολλά πειράματα με συγκρουόμενες σφαίρες.
- Μερικά από αυτά παρουσιάστηκαν στον Βασιλικό Κήπο του Λονδίνου. Αυτό τον οδήγησε το 1669 στο συμπέρασμα ότι η ποσότητα που διατηρείται δεν είναι η mv αλλά η mv^2 .
- Όπως ξέρουμε σήμερα και ο Descartes και ο Huygens είχαν δίκιο.
- Σε όλες τις κρούσεις διατηρείται η ορμή και στις ελαστικές η ενέργεια.

1686: Gottfried Leibniz



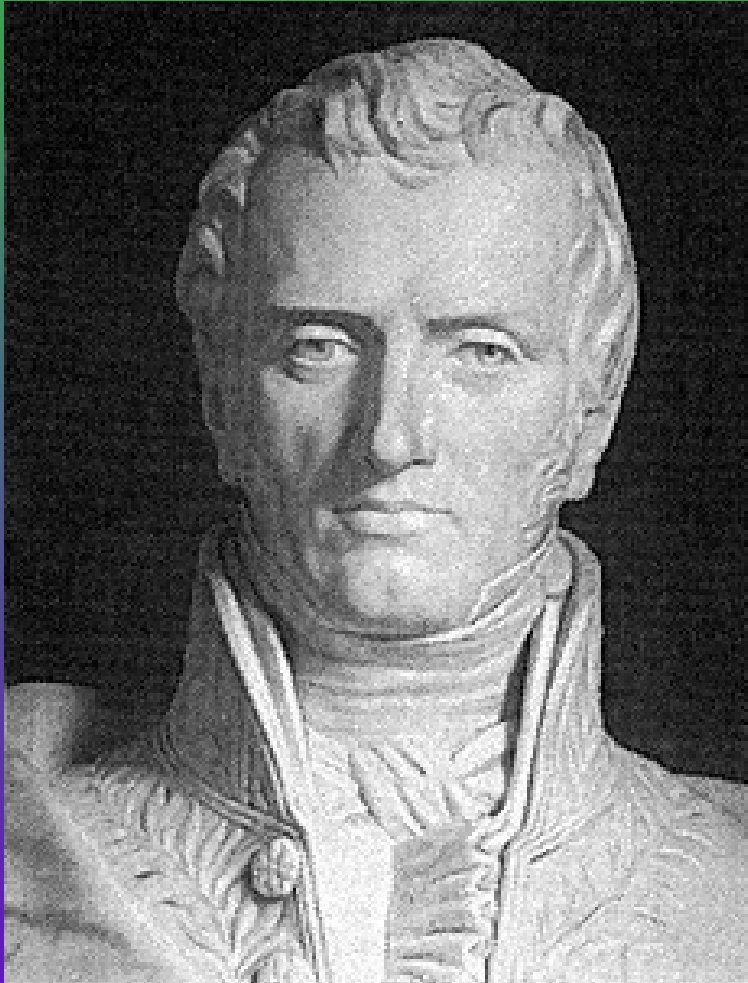
- Ο Leibniz χρησιμοποίησε τα συμπεράσματα του Huygens και ονόμασε την ποσότητα mv^2 <<vis viva >>. Εισήγαγε την αρχή διατήρησης της ενέργειας.

1829:Coriolis



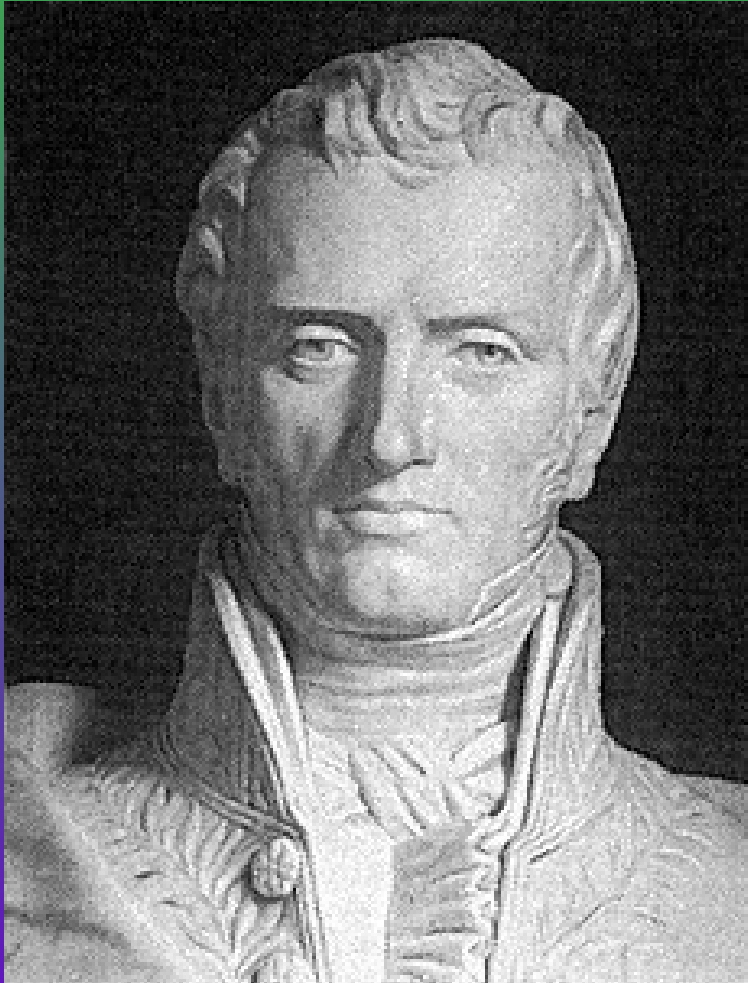
- Ο Coriolis ήταν αυτός που διατύπωσε σωστά τον ορισμό της κινητικής ενέργειας $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
- Και το 1826 είχε ορίσει την έννοια «μηχανικό έργο» ως
Δύναμη x Μετατόπιση

1832: Claude-Louis Navier



- Ο Navier κατά την διάρκεια συγγραφής ενός βιβλίου συσχετίζει την μεταβολή της κινητικής ενέργειας με τις «ποσότητες δράσης» (δηλ με το έργο) των δυνάμεων.
- Δηλ. βρήκε το σημερινό ΘΜΚΕ!

1832: Claude-Louis Navier



- Το σημαντικό όμως είναι ότι συσχετίζει το μηχανικό έργο με την ενέργεια!
- Η σχέση ήταν καταλυτική για την ανάδυση της έννοιας της ενέργειας .

