

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΩΤΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΤΗΝ ΨΥΞΗ

ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΟΥΣ

ΜΗΚΟΣ:



m, dm, cm, mm

Μέτρο, δέκατο, εκατοστό, χιλιοστό

$$1\text{m} = 100\text{ cm} = 1000\text{ mm}$$

$$1\text{ cm} = 10\text{ mm}$$

$$1\text{ mm} = 0,1\text{ cm} = 0,001\text{ m}$$

(Π.χ. : $2,56\text{ m} = 256\text{ cm} = 2560\text{mm}$ $36\text{ mm} = 3,6\text{ cm} = 0,036\text{ m}$)

Στο Αγγλοσαξονικό σύστημα: ft (πόδι) , in (ίντσα)

$$1\text{ ft} = 12\text{ in} = 2,54\text{ cm}$$

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ:



m², dm², cm², mm²

$$1\text{ cm}^2 = (10*10) = 100\text{ mm}^2$$

$$1\text{ m}^2 = 100*100 = 10000\text{ cm}^2$$

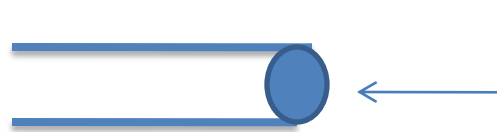
$$1\text{ mm}^2 = (0,1*0,1) = 0,01\text{ cm}^2$$

$$1\text{ cm}^2 = (0,01*0,01) = 0,0001\text{ m}^2$$

(Π.χ. : $52\text{ mm}^2 = 0,52\text{ cm}^2 = 0,00052\text{ m}^2$) ($35,6\text{ cm}^2 = 0,0356\text{ m}^2$)

Στο Αγγλοσαξονικό σύστημα: ft² (τετραγωνικό πόδι) , in² (τετραγ. ίντσα)

Σωληνώσεις: Η **τομή** στην επιφάνεια τους ονομάζεται **διατομή**



ΟΓΚΟΣ



m^3 , dm^3 , cm^3 , mm^3

$$1 \text{ cm}^3 = (10 \cdot 10 \cdot 10) = \mathbf{1000 \text{ mm}^3}$$

$$1 \text{ m}^3 = 100 \cdot 100 \cdot 100 = \mathbf{1000000 \text{ cm}^3}$$

$$1 \text{ mm}^3 = (0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,1) = \mathbf{0,001 \text{ cm}^3}$$

$$1 \text{ cm}^3 = (0,01 \cdot 0,01 \cdot 0,01) = \mathbf{0,000001 \text{ m}^3}$$

ΧΡΟΝΟΣ



Ώρα(h)
λεπτά(min)
δευτερόλεπτα(s ή sec)

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min}$$
$$1 \text{ min} = 60 \text{ sec}$$

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ sec}$$

ΜΑΖΑ:



Χιλιόγραμμα ή κιλά (Kg) γραμμάρια (gr)

Στο Αγγλοσαξονικό σύστημα: lb (λίμπρες)

ΔΥΝΑΜΗ:  Nt(νιούτον)

Στο Αγγλοσαξονικό σύστημα: lbf (λίμπρα δύναμης)

ΠΙΕΣΗ

$$P = \frac{F}{A}$$

F : Δύναμη σε Nt

A: επιφάνεια σε m²

 Πίεση σε Nt/m² ή Pa

Μια άλλη πολύ διαδεδομένη μονάδα πίεσης είναι το 1 bar, που είναι περίπου η κανονική ατμοσφαιρική πίεση ($\approx 1 \text{ atm}$). [Η μονάδα Pa είναι πολύ μικρή. Το 1 bar ισούται με 100.000 Pa=100 kPa].

Στο Αγγλοσαξονικό Σύστημα: 1 psi = 1 lbf/in² (λίβρα δύναμης ανά τετραγωνική ίντσα).

$$1 \text{ bar} = 14,5 \text{ psi} = 10000 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MPa}$$

Μανόμετρα

Μανόμετρα είναι τα όργανα που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της πίεσης των αερίων ή των υγρών μιας ψυκτικής εγκατάστασης.

Μεταλλικά (Bourdon)

Υδραργυρικά

Ηλεκτρονικά

- ➔ Απόλυτη πίεση ($P_{απ}$): Η ολική ή πραγματική πίεση ενός ρευστού
- ➔ Μανομετρική πίεση (P_g): : Η πίεση ενός ρευστού που δείχνει το μανόμετρο

Τα μανόμετρα βαθμολογούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε: να δείχνουν **μηδέν** όταν η πίεση είναι η ατμοσφαιρική ($P_{ατ}$) = 1 Atm ή 1 bar

Δηλαδή αν το μανόμετρο δείχνει πχ 5 bar η απόλυτη πίεση του ρευστού είναι 5+1=6 bar

$$P_{απ} = P_{ατ} + P_g$$

→ **Πίεση κενού ή κενό** = πίεση μικρότερη της ατμοσφαιρικής (<1 atm ή 1 bar)

Αν το μανόμετρο μετρά κενό, δηλαδή P_g μικρότερη της ατμοσφαιρικής πίεσης $P_{ατ}$ (1 atm ή 1 bar) τότε η απόλυτη πίεση $P_{απ}$ είναι:

$$P_{απ} = P_{ατ} - P_g$$

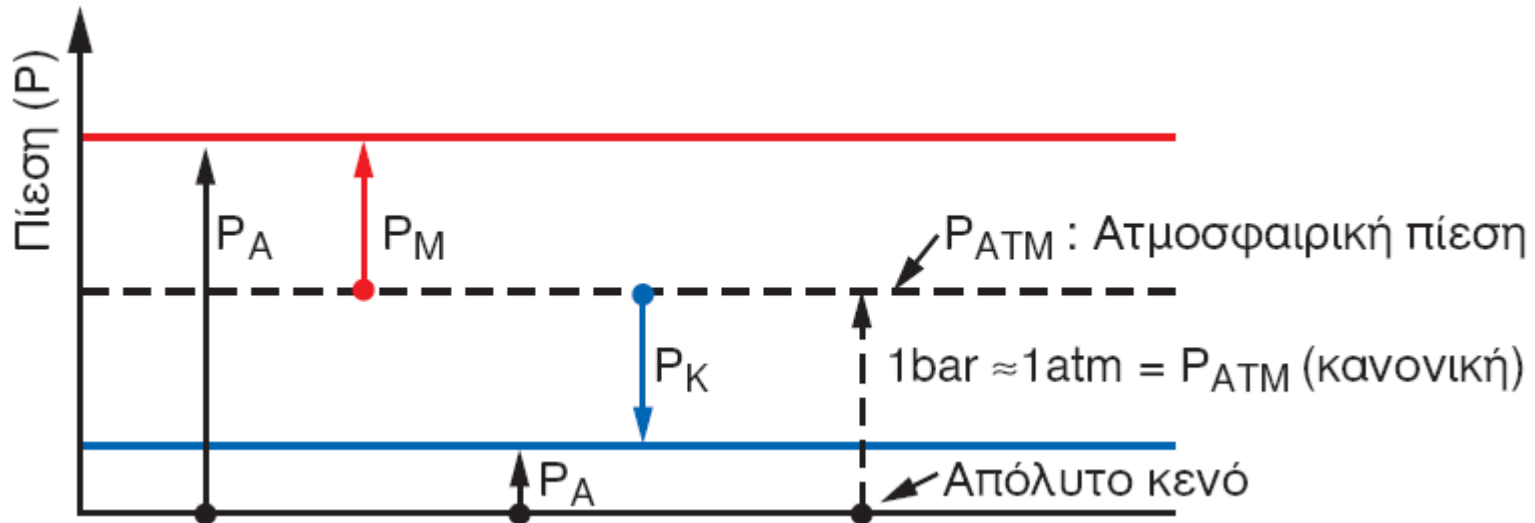
{ Πχ : αν το μανόμετρο μετρά κενό 0.8 bar η απόλυτη πίεση είναι: $1 - 0,8 = 0,2\text{bar}$ }

