



# ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ Ι

## Ενότητα 2<sup>η</sup> - Α΄ ΜΕΡΟΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

Όνομα καθηγητή: **ΕΥΑΓΓΕΛΙΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ**

Τμήμα: **Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου**



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ





# ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

- Στόχος (1) Κατανόηση των εννοιών: θερμοκρασία, ενέργεια, έργο, θερμότητα, θερμοχωρητικότητα.



# ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

## ➤ ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ

Οι μακροσκοπικές ιδιότητες έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- ❑ Αφορούν όλη τη μάζα του συστήματος
- ❑ Είναι λίγες
- ❑ Γίνονται αντιληπτές λίγο πολύ από τις αισθήσεις μας
- ❑ Γενικά μπορούν να μετρηθούν με άμεσο τρόπο
- ❑ Δεν έχουν για αυτές γίνει ειδικές παραδοχές σχετικά με τη δομή της ύλης



# ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ(2)

## ➤ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ

Οι μικροσκοπικές ιδιότητες έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Αφορούν τα μόρια/ άτομα/ στοιχειώδη σωματίδια που απαρτίζουν την ύλη
- Πρέπει να καθορισθούν πολλές ποσότητες
- Αυτές οι ποσότητες δεν γίνονται αντιληπτές από τις αισθήσεις μας
- Δεν είναι μετρήσιμες
- Έχουν για αυτές γίνει ειδικές παραδοχές σχετικά με τη δομή της ύλης (π.χ. ότι υπάρχουν μόρια)



# ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Εισαγωγικά περί Θερμοδυναμικής

- Υπάρχουν 4 εμπειρικοί Νόμοι
- Ορολογία
  - ΣΥΣΤΗΜΑ. Διακρίνεται σε:
    - ➔ Απομονωμένο
    - ➔ Κλειστό
    - ➔ Ανοικτό
  - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
  - ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ. Μπορεί να είναι πραγματικά ή φανταστικά. Διακρίνονται σε:
    - Αδιαβατικά
    - Διαθερμικά



## ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ (2)

- ΟΙ ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΚΡΙΝΟΝΤΑΙ ΣΕ:
  - ❑ Εκτατικές (π.χ.  $m$ ,  $E$ ,  $V$ )
  - ❑ Εντατικές (π.χ.  $T$ ,  $\rho$ )
- ΦΑΣΗ
- ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΚΡΙΝΟΝΤΑΙ ΣΕ:
  - ❑ Ομογενή
  - ❑ Ετερογενή
- ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ
- ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ
- ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



# ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ (3)

## ➤ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.

Διακρίνεται σε:

- Κυκλική
- Ισόθερμη
- Αδιαβατική
- Ισοβαρής
- Ισόχωρη

## ➤ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ.

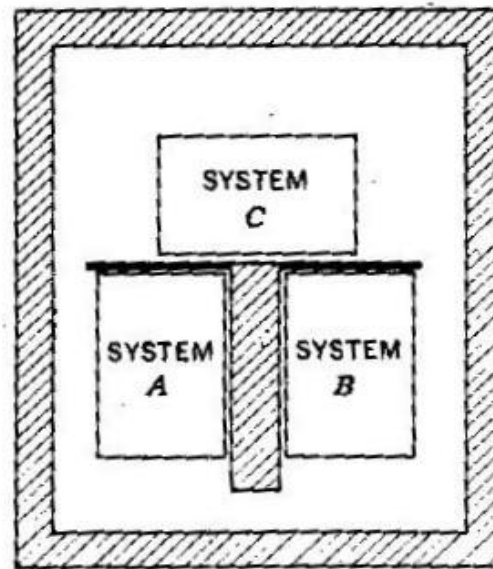
Διακρίνονται σε:

- Αντιστρεπτές
- Μη αντιστρεπτές



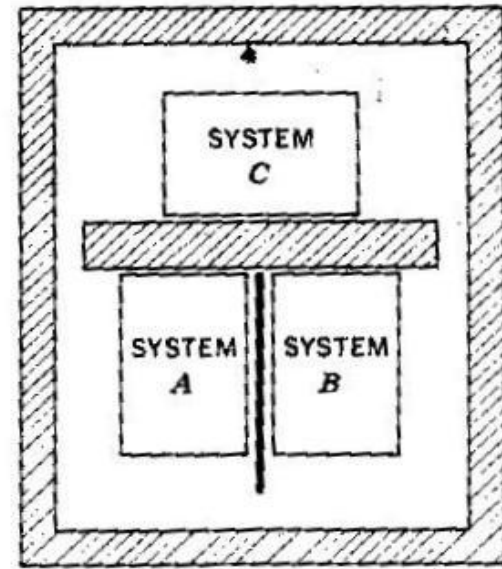
# ΜΗΔΕΝΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