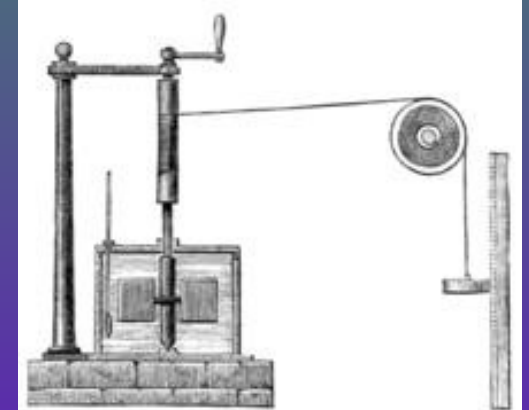


Παιδιά δεν
αποφασίζετε
τελικά τι είναι
αυτό που θα με
ζεστάνει;;

Joule: 1839-1843



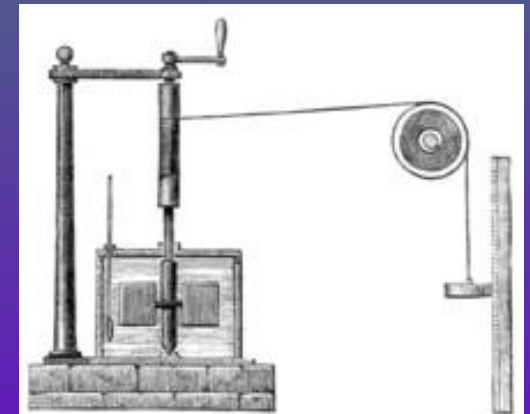
- Αυτός που βρήκε τι είναι αυτό που μας ζεσταίνει ήταν ο Joule.



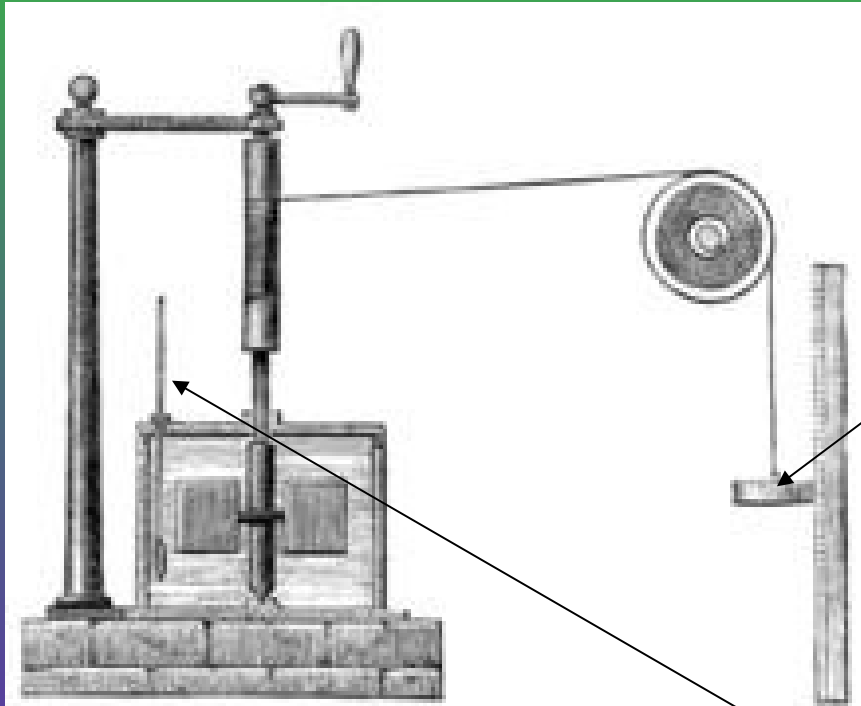
Joule: 1839-1843



- Με τα πειράματά του απέδειξε ότι το μηχανικό έργο μπορεί να μετατραπεί σε θερμότητα.



Το πείραμα με το νερό

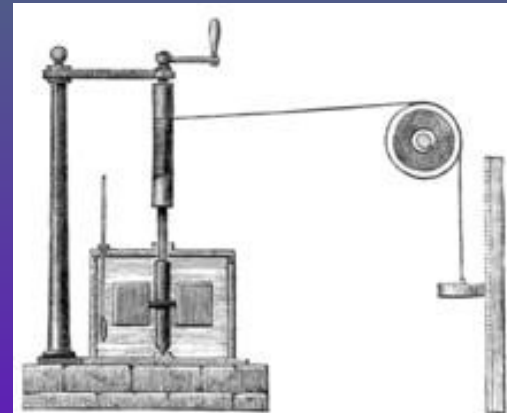


- Ας δούμε λοιπόν το πείραμα του Joule στο οποίο μετέτρεπε μηχανικό έργο σε θερμότητα!
- Το μηχανικό έργο υπολογιζόταν από την μετακίνηση των βαρών
ενώ η παραγόμενη θερμότητα από την μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού.

Joule: 1839-1843



- Και αφού το μηχανικό έργο ισοδυναμεί με ενέργεια
και η θερμότητα είναι ενέργεια!



Ε τώρα πια που
ξέρω τι είναι
θερμότητα
ζεστάθηκα!



Θερμοσκόπια και Θερμόμετρα.

Θεωρίες Θερμότητας
και τι είναι ενέργεια.

Πρακτικές εφαρμογές της
θερμότητας.

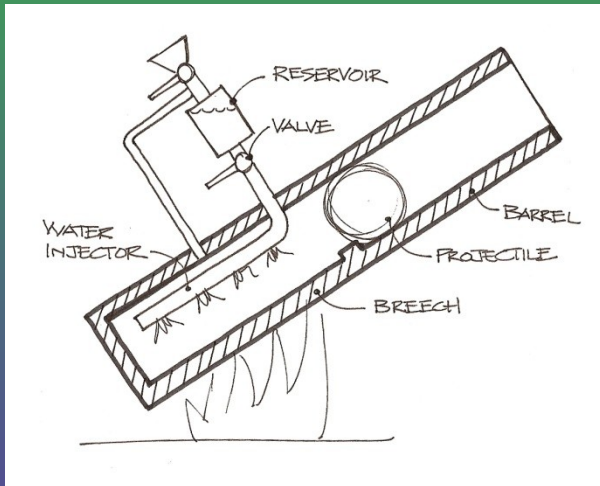


Η
θερμότητα
κάνει κάτι
πρακτικό;

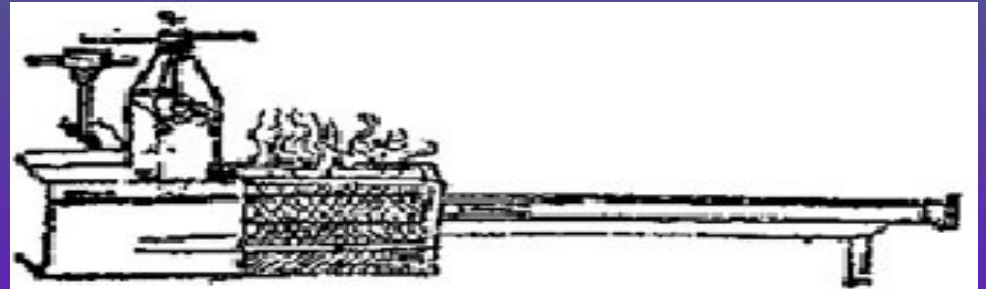
**Ναι! ΚΙΝΕΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ
ΜΗΧΑΝΕΣ!**