P_{ATM} : ατμοσφαιρική πίεση

P_M : μανομετρική (σχετική) πίεση (μανόμετρο)

P_K : πίεση κενού (κενόμετρο)

P_A : απόλυτη πίεση

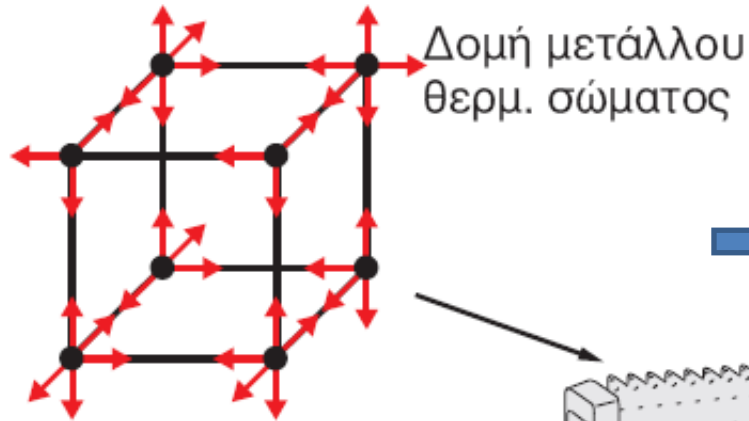


1. $P_A > P_M \quad \Rightarrow \quad P_M = P_A - P_{ATM} \quad \acute{\eta} \quad P_A = P_{ATM} + P_M$

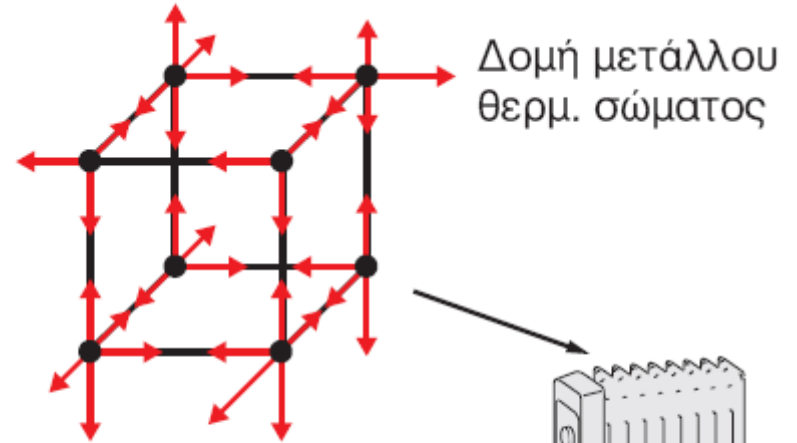
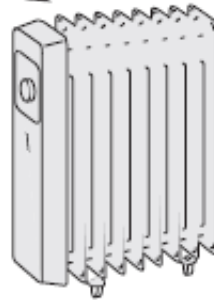
2. $P_A < P_M \quad \Rightarrow \quad P_K = P_{ATM} - P_A \quad \acute{\eta} \quad P_A = P_{ATM} - P_K$

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

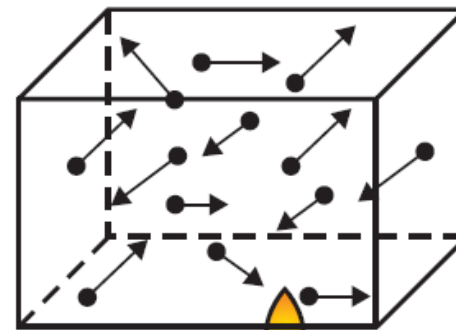
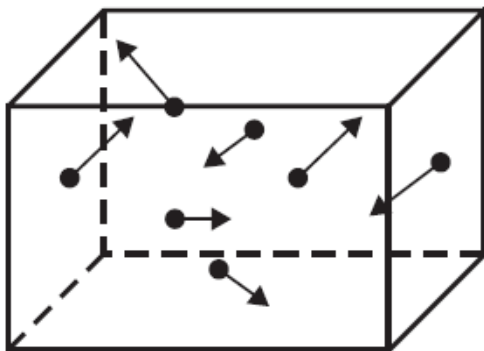
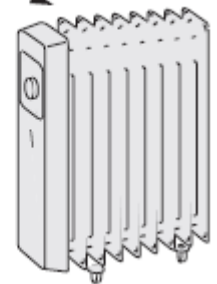
Κάθε σώμα εμπεριέχει μια θερμική (εσωτερική) ενέργεια μέσα στη μάζα του

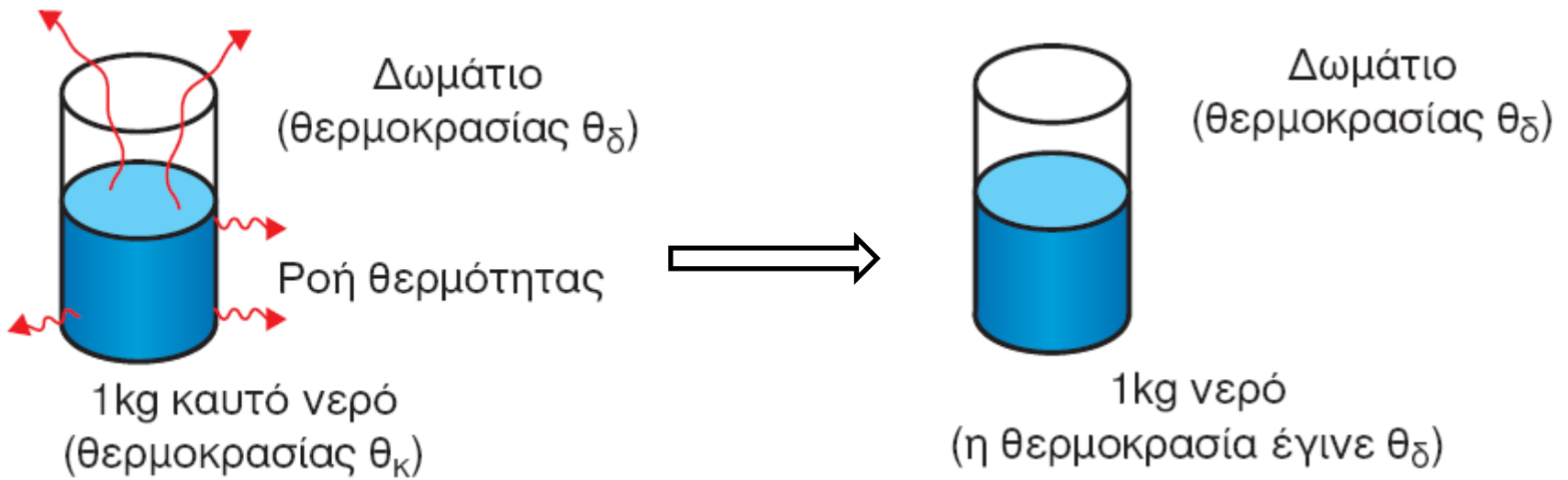


Θερμ. σώμα (κρύο)

