

# **ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 2**

**Νίκος Κανδεράκης**

# Διατήρηση της ενέργειας

Η ενέργεια διατηρείται σταθερή στις μεταβολές

ανάδυση της "ενέργειας" →

ανάδυση της διατήρησης της ενέργειας

# «Ανακάλυψη» της διατήρησης της ενέργειας

<b>Robert Mayer James Joule L. A. Colding Hermann Helmholtz</b>	<b>Διατήρηση της ενέργειας</b>
<b>Sadi Carnot Marc Seguin Karl Holtzmann G. A. Hirn</b>	<b>Ισοδυναμία θερμότητας και έργου</b>
<b>C. F. Mohr William Grove Michael Faraday Justus Liebig</b>	<b>Μία δύναμη σε διάφορες μορφές</b>
<b>William Thomson (Kelvin)</b>	<b>Ενοποίηση των «ανακαλύψεων» και διάδοση της έννοιας «ενέργεια»</b>

# Παράγοντες στην ανάπτυξη της "ενέργειας"

- Αλληλομετατροπές των "φυσικών δυνάμεων"
- Μελέτη και μέτρηση των κινητήριων μηχανών
- Επάνοδος της "ζωντανής δύναμης" –  $m \cdot v^2$
- Αεικίνητο
- Γερμανική φιλοσοφία της φύσης

# Αλληλομετατροπές των "φυσικών δυνάμεων"

Χημικές αντιδράσεις → ηλεκτρικό ρεύμα (στήλη Volta)

Ηλεκτρικό ρεύμα → χημικές αντιδράσεις (ηλεκτρόλυση)

Ηλεκτρικό ρεύμα → μαγνητισμός (ηλεκτρομαγνήτες)

Κίνηση μαγνήτη → ηλεκτρικό ρεύμα (ΗΜ επαγωγή)

Θερμότητα → κίνηση (ατμομηχανή)

Κίνηση και τριβή → θερμότητα

- Αλληλομετατροπές των "φυσικών δυνάμεων"
- Ενότητα των "φυσικών δυνάμεων"

Ανάγκη κοινού μέτρου για τις "φυσικές δυνάμεις"

# Μελέτη και μέτρηση κινητήριων μηχανών

Ατμομηχανές, υδρόμυλοι, ανεμόμυλοι

**Πρακτικοί μηχανικοί** - Βρετανία

Μέτρηση της εργασίας των μηχανών  
μέτρο → "βάρος επί ύψος"

**Θεωρητικοί μηχανικοί** - Γαλλία

έργο = μέτρο της εργασίας

= "βάρος επί ύψος" ή "δύναμη επί μετατόπιση"

έργο = μεταβολή των "ζωντανών δυνάμεων (vis-vivae)"



# Η επάνοδος των "ζωντανών δυνάμεων"

**Leibniz** - «ζωντανή δύναμη» ή vis viva -  $m \cdot v^2$

**Διατήρηση των ζωντανών δυνάμεων**

όχι στις μη ελαστικές κρούσεις - ανυποληψία

Αρχές του 19<sup>ου</sup> αιώνα: επαναφορά από Γάλλους μηχανικούς

έργο = μεταβολή «ζωντανής δύναμης»