- « Εάν δύο σώματα A και B, το ένα χωριστά από το άλλο, βρίσκονται σε επαφή και θερμική ισορροπία με ένα τρίτο σώμα Γ, τότε τα A και B όταν τοποθετηθούν μαζί θα βρίσκονται επίσης σε αμοιβαία θερμική ισορροπία »



If *A* and *B* are each in thermal equilibrium with *C*, then

(a)



*A* and *B* are in thermal equilibrium with each other

(b)





# ΜΗΔΕΝΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ(2)

- Εισάγει την έννοια της θερμοκρασίας
- Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται τα θερμόμετρα
- Θερμομετρική ιδιότητα, θερμομετρικές σχέσεις, θερμομετρικές κλίμακες

Θερμόμετρο	Ιδιότητα
Υδραργύρου	Μήκος
Αερίου (σταθερός όγκος)	Πίεση
Θερμοζεύγος (σταθερή τάση)	Διαφορά δυναμικού
Ατμών ηλίου	Πίεση
Ηλεκτρικής αντίστασης	Ηλεκτρική αντίσταση



# ΠΡΩΤΟΣ ΝΟΜΟΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

## ➤ ΕΡΓΟ

□ Μηχανικό:  $dw = f ds$

□ Εκτόνωσης:

$$dw = PdV \Rightarrow w = \int_1^2 PdV = \int_1^2 \frac{nRT}{V} dV = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = 2,303nRT \log \frac{V_2}{V_1}$$

## ➤ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

□ Η χημική, μηχανική, ηλεκτρική κτλ ενέργεια μπορεί να μετατραπεί πλήρως σε θερμική, όχι όμως και το αντίστροφο

□ Η συνολική ενέργεια είναι το άθροισμα της Εξωτερικής (= μηχανική και δυναμική ενέργεια συνόλου) και της Εσωτερικής ενέργειας (= ενέργεια για περιστροφή, ταλάντωση, μεταφορά και αλληλεπιδράσεις μορίων)



# ΠΡΩΤΟΣ ΝΟΜΟΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ(2)

- Ο 1<sup>ος</sup> νόμος έχει πολλές εκφράσεις:
  - ❑ Η ενέργεια ούτε δημιουργείται ούτε καταστρέφεται, μόνο μετατρέπεται από τη μια μορφή στην άλλη.
  - ❑ Όταν μια ποσότητα μιας μορφής ενέργειας εξαφανίζεται, μια ισοδύναμη ποσότητα κάποιας άλλης μορφής ενέργειας εμφανίζεται.
  - ❑ Η συνολική ενέργεια ενός συστήματος και του περιβάλλοντος του παραμένει σταθερή.



# ΠΡΩΤΟΣ ΝΟΜΟΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ(3)

- Ο 1<sup>ος</sup> νόμος έχει πολλές εκφράσεις (συνέχεια):
  - ❑ Η ενέργεια του σύμπαντος παραμένει σταθερή.
  - ❑ Το αλγεβρικό άθροισμα όλων των μεταβολών ενέργειας που λαμβάνουν χώρα σε ένα απομονωμένο σύστημα είναι μηδέν.
  - ❑ Είναι αδύνατο να κατασκευαστεί μια μηχανή συνεχούς κίνησης η οποία να μπορεί να παράγει έργο χωρίς ταυτόχρονη εξαφάνιση ενός ισοδύναμου ποσού ενέργειας.



# ΠΡΩΤΟΣ ΝΟΜΟΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ(4)

➤ Ο 1<sup>ος</sup> Νόμος μαθηματικά εκφράζεται ως εξής:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = q - w$$

Όπου:

- $\Delta U$  η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας, είναι μετρήσιμη
- $q$  η θερμότητα που εισέρχεται (+) ή εκλύεται (-) από το σύστημα
- $w$  το έργο που εκτελείται (+) ή προσφέρεται (-) στο σύστημα



# ΤΥΠΟΙ ΠΟΥ ΙΣΧΥΟΥΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

- Ισόχωρη:  $\Delta U = q_v$
- Αδιαβατική:  $q = 0$  άρα  $\Delta U = w$
- Ισοβαρής:  $\Delta U = q - w \Rightarrow U_2 - U_1 = q_p - P(V_2 - V_1) \Rightarrow$   
 $q_p = (U_2 + PV_2) - (U_1 + PV_1) \Rightarrow q_p = H_2 - H_1 = \Delta H$