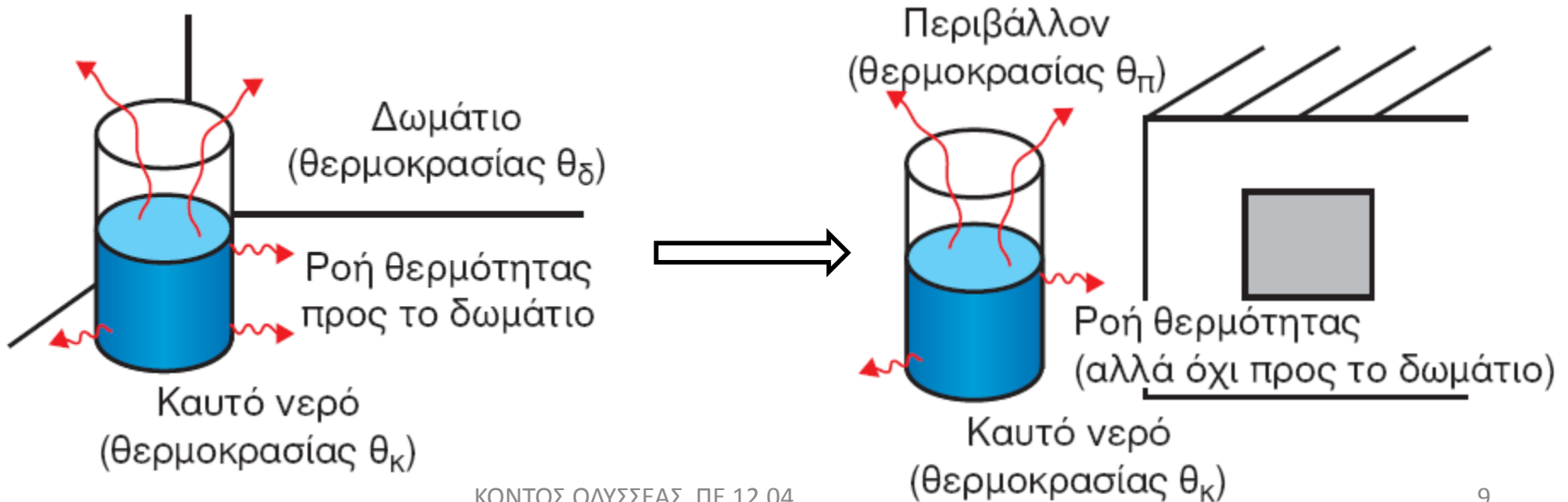


Θερμ. σώμα (ζεστό)

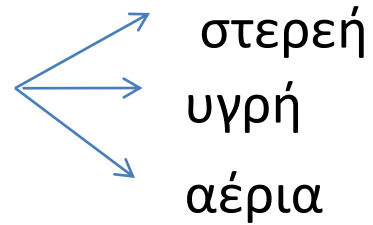




Θερμότητα = Ροή θερμικής ενέργειας από το ζεστό στο κρύο

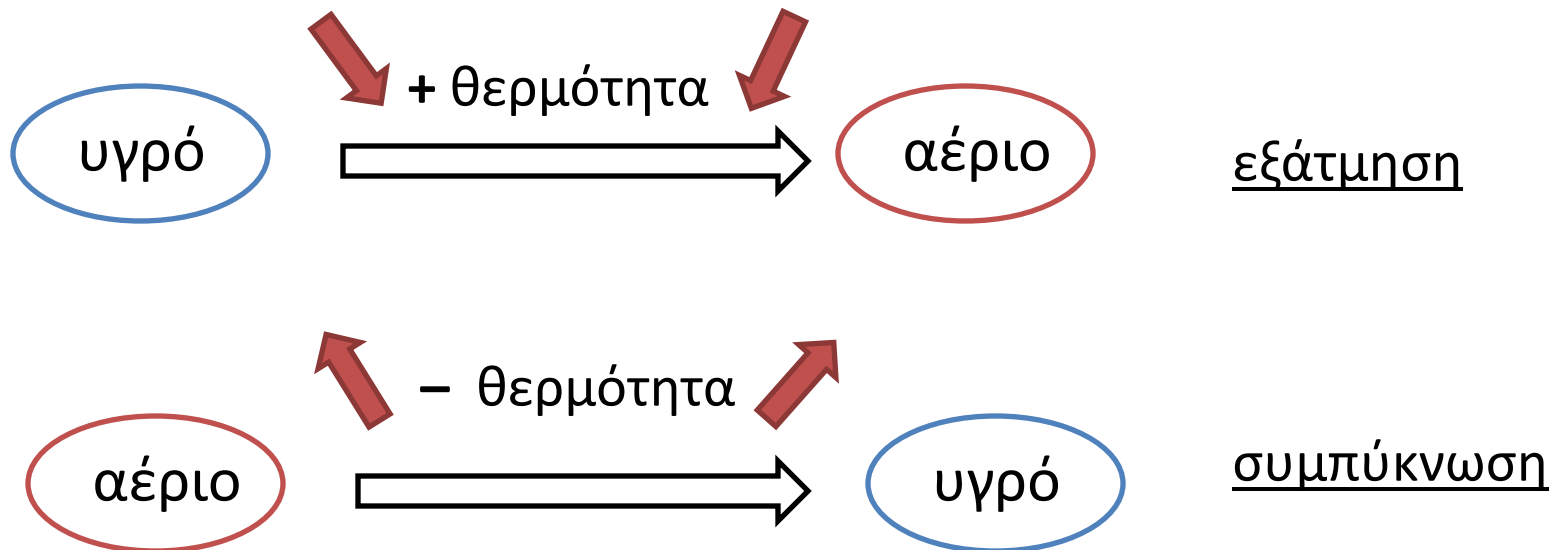


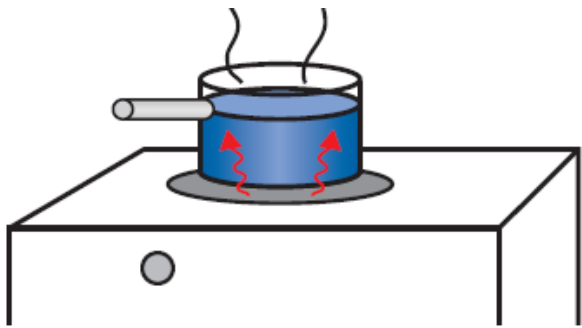
Φάση: η κατάσταση που βρίσκεται ένα σώμα



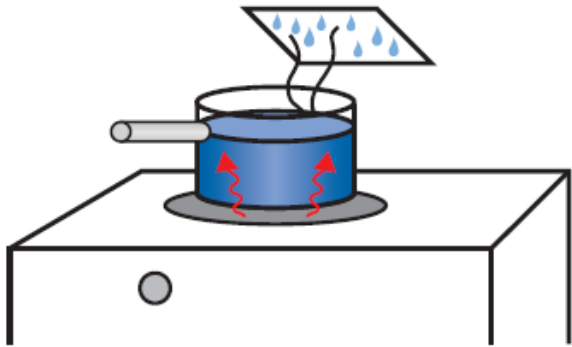
Εμάς μας ενδιαφέρει περισσότερο η υγρή και η αέρια φάση. Το σώμα που βρίσκεται σε μια από τις δύο αυτές φάσεις θα το λέμε **ρευστό**.