**Σε ορισμένα φαινόμενα οι ζωντανές δυνάμεις διατηρούνται σταθερές**

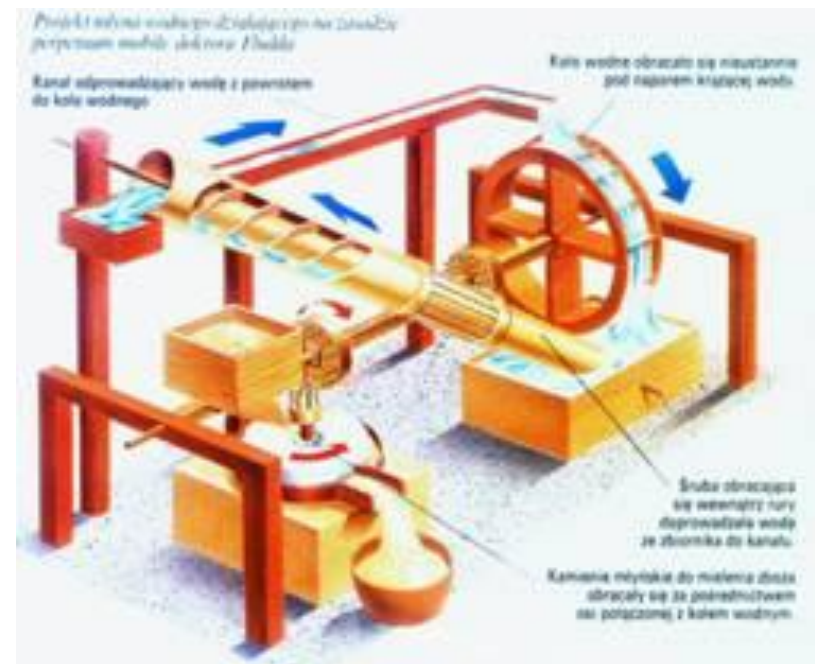
# Το αεικίνητο

Μηχανή που δουλεύει συνεχώς παράγοντας έργο χωρίς να καταναλώνει τίποτα

1775

Απόφαση Ακαδημίας Επιστημών του Παρισιού

**Δεν υπάρχουν αεικίνητες μηχανές**





# Γερμανική φιλοσοφία της φύσης

**Naturphilosophie - Friedrich Schelling  
Lorentz Oken**

**ιδεαλιστική, ολιστική κοσμοθεωρία**

**Η φύση είναι μια ενότητα**

**Μία ενεργός "δύναμη" με διάφορες μορφές →  
όλα τα φαινόμενα**

**επίδραση στο γερμανόφωνο κόσμο**

# ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΟΙ ΠΡΩΤΑΓΩΝΙΣΤΕΣ

## Julius Robert Mayer

ιατρός στους τροπικούς

φωτεινό φλεβικό αίμα → ο μεταβολισμός αφαιρεί  
λιγότερο οξυγόνο

χημική "δύναμη" τροφής → θερμότητα και κίνηση

χημική "δύναμη" τροφής = θερμότητα + κίνηση

1842 - "δύναμη" στη φύση: αλλάζει μορφές

άφθαρτη οντότητα

π.χ. "δύναμη πτώσης" → "δύναμη κίνησης"

"δύναμη κίνησης" → θερμότητα

## **Julius Robert Mayer (συνέχεια)**

**1848 Μηχανικό ισοδύναμο της θερμότητας =  
με πόση θερμότητα αντιστοιχεί ορισμένη  
ποσότητα μηχανικής "δύναμης"**

**υπολογισμός με γνωστά πειραματικά στοιχεία**

**Καθυστερημένη ανακάλυψη του Mayer από τον  
Helmholtz το 1858**

# James Prescott Joule

Οικογένεια βιομηχάνων μπύρας, ερασιτέχνης

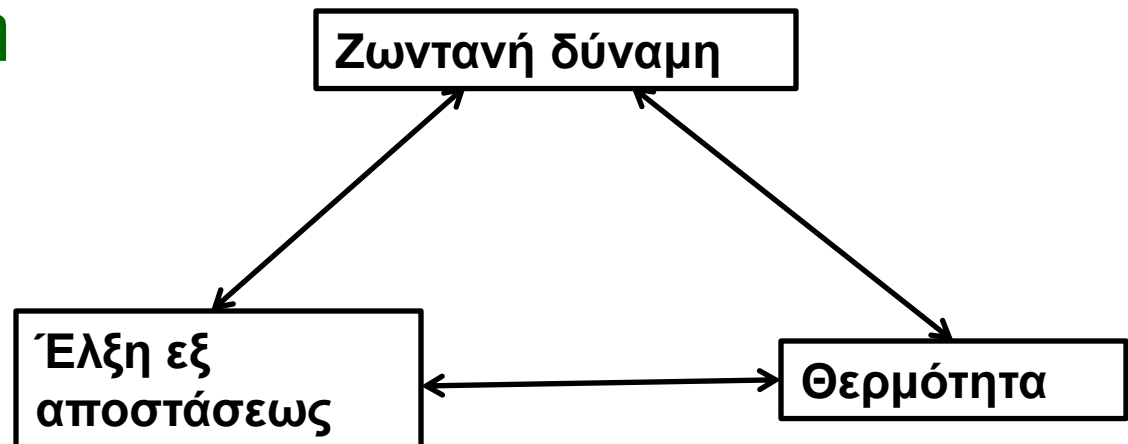
1843 Θερμικά αποτελέσματα ηλεκτρικού ρεύματος