Ατμός και παραγωγή κίνησης: Αρχιμήδης

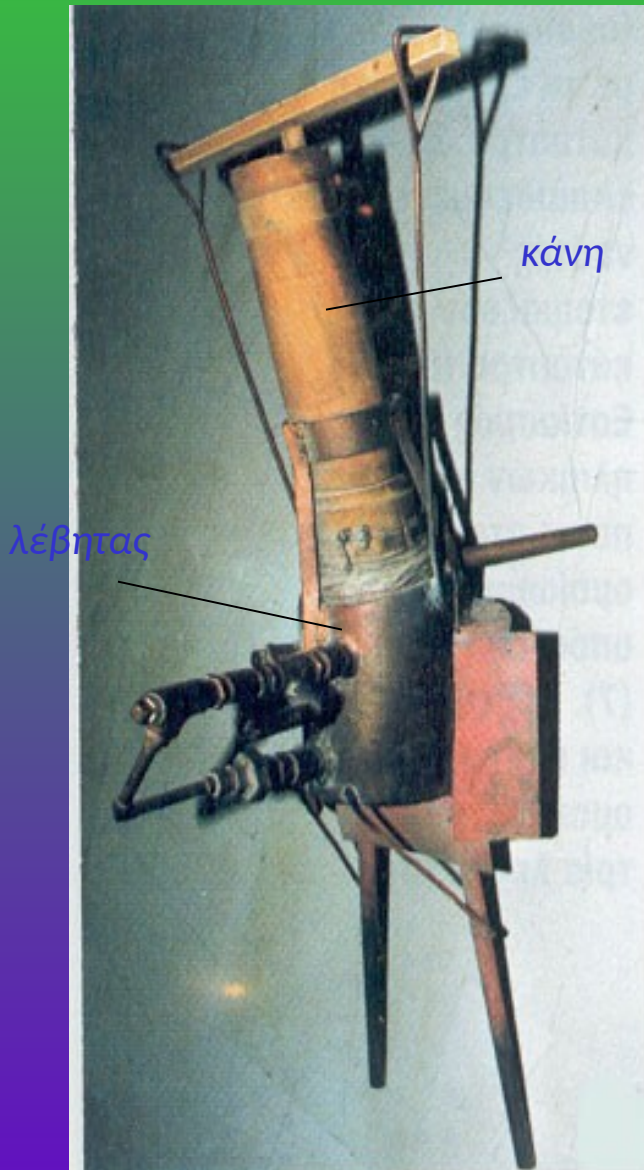


Τον τρίτο αιώνα π. Χ. ο Αρχιμήδης είχε φτιάξει ένα κανόνι ατμού, το ατμοπυροβόλο.

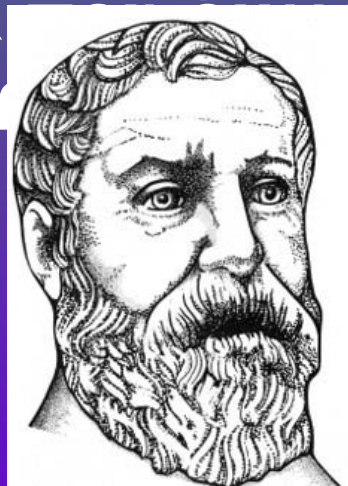


Αναπαράσταση ατμοπυροβόλου Αρχιμήδη.

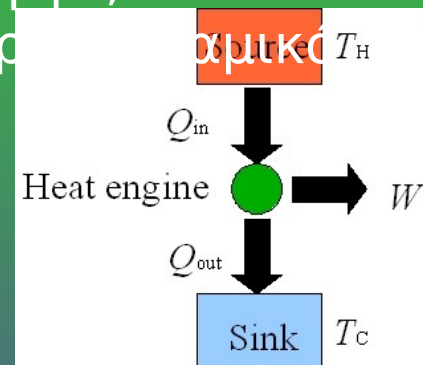
Σύγχρονη ανακατασκευή του ατμοπυροβόλου του Αρχιμήδη που έχει ξύλινη κάνη, λέβητα νερού, χάλκινο κύλινδρο και σφαιρικά βλήματα. Καίγοντας ξύλα πυρώνεται το καζάνι του ατμοπυροβόλου. Τότε, ρίχνοντας μέσα μικρή ποσότητα νερού, αυτή γίνεται αμέσως ατμός. Η πίεση του ατμού είναι αρκετή, για να πετάξει βλήμα αρκετά μέτρα μακριά.



- Ο Έλληνας μηχανικός Ήρων, πριν δύο χιλιάδες χρόνια περίπου, χρησιμοποίησε τον ατμό για την κίνηση αντικειμένων.
- Επινόησε την αιολόσφαιρα (Αιόλου πύλαι), το πρώτο λειτουργικό πρότυπο θερμικής μηχανής.
- Πριν από τη μηχανή του Ήρωνα μια αιολόσφαιρα αναφέρεται στα πραγματεία του Βιτρουβίου de architectura τον πρώτο αιώνα π.Χ. Δεν ξέρουμε αν είχε κινητά μέ



- Θερμική μηχανή ονομάζουμε μια διάταξη που μετασχηματίζει θερμότητα σε μηχανικό έργο, επαναλαμβάνοντας περιοδικά τον ίδιο θερμικό κύκλο.



- Τα κύρια μέρη μιας θερμικής μηχανής είναι:
 - α) Μια πηγή υψηλής θερμοκρασίας T_{hot} που ονομάζεται θερμή δεξαμενή.
 - β) Ένα μέσο M υγρό ή συνηθέστερα αέριο, που παίρνοντας θερμότητα Q_h από την θερμή δεξαμενή εκτελεί κυκλική μεταβολή (θερμοδυναμικό κύκλο), παράγοντας έργο.
 - γ) Μια πηγή θερμότητας σε χαμηλή θερμοκρασία T_{cold} που ονομάζεται ψυχρή δεξαμενή και στην οποία αποβάλλεται σε κάθε κύκλο θερμότητα Q_c από το μέσο M .
- Θερμικές μηχανές είναι οι μηχανές εσωτερικής καύσης, οι ατμομηχανές κ.α.

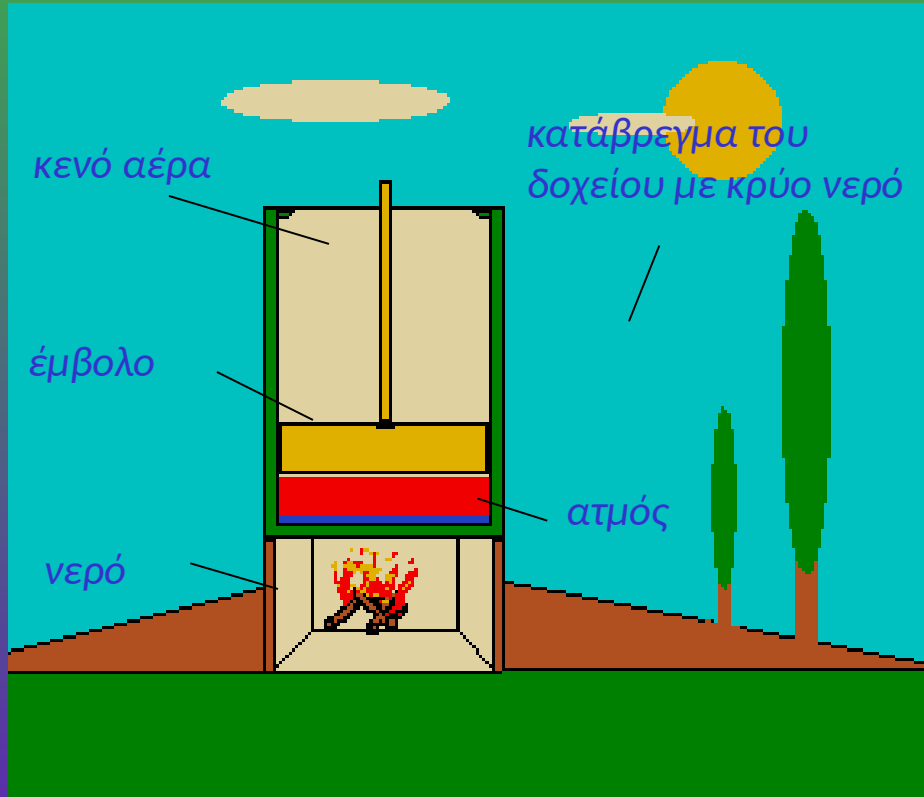
Η μηχανή ατμού του Παπέν



*"Nouvelle
Manière
pour lever
l'eau par
la force du
FEU
mise en
lumière
par
Denis Papin"
(1697)*