Μεταβολές φάσεων





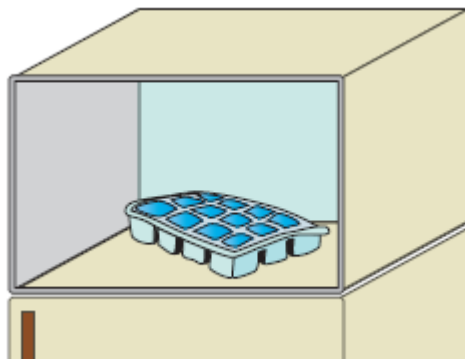
Ατμοποίηση ή
εξάτμηση
(υγρό → αέριο)



Συμπύκνωση
(αέριο → υγρό)



Τήξη
(στερεό → υγρό)



Πήξη
(υγρό → στερεό)

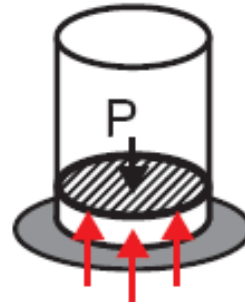
Ροή Θερμότητας

Κλειστό δοχείο
Σταθερός όγκος



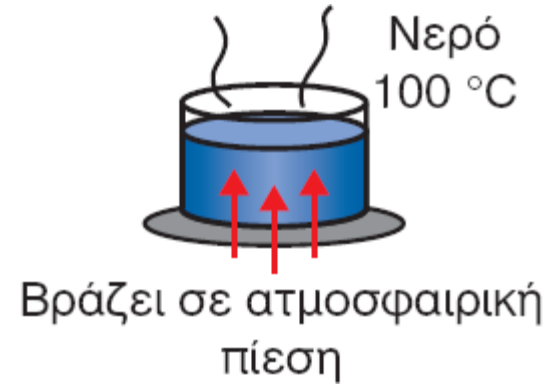
ισόχωρη

Σταθερή πίεση



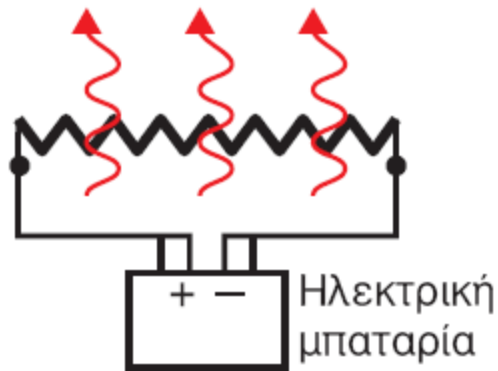
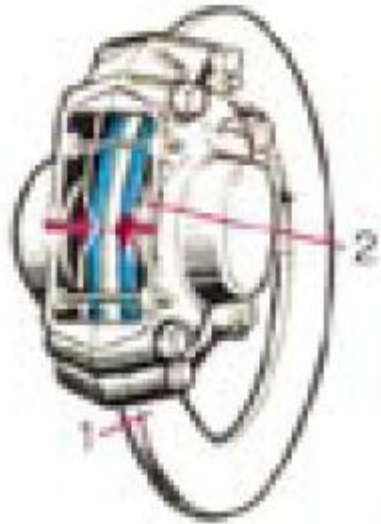
ισοβαρής

Σταθερή θερμοκρασία

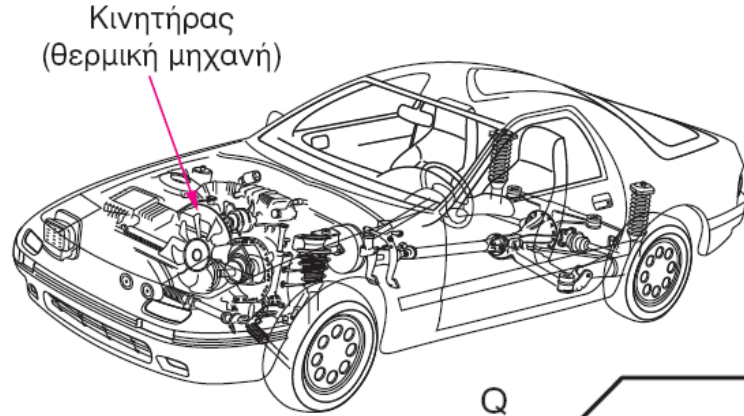


ισοθερμοκρασιακή

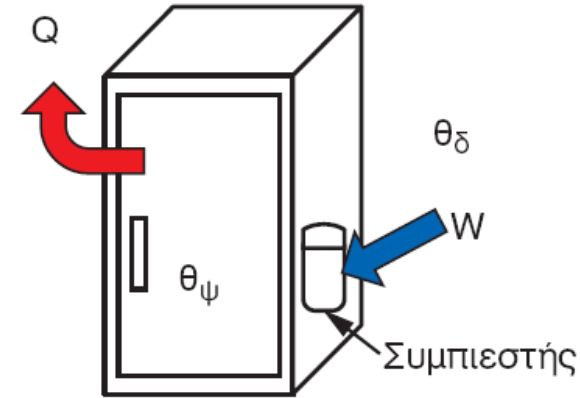
Μετατροπές ενέργειας σε θερμότητα



Μετατροπές θερμότητας
σε άλλες μορφές ενέργειας

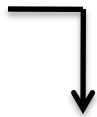


Μεταφορά θερμότητας από χαμηλές σε
ψηλές θερμοκρασίες



Σύμβολο θερμότητας: **Q**

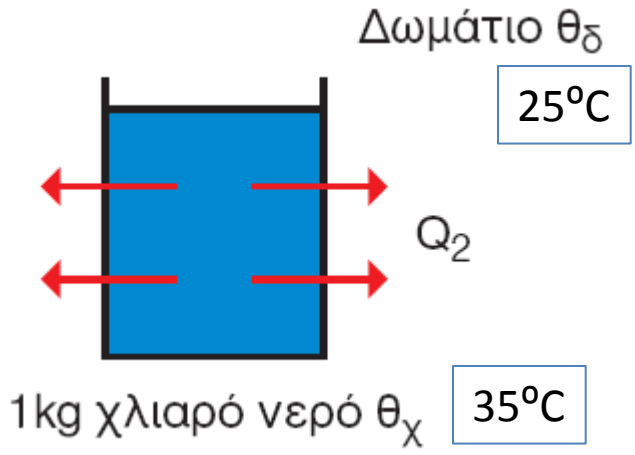
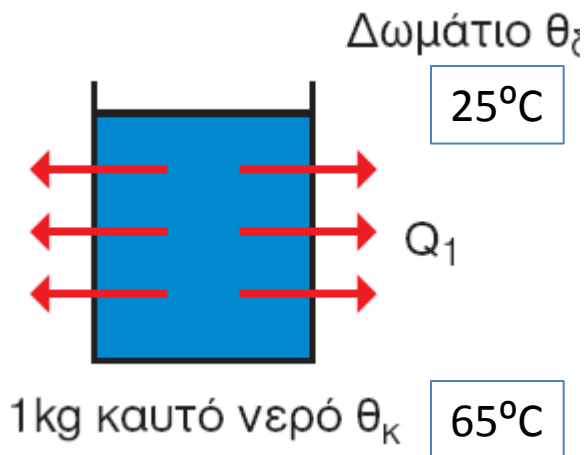
Μονάδες μέτρησης:



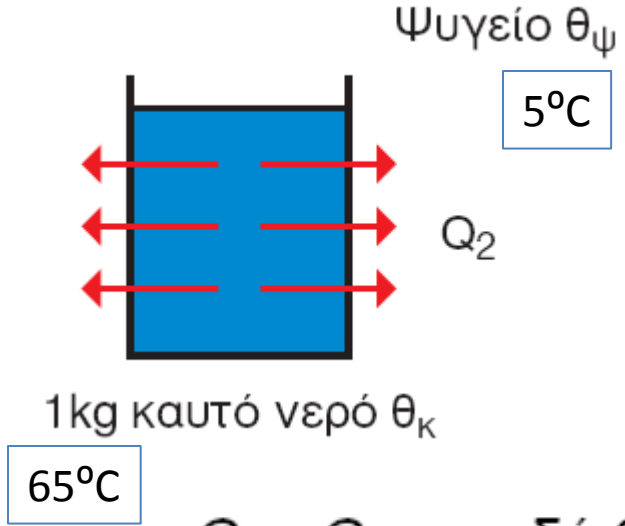
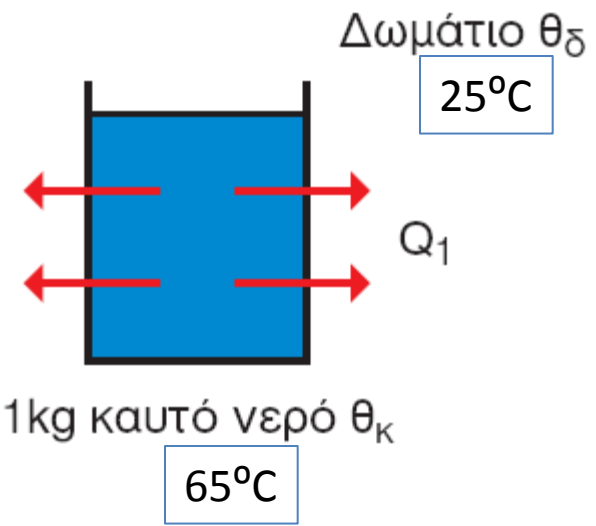
- **kcal** (χιλιοθερμίδα)
- **J** (τζάουλ) , **kJ** (κιλοτζάουλ)
- **Btu** (μπι-τι-γιου)

$$1 \text{ kcal} \approx 4187 \text{ J} \approx 4 \text{ Btu}$$

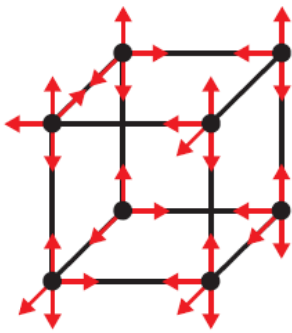
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ



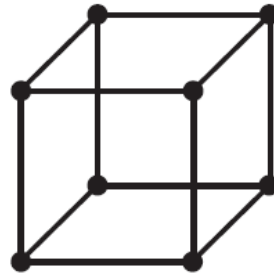
$Q_2 < Q_1$ επειδή $\theta_{\chi} - \theta_{\delta} < \theta_{\kappa} - \theta_{\delta}$



$Q_2 > Q_1$ επειδή $\theta_{\kappa} - \theta_{\psi} > \theta_{\kappa} - \theta_{\delta}$



θερμοκρασία T



θερμοκρασία 0 K

- $^{\circ}\text{C}$ \Rightarrow Βαθμοί Κελσίου
- $^{\circ}\text{K}$ \Rightarrow Βαθμοί Κέλβιν
- $^{\circ}\text{F}$ \Rightarrow Βαθμοί Φαρενάιτ

$K = 273 + ^{\circ}\text{C}$	και	$^{\circ}\text{C} = K - 273$
$^{\circ}\text{C} = \frac{(^{\circ}\text{F} - 32)}{1,8}$	και	$^{\circ}\text{F} = 1,8 \cdot ^{\circ}\text{C} + 32$

ΠΡΟΣΟΧΗ!!!

δωμάτιο : 30°C
 εξωτερικό περιβάλλον: 10°C \Rightarrow διαφορά $\Delta\theta = 30 - 10 = 20^{\circ}\text{C}$

δωμάτιο : 30°C
 εξωτερικό περιβάλλον: -5°C \Rightarrow διαφορά $\Delta\theta = 30 - (-5) = 35^{\circ}\text{C}!!!$

ΕΝΘΑΛΠΙΑ

Με απλά λόγια μπορούμε να πούμε ότι η ΕΝΘΑΛΠΙΑ δηλώνει το ποσό της θερμικής ενέργειας που είναι διαθέσιμη από κάθε σώμα σε κάποια κατάσταση, ξεκινώντας τη μέτρηση από ένα σημείο που ορίζεται αυθαίρετα ότι έχει τιμή 0 και που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη κατάσταση του σώματος.

Σύμβολο: H

Μονάδες μέτρησης:

- **kcal** (χιλιοθερμίδα)
- **J** (τζάουλ) , **kJ** (κιλοτζάουλ)
- **Btu** (μπι-τι-γιου)

- **Ειδική ενθαλπία** = ενθαλπία ανά μονάδα μάζας (1 kg)
- Σύμβολο: **h**
- Μονάδες: kcal/kg , J/kg , Btu/kg

ένα σώμα μάζας m θα έχει (ολική) ενθαλπία $H = m \cdot h$

$$H = U + PV$$

ενθαλπία

εσωτερική (θερμική)
ενέργεια

ενέργεια
έργου (πίεση x όγκος)

ΠΡΟΣΟΧΗ:

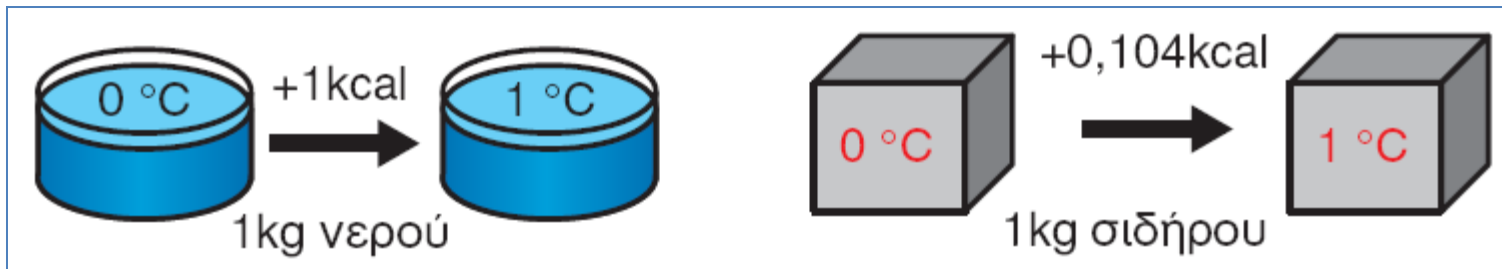
– Όταν μια ουσία αλλάζει φάση, τότε η ενθαλπία της μεταβάλλεται σημαντικά. Π.χ. όταν εξατμίζεται νερό (ή ένα ψυκτικό μέσο), η ενθαλπία του αυξάνεται και επομένως ο ατμός θα έχει μεγαλύτερη ενθαλπία από το αντίστοιχο υγρό ίσης θερμοκρασίας. Τα αντίστροφα ακριβώς ισχύουν στην περίπτωση της συμπύκνωσης υδρατμών (ή ατμών ψυκτικού μέσου).

ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ (ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ)

$$Q = m c (\theta_2 - \theta_1)$$

↓ ↓ ↓ ↓
θερμότητα μάζα διαφορά θερμοκρασιών ($\Delta\theta$)

Το μέγεθος **c** λέγεται **ειδική θερμότητα** (ή θερμοχωρητικότητα) του σώματος και η τιμή του δίνεται σε Πίνακες. Εκφράζει το ποσό θερμότητας που χρειάζεται η μονάδα μάζας (1 kg) του σώματος για να μεταβληθεί η θερμοκρασία του **κατά 1 K** (= κατά 1°C). [Εικόνα 1.23]



Μονάδες ειδικής θερμότητας: $\begin{cases} \text{kcal} / (\text{kg}^\circ \text{C}) \\ \text{J} / (\text{kg}^\circ \text{K}) \end{cases}$

Για το νερό (υγρό): $c = 1 \text{ J} / (\text{kg}^\circ \text{K})$

ΑΙΣΘΗΤΗ ΚΑΙ ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Αισθητή
Θερμότητα:
(q_s)

Η θερμότητα που προσδίδεται ή αφαιρείται από ένα σώμα με μεταβολή μόνο της θερμοκρασίας του (φάση = σταθερή)
 $Q = mc(\theta_2 - \theta_1)$

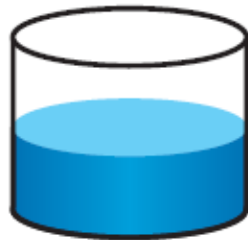
Λανθάνουσα
Θερμότητα:
(q_L)

Η θερμότητα που προσδίδεται ή αφαιρείται από ένα σώμα με μεταβολή μόνο της φάσης του και τη θερμοκρασία να παραμένει **σταθερή** σε όλη τη διεργασία

Αυτή η σταθερή θερμοκρασία είναι ορισμένη για κάθε σώμα και εξαρτάται από την πίεση στην οποία γίνεται η αλλαγή κατάστασης.

R - 22

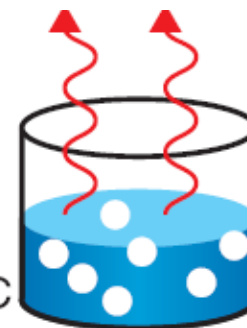
-40,8 °C



R - 22

$\theta_{εξ} = 20 \text{ °C}$

$\theta_{εξαιτ} = -40,8 \text{ °C}$



Στη θερμοκρασία αυτή και για ένα χρονικό διάστημα, συνυπάρχουν και οι δύο φάσεις του σώματος

Μονάδες λανθάνουσας θερμότητας:

Στο Τεχνικό Σύστημα (Τ.Σ.): 1 kcal/kg

Στο Διεθνές Σύστημα (S.I.): 1 J/kg

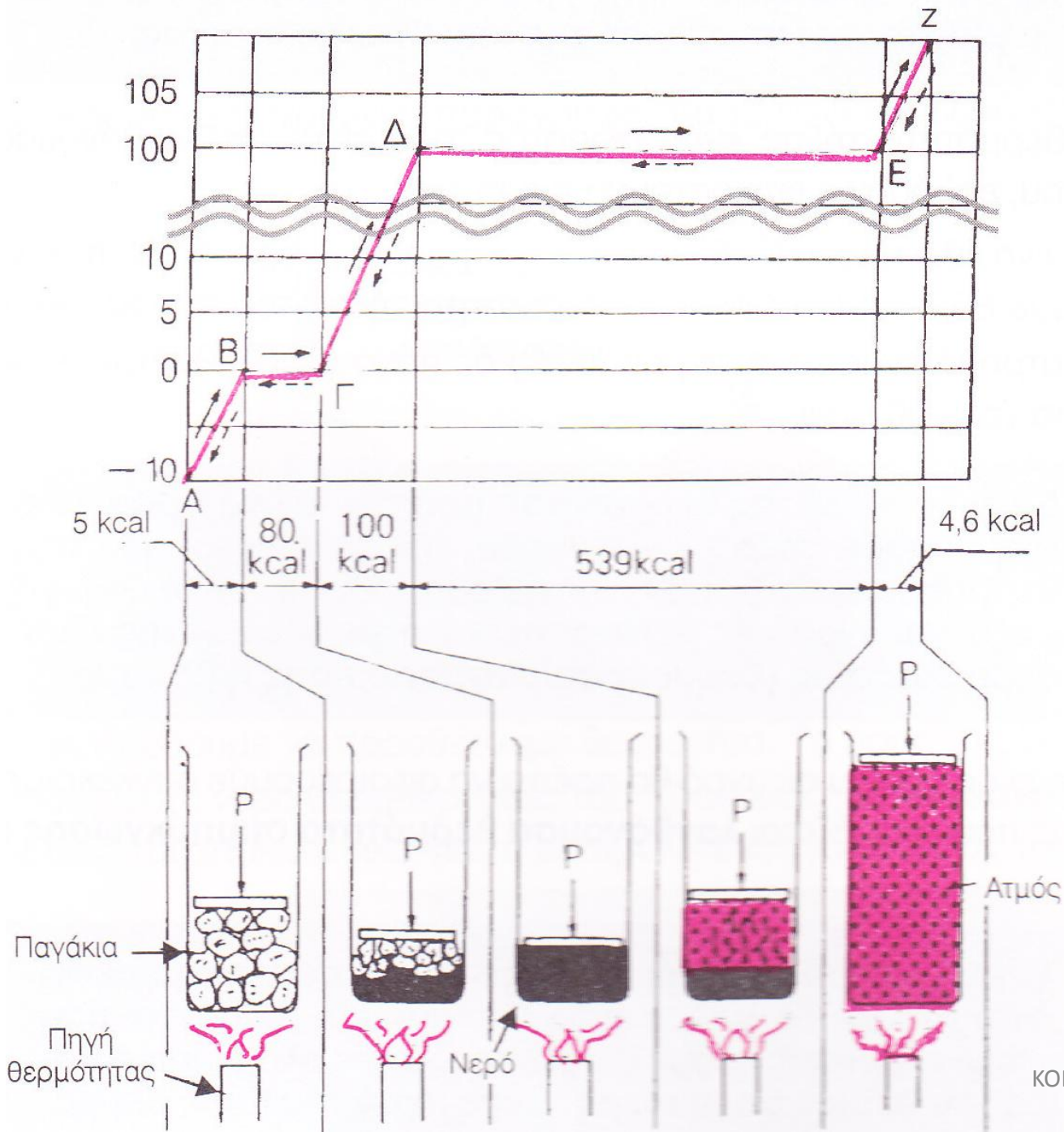
Στο Αγγλοσαξονικό Σύστημα: 1 Btu/lb



Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης = Λανθάνουσα θερμότητα συμπύκνωσης



Λανθάνουσα θερμότητα τήξης = Λανθάνουσα θερμότητα πήξης



Σε ποια ευθύγραμμα τμήματα έχω αισθητή και σε ποια λανθάνουσα θερμότητα στην διπλανή διεργασία ατμοποίησης;

Η σταθερή θερμοκρασία στην οποία γίνεται η εξάτμιση ή η συμπύκνωση είναι καθορισμένη υπό τη δεδομένη πίεση (λέγεται και **θερμοκρασία κορεσμού**).