Κίνηση ηλεκτρομαγνήτη → ηλεκτρ. ρεύμα → θερμότητα

Η θερμότητα είναι ένα είδος κίνησης

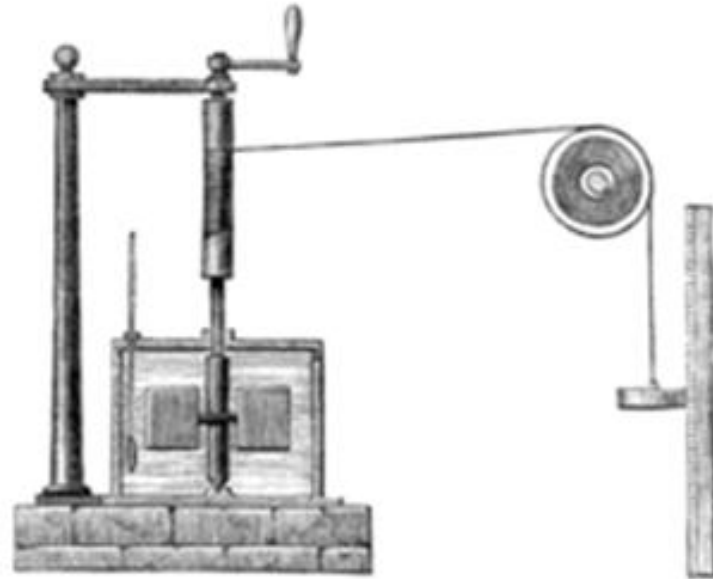
1847 : εκλαϊκευτική διάλεξη στο Manchester

Οι "δυνάμεις" στη φύση δεν καταστρέφονται



# James Prescott Joule (συνέχεια)

## πείραμα Joule



μηχανική "δύναμη" →  
κίνηση φτερών →  
θερμότητα

# **James Prescott Joule** (συνέχεια)

Μηχανικό ισοδύναμο της θερμότητας

Σήμερα **1 cal = 4,2J**

1847 Συνέδριο της BAAS

Γνωριμία με τον William Thomson

# Hermann Helmholtz

ιατρός , φυσιολόγος

διαβάζει θεωρητική μηχανική

πολέμιος του βιταλισμού – ζωϊκής δύναμης

οξείδωση τροφών → θερμότητα των ζώων

1847 "Περί της διατήρησης της δύναμης"

## Hermann Helmholtz (συνέχεια)

Διατήρηση της "ζωντανής δύναμης"

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

"δύναμη τάσης" → ζωντανή δύναμη

Γενίκευση: διατήρηση της "δύναμης" εν γένει

**θερμότητα** = έκφραση της ζωντανής δύναμης και της  
"δύναμης τάσης" των μορίων

Αρχικά περνά απαρατήρητος

Αναγνώριση στη Βρετανία από William Thomson



## **William Thomson (λόρδος Kelvin)**

καθηγητής φυσικής φιλοσοφίας στη Γλασκώβη  
ασχολείται με τη θερμοδυναμική

**Αναγνωρίζει τις εργασίες των Joule και Helmholtz**

Διαμορφώνει τη γλώσσα της ενέργειας

μηχανική ενέργεια

κινητική ενέργεια

δυναμική ενέργεια κ.α.

