

# ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

Θέρμη (Θερμότητα) + Δύναμη (Ισχύς) Θερμότητα  
↓  
Ισχύς

Επισήμη της ενέργειας

Τι είναι Ενέργεια;

Ικανότητα πραγματοποίησης αλλαγών

Η ενέργεια μπορεί να αλλάξει μορφή αλλά  
όχι να δημιουργηθεί ούτε να κατασραφεί.

(Αρχή Διατήρησης Ενέργειας)  
1<sup>ος</sup> Νόμος Θερμοδυναμικής  
Ποσότητα της ενέργειας

2<sup>ος</sup> Νόμος Θερμοδυναμικής  
Ποιότητα της ενέργειας

Οι πραγματικές διεργασίες λαμβάνουν χώρα  
στην κατεύθυνση της ελάττωσης της ποιότητας  
της ενέργειας.



Ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας  
υποβαθμίζεται καθώς μεταφέρεται  
από το ποτήρι στην αέρα

Κλασική Θερμодυναμική - Στατιστική Θερμодυναμική



Μακροσκοπική προσέγγιση που δεν απαιτεί τη γνώση της αμφοτεροπλευρικής συμπεριφοράς των μεμονωμένων σωματιδίων της ύλης



Μικροσκοπική προσέγγιση λεπτομερής, βασίζεται στη μέση συμπεριφορά ενός μεγάλου αριθμού σωματιδίων

Εφαρμογές Θερμодυναμικής

- Καθημερινότητα π.χ. οικιακός σούπερ θέρμανση, κλιματισμός, ψυγεία, χύτρα, βραστήρες
- Τεχνολογική εφαρμογή μεγάλης κλίμακας π.χ. Κινητήρια Μονάδες παραγωγής ενέργειας
- Φυσικά φαινόμενα π.χ. Υδρολογικός κύκλος
- Ανθρώπινο σώμα Μετατροπή ενέργειας Αλλαγή θερμοκρασίας μάζας και ενέργειας.

# Μονάδες και Διαστάσεις

↓  
Φυσική ποσότητα, μέγεθος

Κάθε φυσική ποσότητα (διάσταση) έχει καθορισμένες μονάδες με τις οποίες μετράται.

## Κύριες ή θεμελιώδεις Διαστάσεις Μονάδα

Μήκος (l)	→	μέτρο (m)
Μάζα (m)	→	kg
Χρόνος (t)	→	s
Θερμότητα (T)	→	K
Ηχ. πείρα	→	A
Ποσότητα φωτός	→	cd
Ποσότητα ύλης	→	mol

## Δευτερεύουσες ή Παράγωγες Διαστάσεις

Ταχύτητα (v)	$v = \frac{s}{t} : \frac{m}{sec}$
Όγκος (V)	$V = l^3 : m^3$
Δύναμη (f)	$F = m \cdot a \quad 1N = 1kg \cdot \frac{m}{s^2}$

## Διεθνές σύστημα μονάδων (SI)

Αρχαίο σύστημα  $\left( \begin{array}{l} 1lbm = 0,45359 \text{ kg} \\ 1ft = 0,3048 \text{ m} \end{array} \right)$

Προθέματα μονάδων

$10^{12}$ :	T (Tera)	$10^{-1}$	d (deci)
$10^9$ :	G (Giga)	$10^{-2}$	c (centi)
$10^6$ :	M (Mega)	$10^{-3}$	m (milli)
$10^3$ :	K (kilo)	$10^{-6}$	$\mu$ (micro)
$10^2$ :	h (hecto)	$10^{-9}$	n (nano)
$10^1$ :	da (deka)	$10^{-12}$	p (pico)

$\text{Πχ. } 10 \text{ mgr} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ gr} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$   
 $20 \text{ } \mu\text{gr} = 20 \cdot 10^{-6} \text{ gr} = 20 \cdot 10^{-9} \text{ kg}$   
 $300 \text{ nm} = 300 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 0,3 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 0,3 \text{ } \mu\text{m}$   
 $1 \text{ hPa} = 10^2 \text{ Pa}$

Βάρος — Μαζα  
 $W$  —  $m$   
 (Δυναμική) (Ποσότητα ύλης)  
 (N) (kg)  
 $W = m \cdot g$   
 $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Ειδικό βάρος — Πυκνότητα  
 $w = \frac{W}{V} = \frac{m \cdot g}{V} = \rho \cdot g$  —  $\rho = \frac{m}{V}$   
 $w \left( \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \right)$  —  $\rho \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$

# Έργο - Ενέργεια

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

(Joule)

$$1 \text{ kJ} = 1000 \text{ J}$$
$$1 \text{ kJ} \approx 1 \text{ Btu}$$

(1 Btu = 1,0550 kJ)

$$1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J}$$

Ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για άνοδο θερμοκρασίας 1g νερού από 14,5°C → 15°C

$$\text{Ισχύς: } 1 \text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

(Watt)