Η πρώτη περίπτωση εκμετάλλευσης του ατμού για πρακτικό σκοπό είναι η εφεύρεση της χύτρας ταχύτητας ατμού από τον Γάλλο φυσικό Παπέν, το 1690. Είναι ο πρώτος που χρησιμοποίησε τη συμπύκνωση του ατμού για τη δημιουργία κενού αέρα σε ένα κλειστό δοχείο.

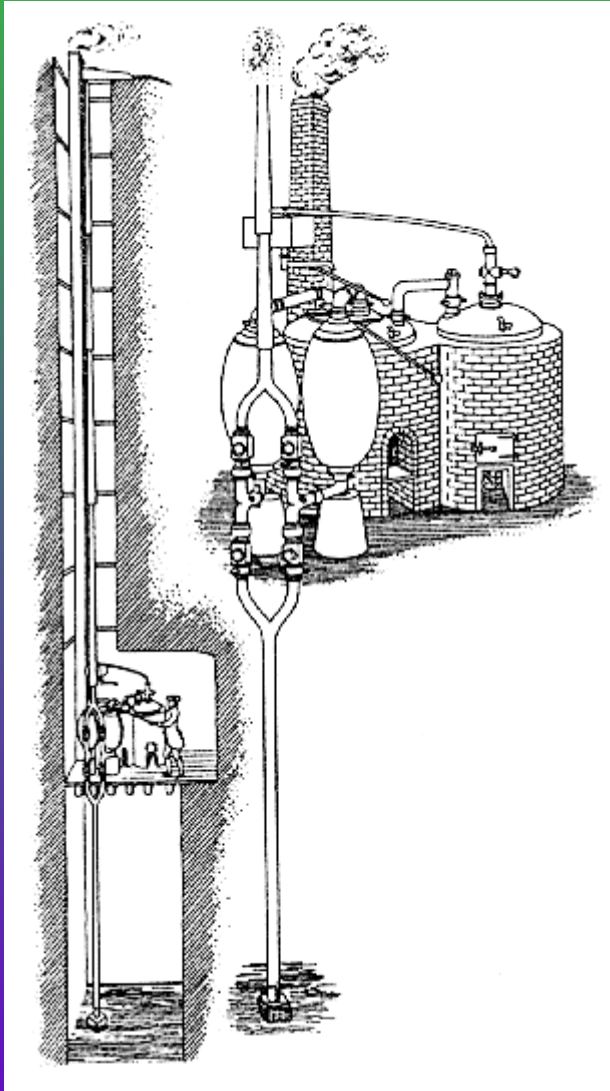
*Η χύτρα ατμού
του Παπέν (1697).*



Προσομοίωση λειτουργίας
της μηχανής ατμού του Παπέν.

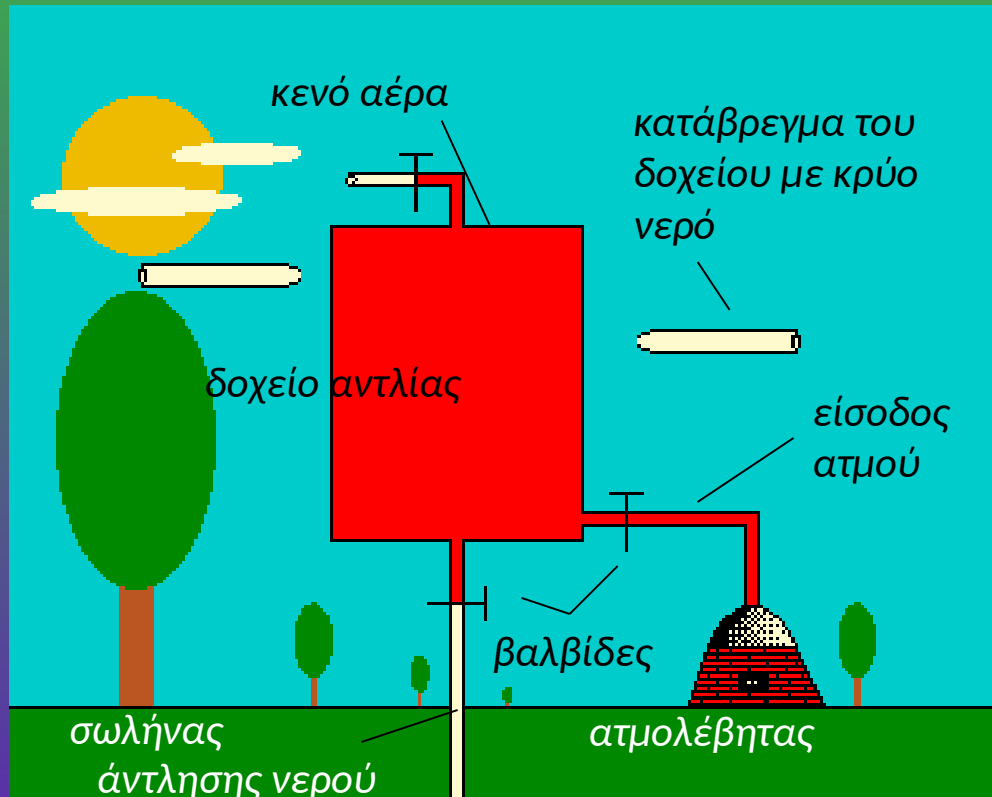
Στη μηχανή του Παπέν
όταν το νερό (με μπλε
χρώμα στην εικόνα)
βράσει γίνεται ατμός.
Ο ατμός (με κόκκινο
χρώμα στην εικόνα)
διαστέλλεται και
σπρώχνει το έμβολο
προς τα πάνω.
Μόλις ο ατμός
κρυώσει,
συμπυκνώνεται.
Δημιουργείται κενό
αέρα στο δοχείο και το
έμβολο κατεβαίνει. Οι
διαδοχικές
αυξομειώσεις του
όγκου του ατμού
κινούν το έμβολο
πάνω
κάτω

Η ατμοκίνητη αντλία νερού του Σέιβερι



Η εποχή του ατμού ξεκίνησε ουσιαστικά με την ατμοκίνητη αντλία που εφεύρε το 1698 ο Άγγλος μηχανικός Σέιβερι. Αιτία υπήρξε η αναζήτηση μεγαλύτερης μηχανικής ισχύος από αυτήν του ανεμόμυλου ή των ζώων για την άντληση των νερών από τα πλημμυρισμένα ανθρακωρυχεία.