Γράφει με τον P. G. Tait το εγχειρίδιο

**"Πραγματεία περί φυσικής φιλοσοφίας"**

Ενεργειακή εξέταση φαινομένων

**Διάδοση και καθιέρωση της "ενέργειας"**

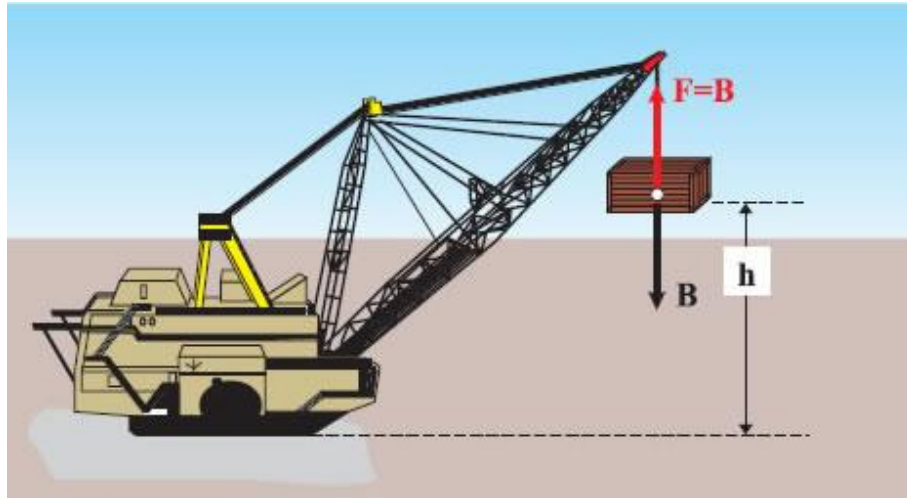
# ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Βαρυτική Δυναμική Ενέργεια κοντά στην επιφάνεια της Γης

Ανέβασμα σώματος

Έργο δύναμης →  
δυναμική ενέργεια (U)