Τρόποι ατμοποίησης

με εξάτμιση

με βρασμό (ψυκτικά μέσα)

Αύξηση πίεσης

Αύξηση θερμοκρασίας κορεσμού

Μείωση της λανθάνουσας θερμότητας

Μείωση πίεσης

Μείωση θερμοκρασίας κορεσμού

Αύξηση της λανθάνουσας θερμότητας

Σύμφωνα με τα παραπάνω, είναι δυνατό να έχουμε ένα υγρό σε μια **δεδομένη θερμοκρασία και να το κάνουμε να “βράσει” (να μετατραπεί σε αέριο), αλλά πρέπει να του ελαττώσουμε την πίεση.** Αντίστοιχα, είναι δυνατό να έχουμε ένα αέριο σε μια **δεδομένη θερμοκρασία, και να το κάνουμε να “συμπυκνωθεί” (να μετατραπεί σε υγρό) αλλά πρέπει να του αυξήσουμε την πίεση.**

Η πίεση στην οποία έχουμε εξάτμιση ή συμπύκνωση σε δεδομένη θερμοκρασία λέγεται και **πίεση κορεσμού.**

ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (ή ΡΥΘΜΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ)

Σύμβολο για τη θερμική ισχύ: \dot{Q} .

$$\dot{Q} = \frac{Q}{t}$$

όπου Q είναι η μεταδιδόμενη θερμότητα και t ο χρόνος που απαιτείται για να μεταδοθεί αυτή η θερμότητα.

Μονάδες θερμικής ισχύος:

Στο Τεχνικό Σύστημα (Τ.Σ.): 1 kcal/h

Στο Διεθνές Σύστημα (S.I.): 1 J/s = 1 W

Στο Αγγλοσαξονικό Σύστημα: 1 Btu/h

Μετατροπές μονάδων θερμικής ισχύος:

1 kcal/h \approx 1,163 W \approx 4 Btu/h

1 KW = 860 Kcal/h

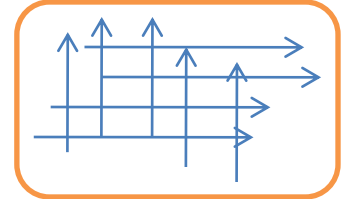
300W = 1000 Btu/h

ΕΝΤΡΟΠΙΑ

Η εντροπία είναι η παράμετρος της αταξίας στην ύλη ενός σώματος

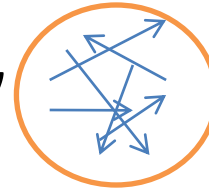
Μικρή εντροπία

→ τα μόρια κινούνται 'διατεταγμένα'



Μεγάλη εντροπία

→ άτακτη κίνηση μορίων



Σύμβολο για την εντροπία: S

Μονάδες μέτρησης εντροπίας: 1 J/K

Συνήθως μας ενδιαφέρει η εντροπία ανά μονάδα μάζας (π.χ. 1 kg).

Συμβολίζεται με s (μικρό) και μετρείται σε: $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$.

όλες οι πραγματικές διεργασίες σ' ένα απομονωμένο σύστημα συνοδεύονται από αύξηση της εντροπίας του ή το πολύ-πολύ από μη μεταβολή της.

ΕΙΔΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ

όγκος \longrightarrow m^3

Ειδικός όγκος \longrightarrow m^3/Kg

Ο ειδικός όγκος εκφράζει τον όγκο που καταλαμβάνει 1 Kg (μονάδα μάζας) του αερίου

Ο ειδικός όγκος είναι το αντίστροφο της πυκνότητας ρ

$$u = \frac{V}{m} = \frac{1}{\rho}$$

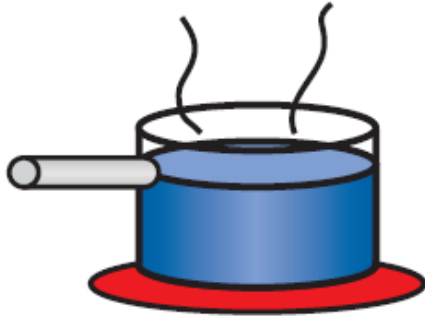
όπου V ο όγκος του αερίου και m η αντίστοιχη μάζα του.

Μονάδες ειδικού όγκου:

Στο Διεθνές Σύστημα (S.I.): $1 m^3/kg$

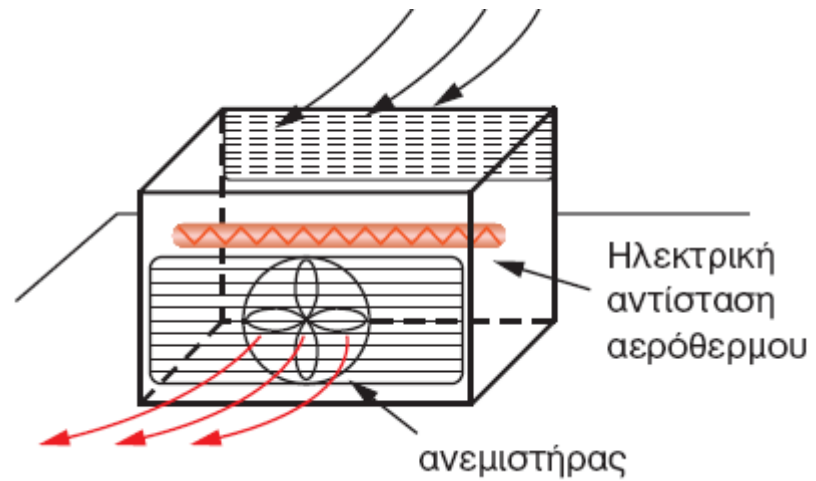
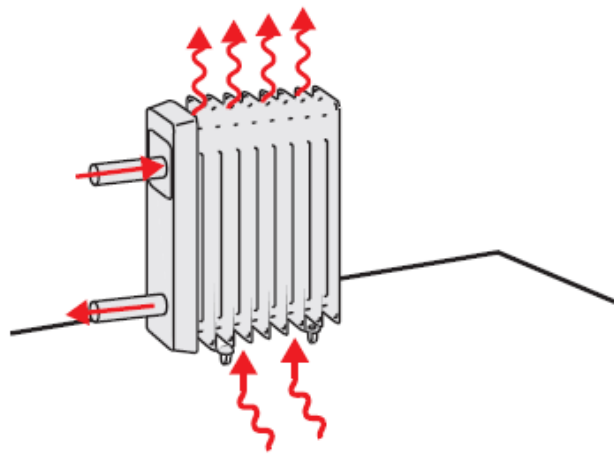
Στο Αγγλοσαξονικό Σύστημα: $1 ft^3/lb = 0,0625 m^3/kg$

ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ



Αγωγιμότητα

1ος τρόπος: Με αγωγή (φαινόμενο της αγωγιμότητας). Είναι η διάδοση (μεταφορά) θερμότητας από μόριο σε μόριο μέσα σ' ένα στερεό σώμα ή μεταξύ δυο στερεών που βρίσκονται σε απόλυτη επαφή μεταξύ τους ή σε ακίνητα υγρά και αέρια. [Εικόνες 1.28α,β]