## Παραδείγματα

1. Ένα σχολείο πληρώνει 0,06 €/kWh για ηλεκτρικό ρεύμα. Εμφαδισιά ανεμογεννήτρια ονομαστικής ισχύος 30 kW. Υποθέστε ότι η Α/Γ λειτουργεί 2000 ώρες το χρόνο με την ονομαστική της ισχύ. Να προσδιορίσετε την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την Α/Γ σε ένα χρόνο και τα χρήματα που θα εξοικονομηθούν το σχολείο ανά έτος.

$$E = P \cdot t \quad (\text{Ενέργεια} = \text{Ισχύς} \times \text{Χρόνος})$$

$$E = 30 \text{ kW} \cdot 2000 \text{ h} = 60.000 \text{ kWh} \quad \text{— Ποσότητα J είναι αυτή η ενέργεια;}$$

Ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων: 60.000 kWh · 0,06 €/kWh = 3600 €

2. Θεωρήστε τη ροή αέρα σε μια ανεμογεννήτρια, οι πτέρυγες της οποίας σαρώνουν μια επιφάνεια διαμέτρου D (σε m). Η μέση ταχύτητα του ανέμου είναι v (σε m/s). Με βάση τις μονάδες των εμπλεκόμενων φυσικών μεγεθών, να αποδείξετε ότι η παροχή αέρας μάζας, π (σε kg/s) μέσω της περιοχής σάρωσης, είναι ανάλογη της πυκνότητας του αέρα (ρ<sub>αερ</sub>), της ταχύτητας του ανέμου (v) και του τετραγώνου της διαμέτρου της περιοχής σάρωσης (D<sup>2</sup>).

$$\pi \propto \rho_{\text{αερ}} \cdot v \cdot D^2 \quad \leftarrow \text{Ζητάμε να αποδειχθεί}$$
$$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \text{m}^2 = \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad \text{που είναι όπως μονάδες παροχής αέρας μάζας}$$

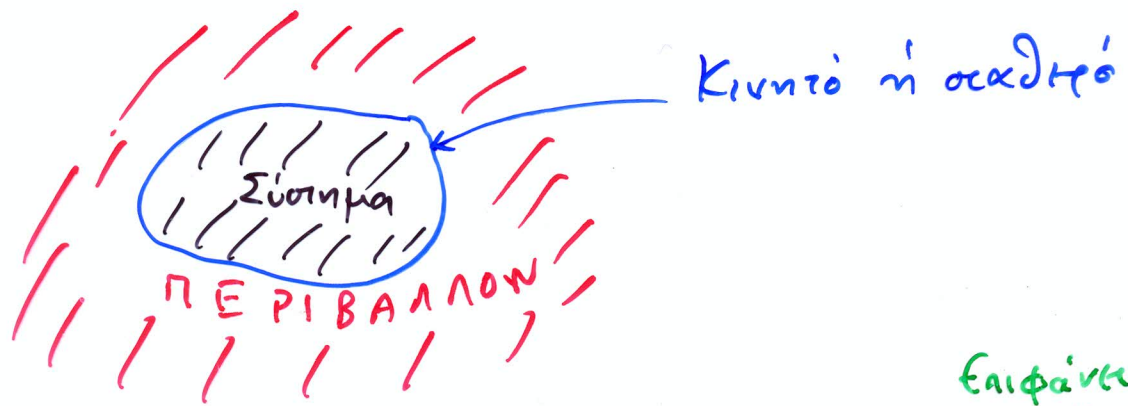
# Ανοικτά και κλειστά συστήματα

## Θερμodynamικό σύστημα ή ούστημα

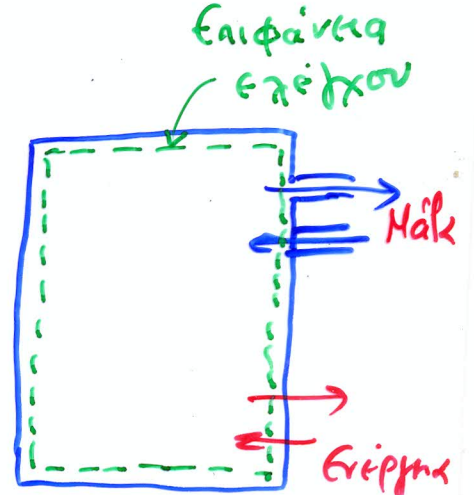
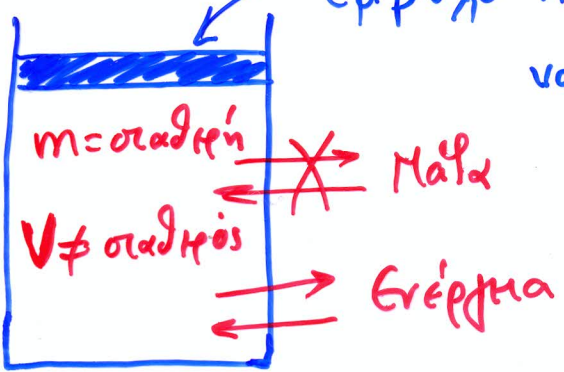
Μία ποσότητα ύλης ή μία περιοχή στο χώρο που έχει επιλεγεί για μελέτη