$$U = F \cdot h = B \cdot h = mgh$$



**Δυναμική ενέργεια:** μια αποθηκευμένη ενέργεια  
η εν δυνάμει ικανότητα του συστήματος να  
παράγει έργο

**Η δυναμική ενέργεια ανήκει στο σύστημα «σώμα – Γη»  
όχι στο σώμα**

**Από πιο επίπεδο μετράμε τη δυναμική ενέργεια;**

**Αυθαίρετο επίπεδο αναφοράς , όπου  $U = 0$**

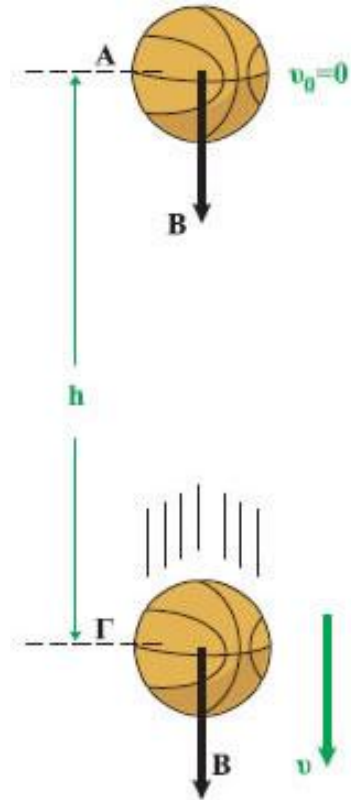
## Πτώση σώματος

Δυναμική ενέργεια  $\rightarrow$  κινητική ενέργεια

$$U \rightarrow K$$

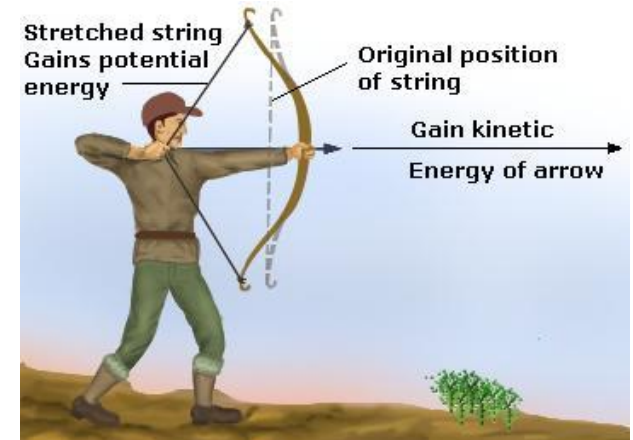
$$U = K$$

$$mgh = \frac{1}{2} m v^2$$

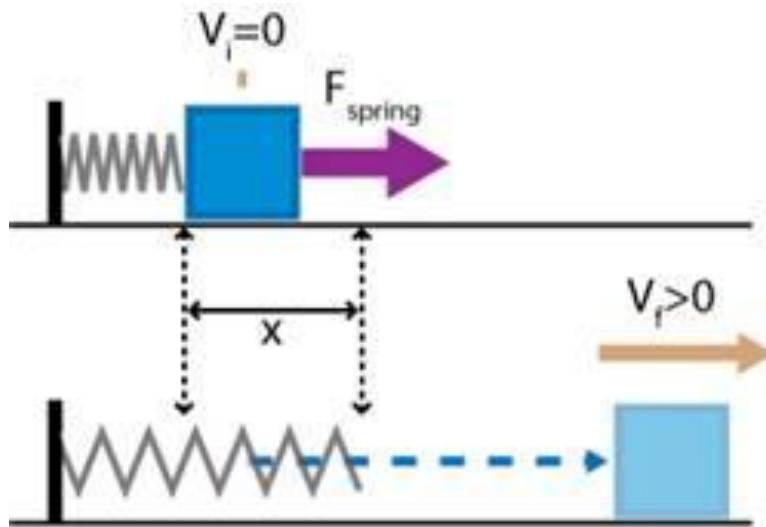


# Άλλες μορφές δυναμικής ενέργειας

- Ελαστική δυναμική ενέργεια



## δυναμική ενέργεια ελατηρίου



$$KE_i = 0$$
$$PE_i = \frac{1}{2}kx^2$$

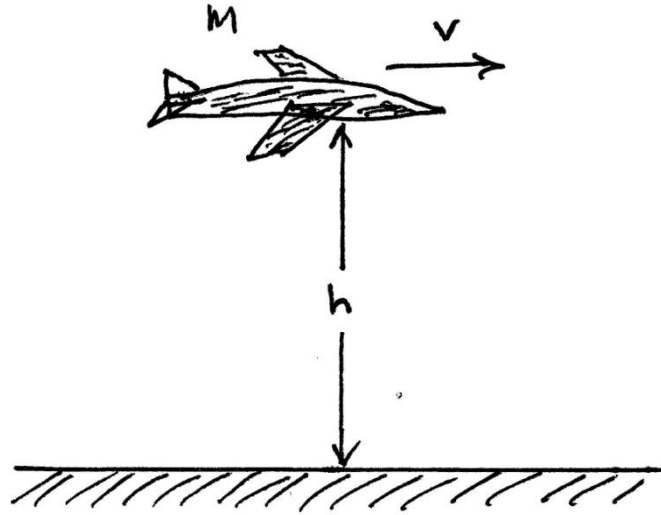
$$KE_f = \frac{1}{2}mv_f^2$$
$$PE_f = 0$$