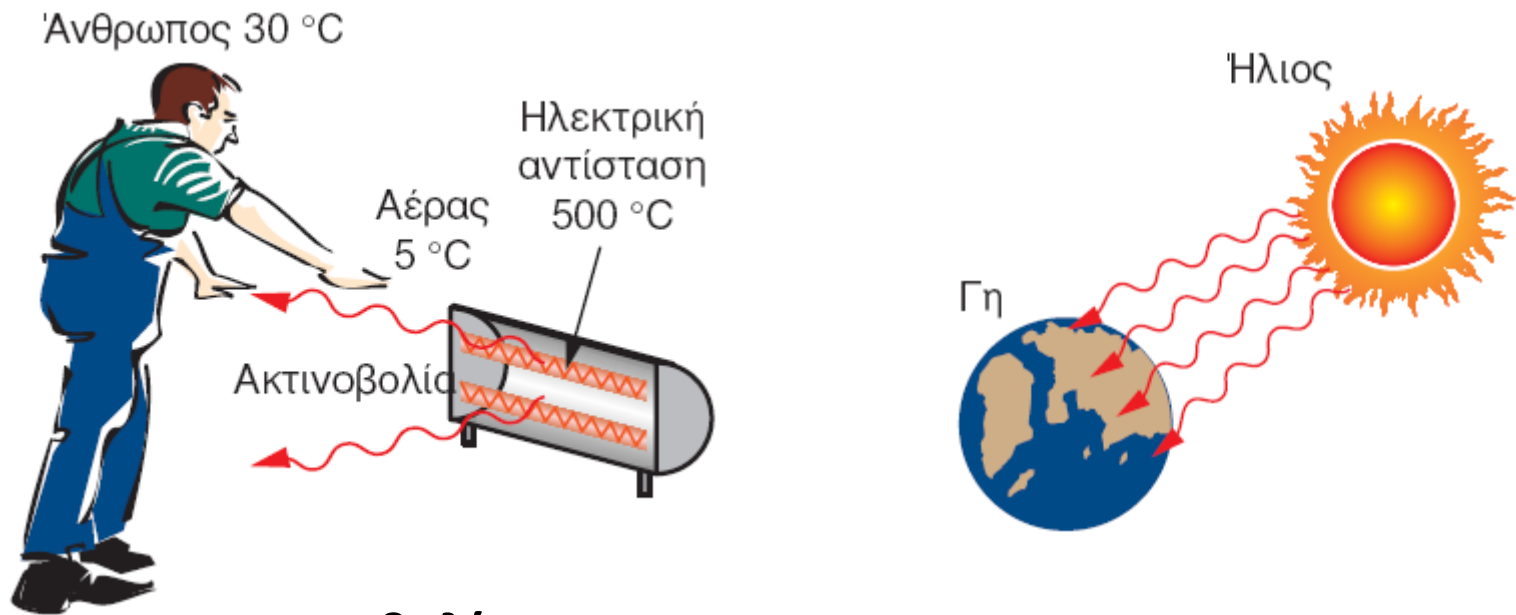


Μεταφορά

2ος τρόπος: Με συναγωγή (ή επαφή-μεταφορά), κατά την οποία η θερμότητα μεταδίδεται από την επιφάνεια ενός στερεού σώματος στη μάζα ενός ρευστού που κινείται ή αντίστροφα.

Για να επιτύχουμε μεγαλύτερους συντελεστές συναγωγής μπορούμε:

- Να αυξήσουμε την ταχύτητα του ρευστού
- Να κάνουμε τη ροή του ρευστού περισσότερο τυρβώδη (με στροβιλισμούς)



Ακτινοβολία

3ος τρόπος: Με ακτινοβολία, οπότε η θερμότητα εκπέμπεται και μεταδίδεται (μεταφέρεται) με ηλεκτρομαγνητικά κύματα, λόγω της θερμοκρασίας που έχει ένα σώμα. Για τη μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία δεν απαιτείται η ύπαρξη ύλης ή επαφή των σωμάτων. Με ακτινοβολία γίνεται η μεταφορά ενέργειας από τον ήλιο στη γη, στο κενό. [Εικόνα 1.30α]. Ακόμη με ακτινοβολία, διαμέσου του αέρα, γίνεται η μετάδοση θερμότητας από ένα σώμα σ' ένα άλλο ψυχρότερο, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία που έχει ο αέρας. [Εικόνα 1.30β].

Ικανότητα σώματος να
εκπέμπει
θερμική ακτινοβολία



Συντελεστής εκπομπής ϵ
(τιμές από 0 ως 1)

Ικανότητα σώματος να
απορροφά
θερμική ακτινοβολία

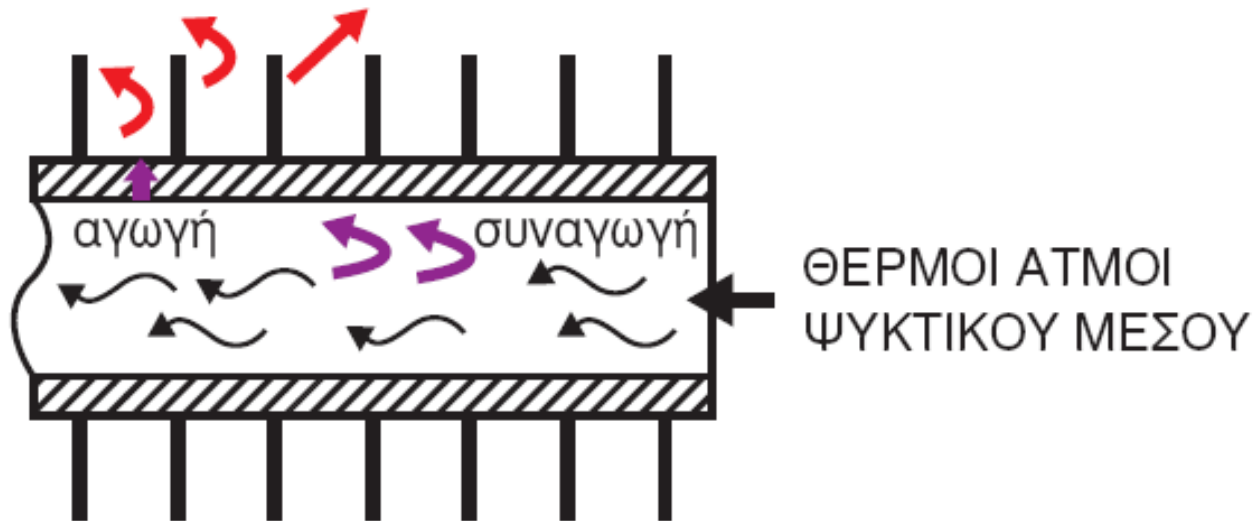


Συντελεστής απορρόφησης α
(τιμές από 0 ως 1)

Συνήθως, υλικά που είναι καλοί ακτινοβολητές (με μεγάλο ϵ) είναι και καλοί απορροφητές θερμικής ακτινοβολίας (έχουν και μεγάλο α).

ΑΕΡΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

συναγωγή + ακτινοβολία



Από τους θερμούς ατμούς του ψυκτικού μέσου, η θερμότητα μεταδίδεται:

- Προς την εσωτερική επιφάνεια του σωλήνα με συναγωγή.
- Μέσα στη μάζα του σωλήνα και στα πτερύγια με αγωγή.
- Από την επιφάνεια του σωλήνα και των πτερυγίων στον αέρα με συναγωγή αλλά και με θερμική ακτινοβολία (προς τα ψυχρά αντικείμενα του δωματίου)

Οι τρόποι μετάδοσης θερμότητας δεν είναι ανεξάρτητοι. Συνδυάζονται μεταξύ τους