Η ατμοκίνητη αντλία νερού του Σέιβερι



Προσομοίωση λειτουργίας
ατμοκίνητης αντλίας Σέιβερι.

Στην αντλία του Σέιβερι το δοχείο με το θερμό υδρατμό (με κόκκινο χρώμα στην εικόνα) ψύχεται με κρύο νερό (με μπλε χρώμα στην εικόνα). Μόλις ο ατμός κρυώσει, συμπυκνώνεται και τότε δημιουργείται κενό αέρα στο δοχείο. Αυτό το κενό αέρα στο δοχείο, λόγω

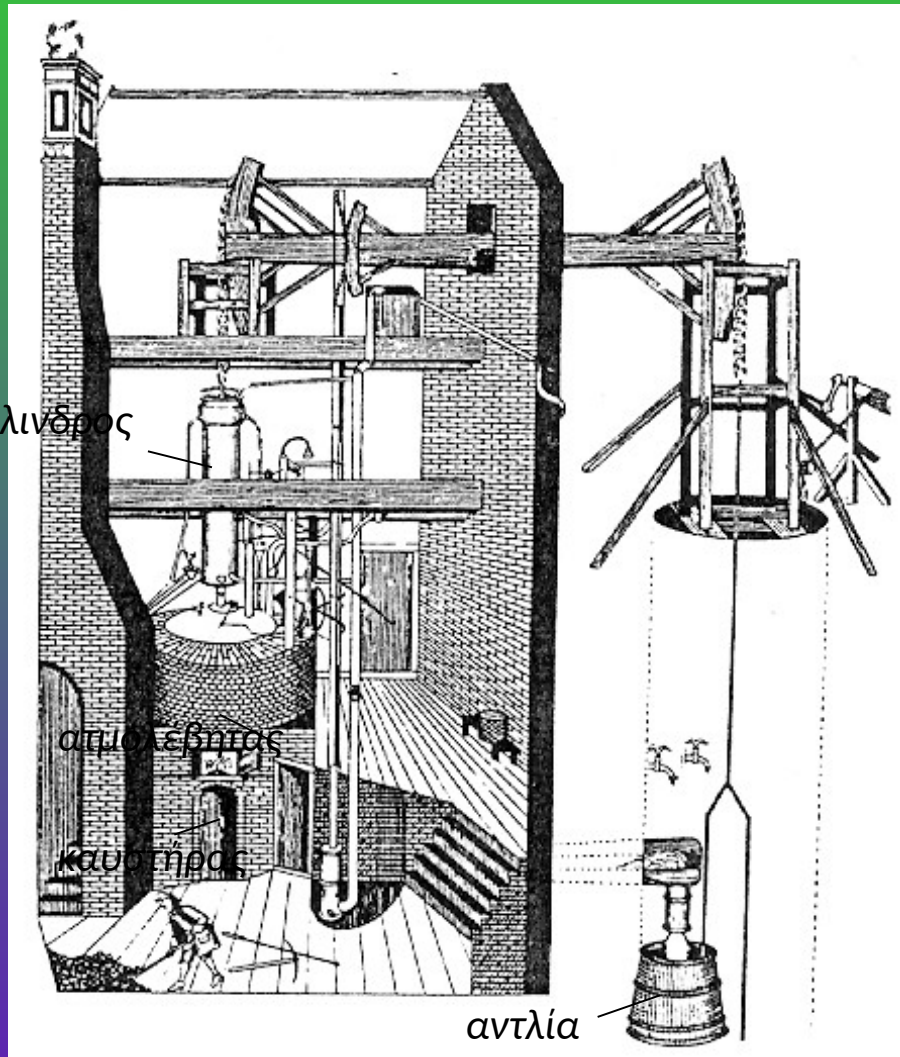
Η ατμομηχανή Νιούκομεν

Όμως, την πρώτη λειτουργική ατμομηχανή κατασκεύασε ο Άγγλος σιδηράς Νιούκομεν το 1712 .

Η μηχανή του ήταν εξυπηρετική και αξιόπιστη αλλά ιδιαίτερα αντισοικονομική. Για να λειτουργήσει χρειαζόταν ολόκληρα βουνά από κάρβουνο.

Δεν ήταν κατάλληλη για άλλη χρήση, εκτός από το να κινεί αντλίες στα ορυχεία. Το 1765 λειτουργούσαν περίπου εκατό τέτοιες «πυρομηχανές».

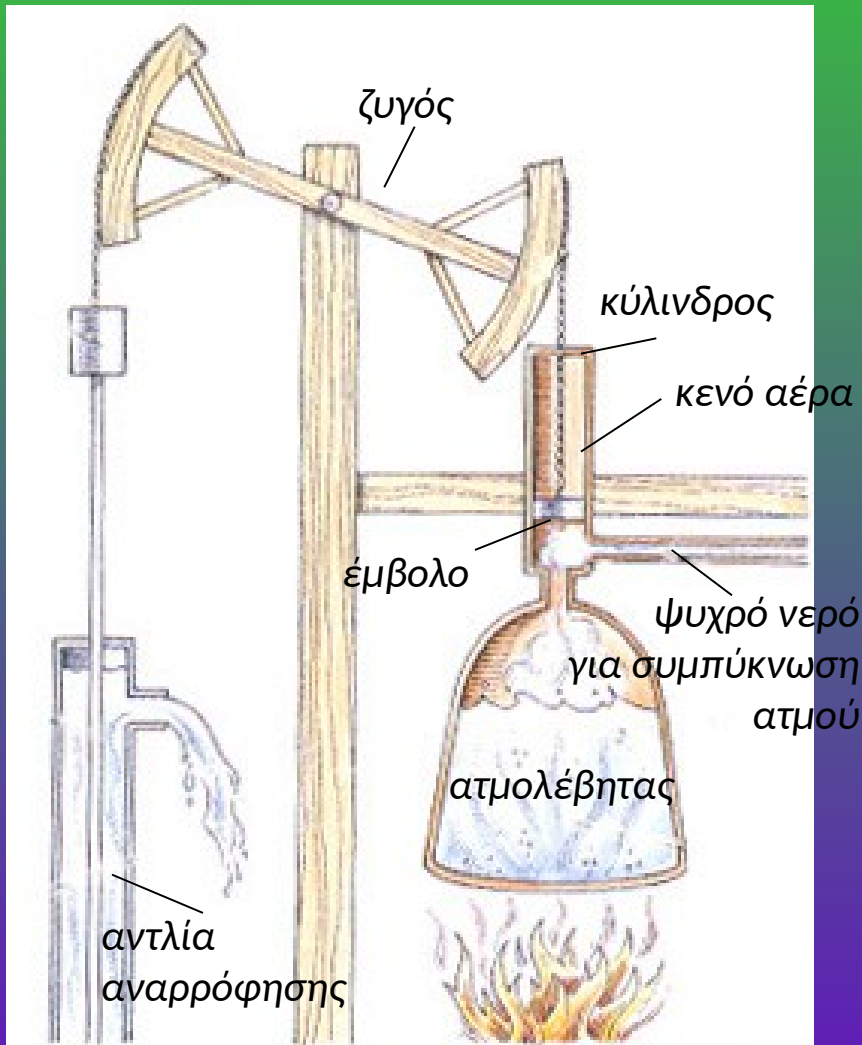
Η ατμομηχανή Νιούκομεν



Αναπαράσταση εγκατάστασης
πυρομηχανής Νιούκομεν.