### Περιβάλλον

### Όριο ή οριακή επιφάνεια



Έμβολο που μπορεί να μετακινείται



Κλειστό σύστημα  
(Μάζα ελέγχου)

Ανοικτό σύστημα  
(Όγκος ελέγχου)

Απομονωμένο ή μόνωμένο  
(Ούτε ενέργεια διαπερνάει τις οριακές επιφάνειες)

## ΠΡΟΣΟΧΗ

Ακριβής καθορισμός ουσίας διαφορετικής θερμodynamικής σχέσης για ανοικτά και κλειστά συστήματα

# ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Θερμική, Μηχανική, Κινητική, Δυναμική, Ηλεκτρική,  
Μαγνητική, Χημική, Πυρηνική

Ολική ενέργεια  $E$  (J)

Ενέργεια ανά μονάδα μάζας  $e = \frac{E}{m}$  (J/kg)

Ασχολούμαστε με μεταβολές της  $E$  (ΔΕ) και  
όχι με την απόλυτη τιμή της.

Η ΔΕ είναι ανεξάρτητη του συστήματος αναφοράς

Δύο κατηγορίες μορφών ενέργειας

## Μακροσκοπική

π.χ. Δυναμική, κινητική  
is υπέχει ένα σύστημα στο  
ύνοχό του και συνδέεται  
μ' ένα εξωτερικό σύστημα αναφοράς  
Κ.Ε.: Λόγω κίνησης ως προς  
ένα σύστημα αναφοράς  
ΔΕ: Λόγω υψομετρικής θέσης  
σ' ένα βαρυστικό πεδίο

## Μικροσκοπική

Συνδέεται με μοριακή δομή  
και κυματικότητα των μορίων  
ενός συστήματος  
Ανεξάρτητη από εξωτερικό  
σύστημα αναφοράς  
Εσωτερική ενέργεια -  $U$   
1807 - Thomas Young

$$E = U + KE + \Delta E = U + \frac{mV^2}{2} + mgh$$
$$e = u + ke + pe = u + \frac{v^2}{2} + gz$$

Στη θερμοδυναμική κατά καιρούς εξετάζουμε κλειστά συστήματα που δύν μεταβάλλουν την Κ.Ε. και την Δ.Ε. Στάσιμο σύστημα

Αρα  $\Delta E = \Delta U$

Μας ενδιαφέρουν μόνο οι μεταβολές της εσωτερικής ενέργειας.

Φυσική σημασία Εσωτερικής Ενέργειας

Άθροισμα κινητικών και δυναμικών ενεργιών των μορίων

- Κ.Ε. μεταφοράς μορίων
- Κ.Ε. περιστροφής μορίων
- Κ.Ε. δόνησης μορίων
- Κ.Ε. ηλεκτρονίων
- Στιν ηλεκτρονίων (Ιδιοπεριστροφή)
- Στιν πυρήνα



Σημαντική σε υψηλές θερμοκρασίες (αέριο)

Άθροισμα όλων των κινητικών ενεργιών των μορίων  $\Rightarrow$  **Αισθητή ενέργεια**  
Ανάλογη της θερμοκρασίας



## Λατάνουσα Ενέρεια

9

Είναι το κήμα της εσωτερικής ενέρειας που σχετίζεται με τη φάση (σρετή, υγρή, αέρια) ενός ουσιήματος

↓  
Εξαρτάται από τις δυνάμεις δεσμών ανάμεσα στα μόρια μιας ουσίας

Π.χ. Σ' ένα σρετό οι δυνάμεις αυτές είναι μεγαλύτερες από ότι σ' ένα υγρό ή αέριο

Αν δοθεί εσωτερική ενέρεια  $\Rightarrow$  Υπερνίκηση

δυνάμεων  $\Rightarrow$  Αλλαγή φάσης

(χημική σύσταση ουσιήματος δεν αλλάζει)

Τι εννοούμε;

## Χημική Ενέρεια ή Ενέρεια δεσμών

Συνδέεται με τους δεσμούς των ατόμων ενός μορίου  
Μεταβολή  $\cup$  λόγω κακαστροφής / δημιουργίας δεσμών κατά τη διάρκεια μιας χημικής ακτίδρασης

## Πυρηνική Ενέρεια

Δεσμοί στο εσωτερικό του πυρήνα  
p-p, n-n, p-n

# Στάσιμες μορφές ενέργειας

Περιέχονται ή αποθηκεύονται

## Δυναμική μορφή ενέργειας ή ενεργητική αλληλεπίδραση

Δεν μπορούν να αποθηκευθούν σ'ένα σύστημα

Εμφανίζονται στις ορισμένες επιφάνειες ενός συστήματος τη στιγμή που τις διαπερνούν και ταυτίζονται με το ποσό της ενέργειας που λαμβάνει ή αποβάλλει το σύστημα

Σε κλειστό σύστημα

Μεταφορά θερμότητας - Έργο

↓  
Κινητήρια δύναμη είναι η διαφορά θερμοκρασιών

Θερμική ενέργεια (όχι θερμότητα): Η λανθάνουσα + αισθητή ενέργεια

Η θερμότητα δεν αποθηκεύεται