# Μηχανική ενέργεια

$$U = mgh$$

$$K = \frac{1}{2} mv^2$$

$$E_M = U + K = mgh + \frac{1}{2} mv^2$$



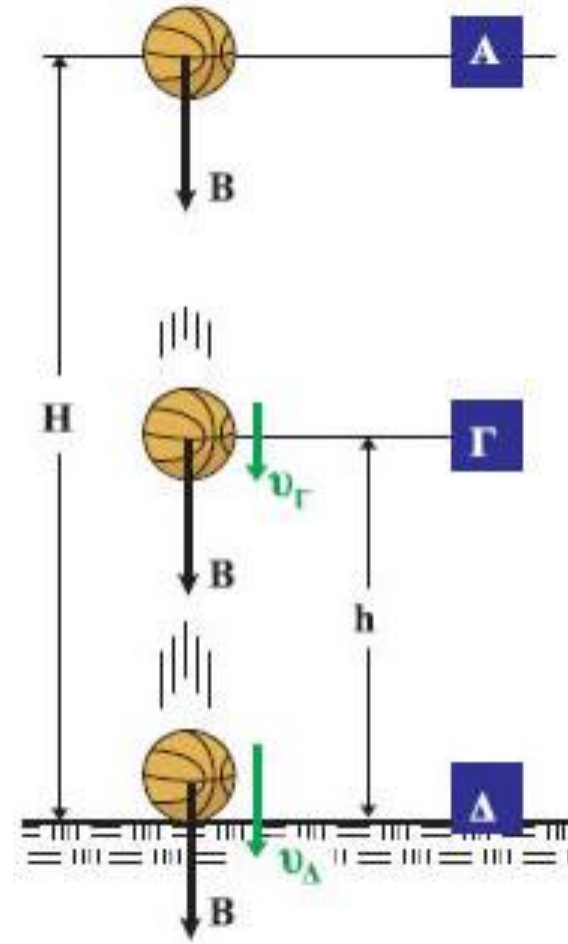
Μηχανική ενέργεια = δυναμική ενέργεια + κινητική ενέργεια

# Πτώση σώματος

$$E_M = mgh + 0$$

$$E_M = mgh + \frac{1}{2} m v_{\Gamma}^2$$

$$E_M = 0 + \frac{1}{2} m v_{\Delta}^2$$



## Διατήρηση της μηχανικής ενέργειας

Η συνολική μηχανική ενέργεια του συστήματος διατηρείται σταθερή

εφ' όσον δεν υπάρχουν τριβές και αντίσταση του αέρα

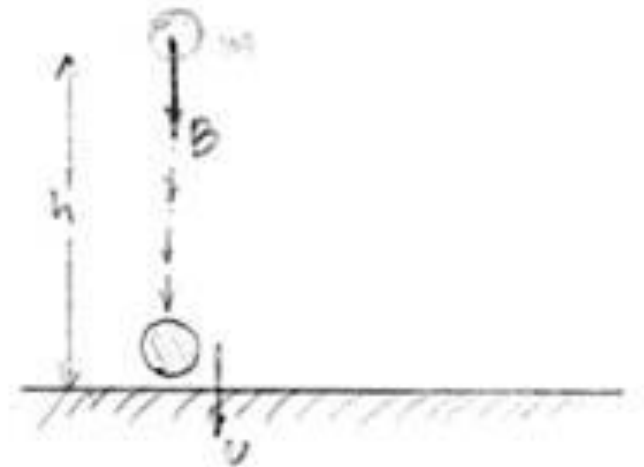
Αποδεικνύεται από τους νόμους της Δυναμικής

π.χ. στην ελεύθερη πτώση σώματος

έργο βάρους = παραγόμενη κινητική  
ενέργεια

$$mgh = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow$$

Αρχική μηχανική ενέργεια =  
= τελική μηχανική ενέργεια





# Ισχύς

ισχύς = ρυθμός παραγωγής έργου

μηχανή : μετατρέπει ενέργεια από μια μορφή σε άλλη ή στην ίδια μορφή (απλή μηχανή)



$$\text{ισχύς} = W_{\omega\phi.}/t$$

μονάδα :  $1\text{J/s} = 1\text{W}$  (βατ)

στις ηλεκτρικές συσκευές : ισχύς =  $W_{\delta\alpha\pi.}/t$

π.χ. μπλέντερ  $300\text{W}$  : καταναλώνει  $300\text{J}$  ανά δευτερόλεπτο

## Άλλες μονάδες ισχύος

$$1\text{kW} = 1000\text{W}$$

$$1\text{hp} = 746\text{W} \quad \text{βρετανικός ίππος}$$

$$\text{James Watt: } 1\text{hp} = 33.000\text{ft}\cdot\text{lb}/\text{min}$$

π.χ. αυτοκίνητο δίνει ισχύ 100hp

# Μεγάλη μονάδα ενέργειας

1kWh κιλοβατώρα

$$P = W/t \rightarrow W = P \cdot t$$

$$\text{Αν } P = 1\text{kW} = 1000\text{W} \text{ και } t = 1\text{h} \rightarrow W = 1\text{kWh}$$