Στην «πυρομηχανή»
του Νιούκομεν ο
ατμός κινούσε
πάνω-κάτω
ένα έμβολο μέσα σε
κύλινδρο ύψους
περίπου δύο
μέτρων και
διαμέτρου ενός
μέτρου, που με τη
σειρά του κινούσε
μία αντλία,
της οποίας ο
σωλήνας
αναρρόφησης
έφτανε στον
πυθμένα του

Η ατμομηχανή Νιούκομεν

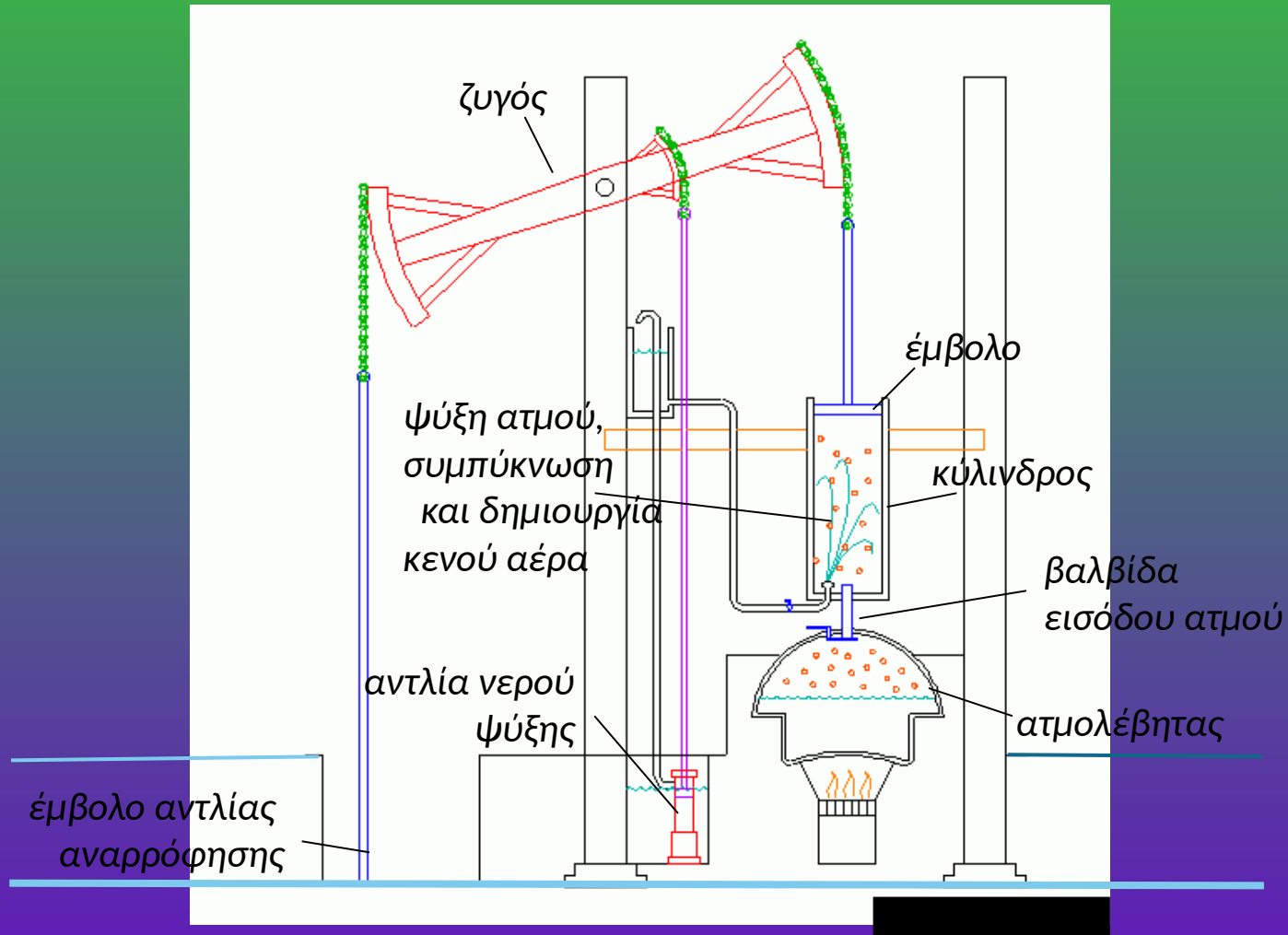


Αναπαράσταση «πυρομηχανής».

Στην «πυρομηχανή» η δύναμη από τη διαστολή του ατμού κινούσε προς τα πάνω το έμβολο στον κύλινδρο. Ο ατμός καθώς συμπυκνωνόταν δημιουργούσε κενό αέρα στον κύλινδρο και τότε η ατμοσφαιρική πίεση κινούσε το έμβολο προς τα κάτω. Η