# ΤΥΠΟΙ ΠΟΥ ΙΣΧΥΟΥΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ(2)

- Ορίζεται η ενθαλπία
- Η ενθαλπία συνδέεται με τη θερμότητα που εκλύεται ή απορροφάται σε μια χημική αντίδραση και πιο συγκεκριμένα όταν  $\Delta H > 0$  η αντίδραση είναι ενδόθερμη ενώ για  $\Delta H < 0$  εξώθερμη
- Όταν στην αντίδραση συμμετέχουν υγρά ή στερεά,  $\Delta V \rightarrow 0$  και άρα  $\Delta H \approx \Delta U$
- Όταν στην αντίδραση συμμετέχουν αέρια τα οποία θεωρώ ιδανικά, και άρα  $\Delta H = \Delta U + P \Delta V = \Delta U + P(RT\Delta n/P) \Rightarrow \Delta H = \Delta U + RT\Delta n$
- Υπό σταθερή πίεση  $q_p = q_v + P\Delta V$



# ΤΡΟΠΟΙ ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ

1 mol ΙΔΑΝΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΕ  
ΣΥΝΘΗΚΕΣ  $P_1, V_1, T_1$

➤ Ισόθερμη:  $\Delta U=0$  άρα  $q=w$

➤ Αδιαβατική:  $q=0$  άρα  $\Delta U=w$

➤ Ισοβαρής:  $\Delta H = q_p = \Delta U + P\Delta V$   
 $P\Delta V = R\Delta T$   
 $\Delta E_{κιν} = \Delta U = 3R\Delta T/2$  }  $q_p = 3R\Delta T/2 + R\Delta T = 5R\Delta T/2$





# ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ

$$C = \frac{dQ}{dT} \quad \text{ή για γραμμομοριακή ποσότητα} \quad c = \frac{C}{n}$$

Χρησιμοποιούνται οι παρακάτω εκφράσεις:

$$\text{Υπό σταθερή πίεση: } C_p = \left( \frac{dQ}{dT} \right)_p \quad \text{ή} \quad c_p = \frac{C_p}{n}$$

και

$$\text{Υπό σταθερό όγκο: } C_v = \left( \frac{dQ}{dT} \right)_v \quad \text{ή} \quad c_v = \frac{C_v}{n}$$



# ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ(2)

➤ Για ιδανικό αέριο ισχύει  $c_p - c_v = R$

➤ Για αδιαβατική εκτόνωση ισχύει

$$PV^\gamma = \text{σταθερό} \quad \text{και} \quad \gamma = c_p / c_v$$



# ΕΠΙΛΥΣΗ ΑΠΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΩΝ



# ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

- θερμοκρασία
- ενέργεια
- έργο
- θερμοχωρητικότητα
- μηδενικός Νόμος Θερμοδυναμικής
- πρώτος Νόμος Θερμοδυναμικής



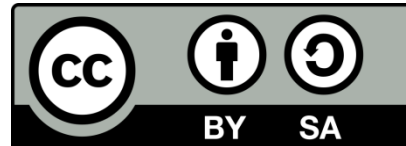
# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ❑ Γιαννακουδάκης, Δ.Α. & Γιαννακουδάκης, Π.Δ. (1996) Επίτομη Φυσικοχημεία, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- ❑ Κατσάνος, Ν.Α. (1999) Φυσικοχημεία: Βασική θεώρηση, Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα.
- ❑ Καραϊσκάκης, Γ. (1995) Φυσικοχημεία, Εκδόσεις Τραυλός-Κωσταράκη, Αθήνα.
- ❑ Atkins, P.W. (1986) Physical Chemistry, Oxford University Press.
- ❑ Zemansky, M.W. & Dittman, R.H. (1987) Heat and thermodynamics, McGraw-Hill International Editions.



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



# Σημείωμα Αναφοράς

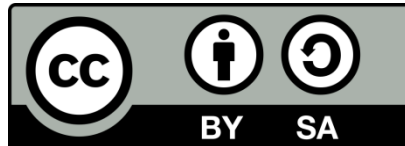
Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2014. Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Ευαγγελίου Βασιλική. «Φυσικοχημεία Τροφίμων Ι». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDFSHN101/>





# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων, π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
  - το Σημείωμα Αδειοδότησης
  - τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
  - το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)
- μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.