διαδοχική παλινδρομική κίνηση του εμβόλου στον κύλινδρο της ατμομηχανής, κινούσε

Η «πυρομηχανή» Νιούκομεν

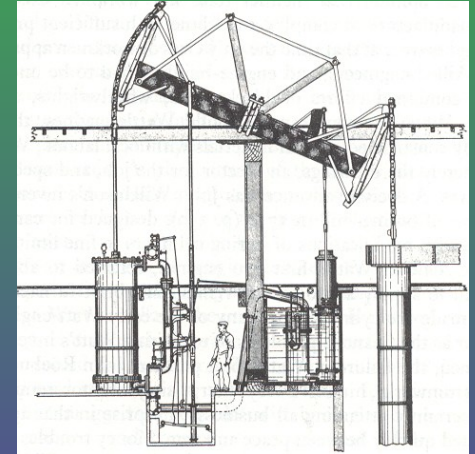


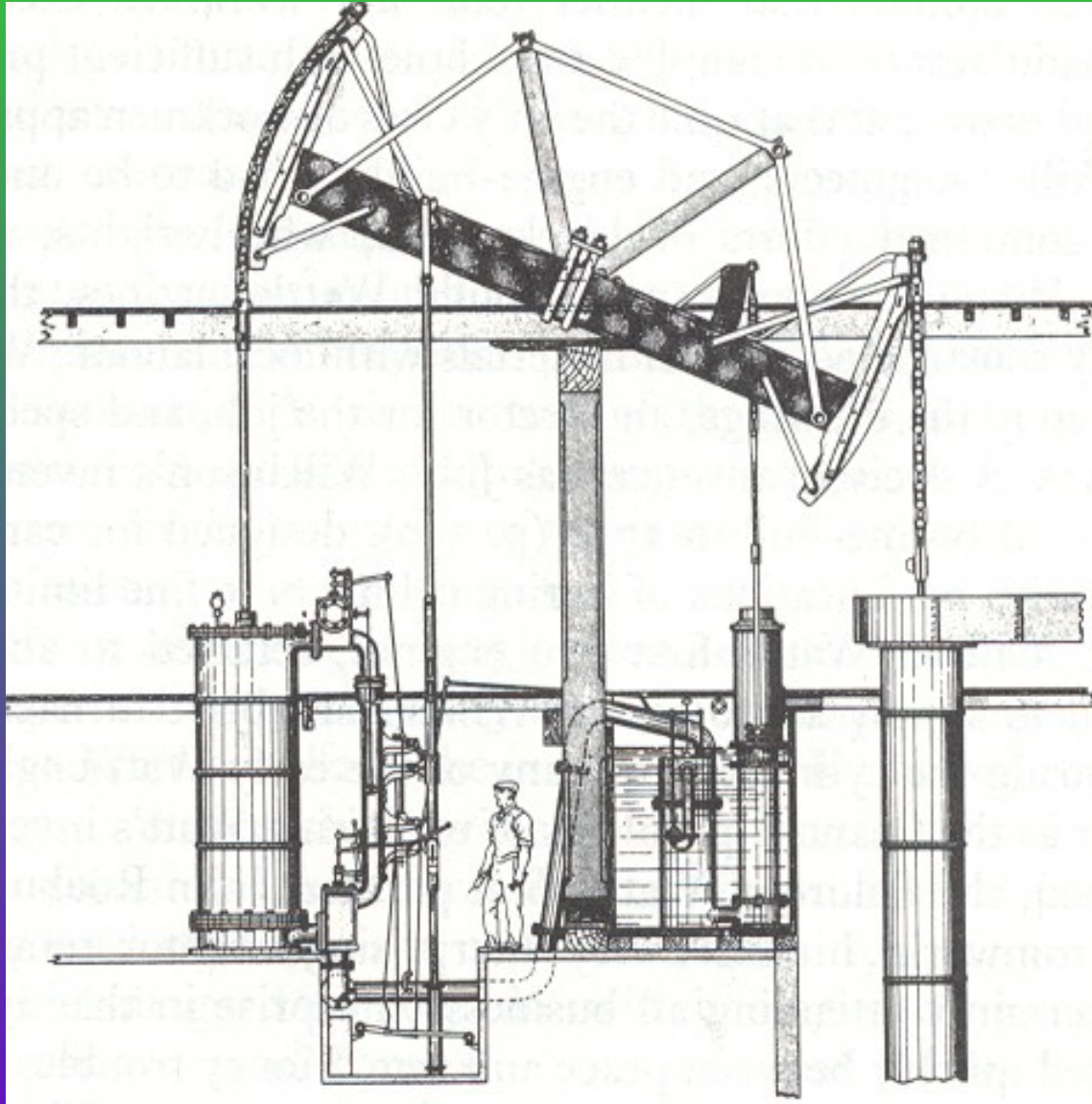
Προσομοίωση λειτουργίας ατμοκίνητης αντλίας Νιούκομεν.

Η ατμομηχανή του Τζέιμς Βατ

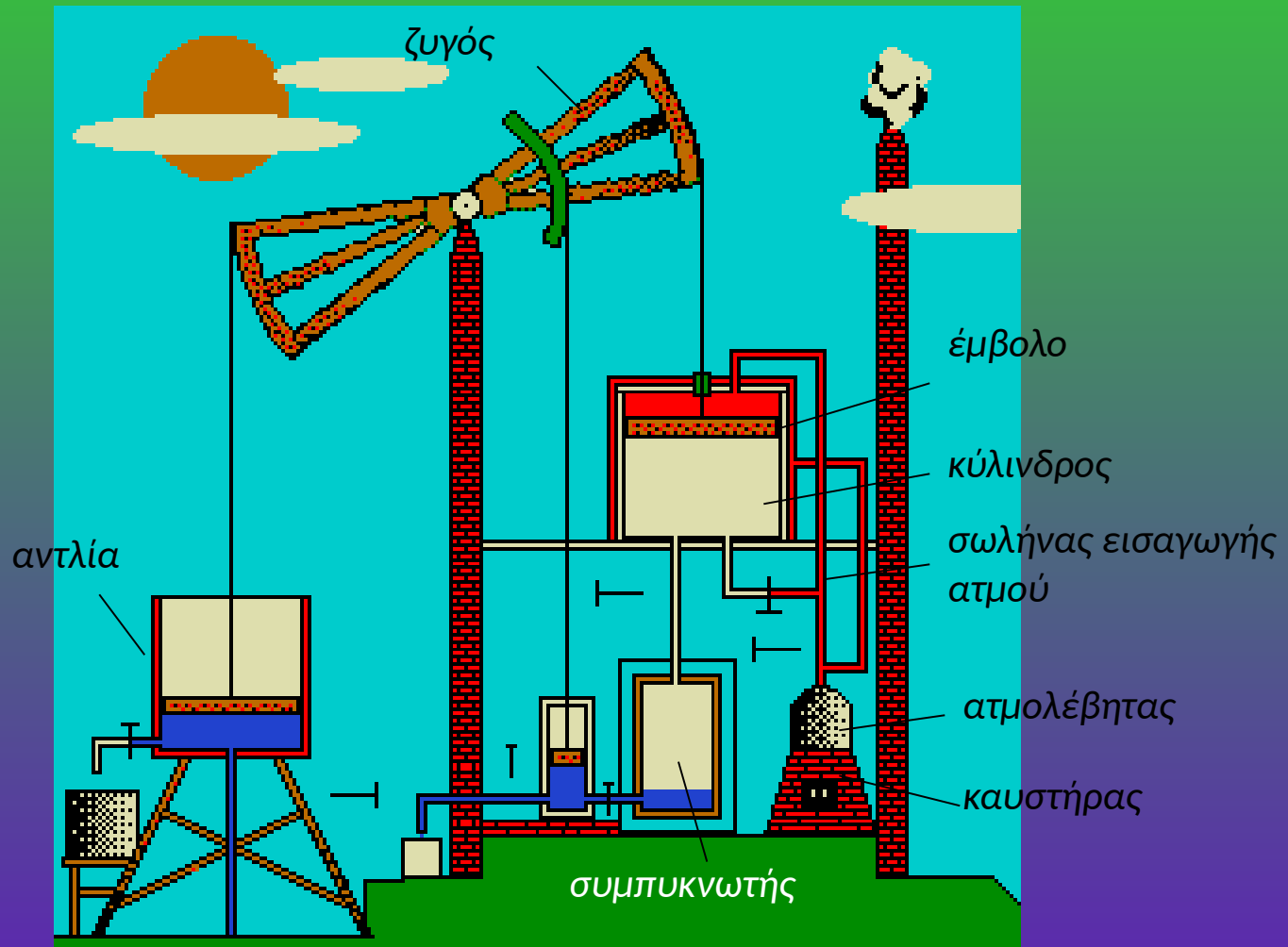
Ο Σκότος κατασκευαστής μαθηματικών οργάνων Βατ γύρω στα 1770 κατάφερε να βελτιώσει την πρώτη ατμομηχανή, **προσθέτοντας ξεχωριστό δοχείο συμπυκνωτή.**

Μείωσε έτσι κατά 75% την απαιτούμενη για τη λειτουργία της ποσότητα κάρβουνου, κάνοντάς την οικονομικότερη και αποδοτικότερη. Επίσης, επινοώντας καταλλήλους οδοντωτούς τροχούς (τον πλανητικό συμπλέκτη) κατάφερε να μετατρέψει την παλινδρομική



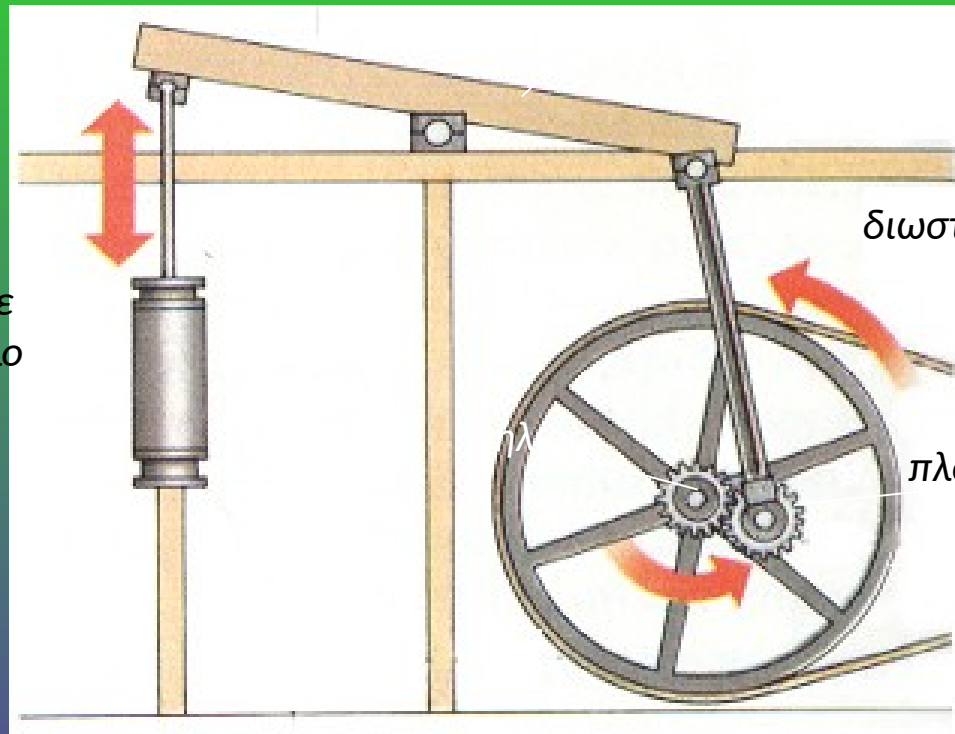


Μια από τις πρώτες ατμοκίνητες αντλίες του Βατ κατασκευασμένη το 1777, που λειτούργησε για 125 χρόνια. Οι ατμοκίνητες αντλίες του Βατ αρχικά χρησιμοποιήθηκαν για την άντληση των νερών από τις στοές των ορυχείων.



Προσομοίωση λειτουργίας της ατμοκίνητης αντλίας του Βατ.

κύλινδρος με
έμβολο



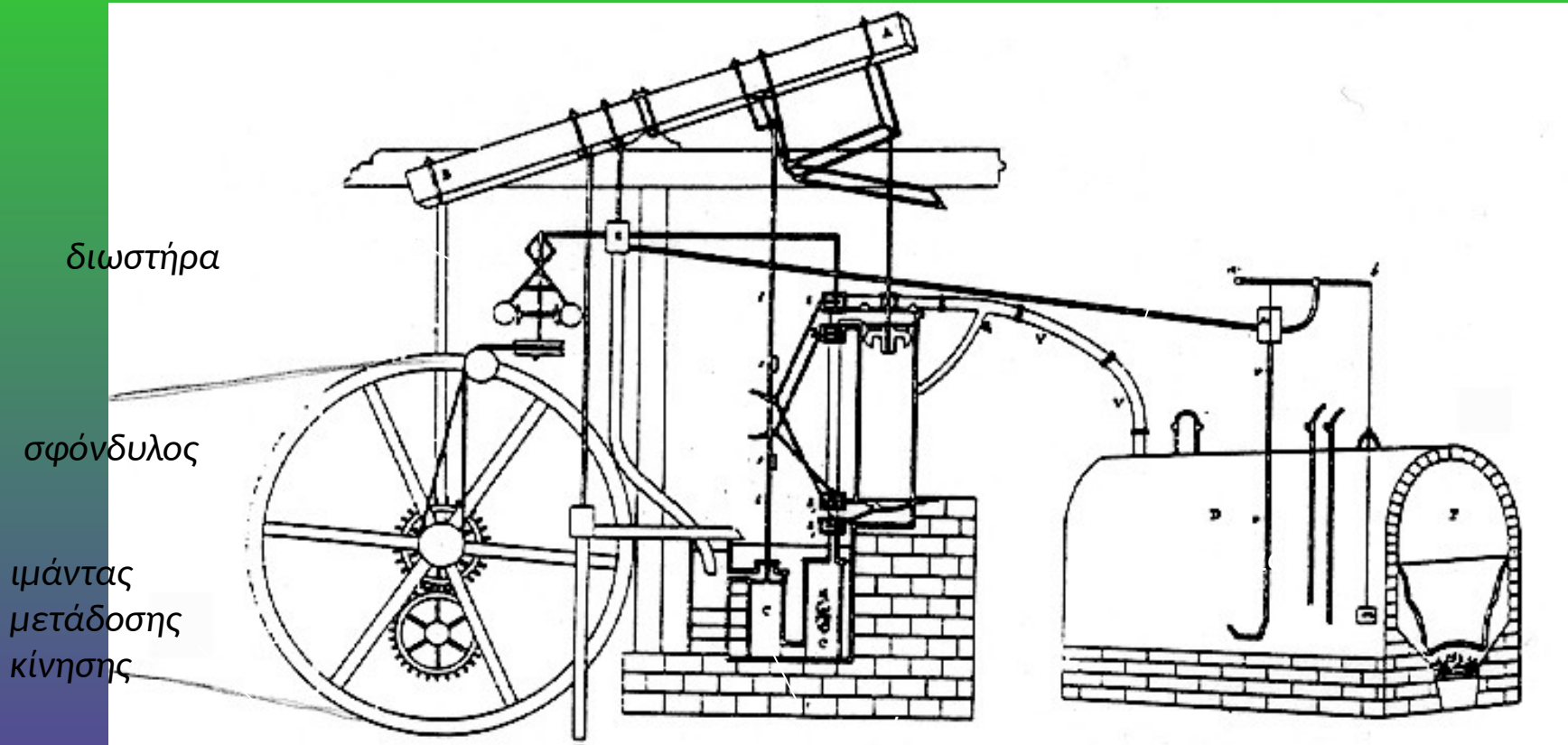
δωστήρας

ιμάντας μετάδοσης
κίνησης

πλανήτης

σφόνδυλος

Ο Βατ για να μετατρέψει την παλινδρομική κίνηση του διωστήρα σε περιστροφική, επινόησε ένα σύστημα οδοντωτών τροχών, το ζεύγος ήλιος-πλανήτης. Στην άκρη του διωστήρα που κινείται πάνω-κάτω από το ζυγό (δοκό) βρίσκεται ο «πλανήτης», ο οποίος περιστρέφει τον «ήλιο» που είναι στερεωμένος στον άξονα του σφονδύλου.



Διάγραμμα ατμομηχανής σχεδιασμένης από τον Βατ (1781).

Ο ιμάντας κίνησης γύρω από το σφόνδυλο μπορούσε να μεταδίδει την κίνηση στις μηχανές ενός εργοστασίου.