



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

**ΑΝΟΙΚΤΑ** ακαδημαϊκά  
μαθήματα **ΠΠ**

ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ - ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

ΕΝΟΤΗΤΑ: **3α. ΕΝΕΡΓΕΙΑ – ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ –  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ**

ΟΝΟΜΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ: ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΦΩΤΙΑΔΗ

ΤΜΗΜΑ: Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών  
Πόρων

ΑΓΡΙΝΙΟ

# Άδειες Χρήσης

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



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη 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



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΦΩΤΙΑΔΗ

Επίκουρος Καθηγήτρια

του Τμήματος Διαχείρισης

Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων

 2641074156

 [afotiadi@upatras.gr](mailto:afotiadi@upatras.gr)

# Περί Ενέργειας

**Ενέργεια:** η ικανότητα να παραχθεί έργο

**Κινητική Ενέργεια**  
**Δυναμική Ενέργεια**

**Μονάδες ενέργειας:**

1 joule	(1 J = 1 N m)
1 cal	(1 cal = 4.184 J)
1 kWh	(1 kWh = $3.6 \times 10^6$ J)

**Στην περίπτωση της Ατμόσφαιρας:**

**Κινητική Ενέργεια:** Σχετίζεται με οριζόντιες Κινήσεις

**Δυναμική Ενέργεια:** Σχετίζεται με κατακόρυφες Κινήσεις

# Περί Ενέργειας - Κινητική Ενέργεια

Κινητική Ενέργεια: σχετίζεται με την κίνηση

**Μακροσκοπικό επίπεδο (κίνηση μακροσκοπικών μαζών)**: ο όρος κινητική ενέργεια αναφέρεται σε συγκεκριμένο τύπο κίνησης

**Μικροσκοπικό επίπεδο (κίνηση ατόμων και μορίων)**: σχετίζεται με τη θερμότητα και αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα της **εσωτερικής ενέργειας (Θερμική Ενέργεια)**

**Κίνηση των ηλεκτρονίων σ' ένα ηλεκτρικό κύκλωμα**: **ηλεκτρική ενέργεια**

**Κίνηση των φωτονίων του φωτός**: **Ακτινοβολία ή ακτινοβόλος ενέργεια**

Ένα μέτρο της μέσης **Κινητικής Ενέργειας** των **μορίων** ενός σώματος είναι η **Θερμοκρασία** του η οποία δείχνει πόσο γρήγορα κινούνται τα μόρια του και τα άτομα

Όσο πιο γρήγορα κινούνται τα μόρια και τα άτομα ενός σώματος τόσο πιο μεγάλη είναι η κινητική τους ενέργεια και τόσο πιο υψηλή είναι η θερμοκρασία του σώματος

# Περί Ενέργειας - Δυναμική Ενέργεια

Δυναμική Ενέργεια: σχετίζεται με τη θέση η οποία έχει το δυναμικό να δημιουργήσει κίνηση

Ενέργεια η οποία σχετίζεται με μάζα που βρίσκεται σε κάποιο ύψος πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας – Γεωδυναμική Ενέργεια: μπορεί να μετατραπεί σε κινητική ενέργεια πέφτοντας η μάζα προς το επίπεδο της επιφάνειας της θάλασσας (π.χ. Ηδροηλεκτρικά εργοστάσια)

Ενέργεια η οποία σχετίζεται με ελκτικές ή απωστικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων (Εσωτερική Δυναμική Ενέργεια): στα αέρια, τα μόρια τους θεωρείται ότι βρίσκονται αρκετά μακριά ώστε αλληλεπιδρούν μόνο όταν συγκρούονται

Ιδανικά αέρια: η εσωτερική τους ενέργεια είναι μόνο κινητική ενέργεια

Ενέργεια των δεσμών μεταξύ των ατόμων ενός μορίου (Χημική ενέργεια): μετατρέπεται σε κινητική ηλεκτρική ενέργεια μέσω των χημικών διαδικασιών (καύση, έκρηξη, μεταβολισμό) οι οποίες σπάνε τους δεσμούς

Ενέργεια η οποία σε επίπεδο Ατόμου συγκρατεί τα σωματίδια ώστε να συγκροτήσουν το άτομο (Ατομική Ενέργεια):

# Περί Ενέργειας - Μεταφορά Ενέργειας

**Ροή Ενέργειας:** Ενέργεια που διέρχεται κάθετα από μια μοναδιαία επιφάνεια στη μονάδα του χρόνου

Ενέργεια / μονάδα επιφάνειας / μονάδα του χρόνου

**Μονάδες:** 1 joule / m<sup>2</sup> /s (1 joule m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)

ή 1 Watt / m<sup>2</sup> (1 W m<sup>-2</sup>)



# Περί Ενέργειας - Θερμότητα

- **Θερμότητα:** είναι η μεταφορά θερμικής ενέργειας από ένα σώμα ή σύστημα σ' ένα άλλο λόγω διαφοράς της θερμοκρασίας τους. Η Θερμότητα μεταφέρεται από το θερμότερο προς το ψυχρότερο σώμα ή σύστημα και η μεταφορά συνεχίζεται μέχρι τα δύο σώματα βρεθούν σε θερμική ισορροπία, αποκτήσουν δηλ. την ίδια θερμοκρασία

- **Μονάδες Θερμότητας:** joule (J), cal, ...

- **Ειδική Θερμοχωρητικότητα:** είναι το ποσό της θερμότητας που χρειάζεται η μονάδα μάζας ενός σώματος για να αυξήσει τη θερμοκρασία του κατά ένα βαθμό ( $1^{\circ}\text{C}$ ).

- **Μονάδες Ειδικής Θερμοχωρητικότητας:**  $\text{J} / \text{Kg} / ^{\circ}\text{C}$ ), ή  $\text{J} / \text{g} / ^{\circ}\text{C}$

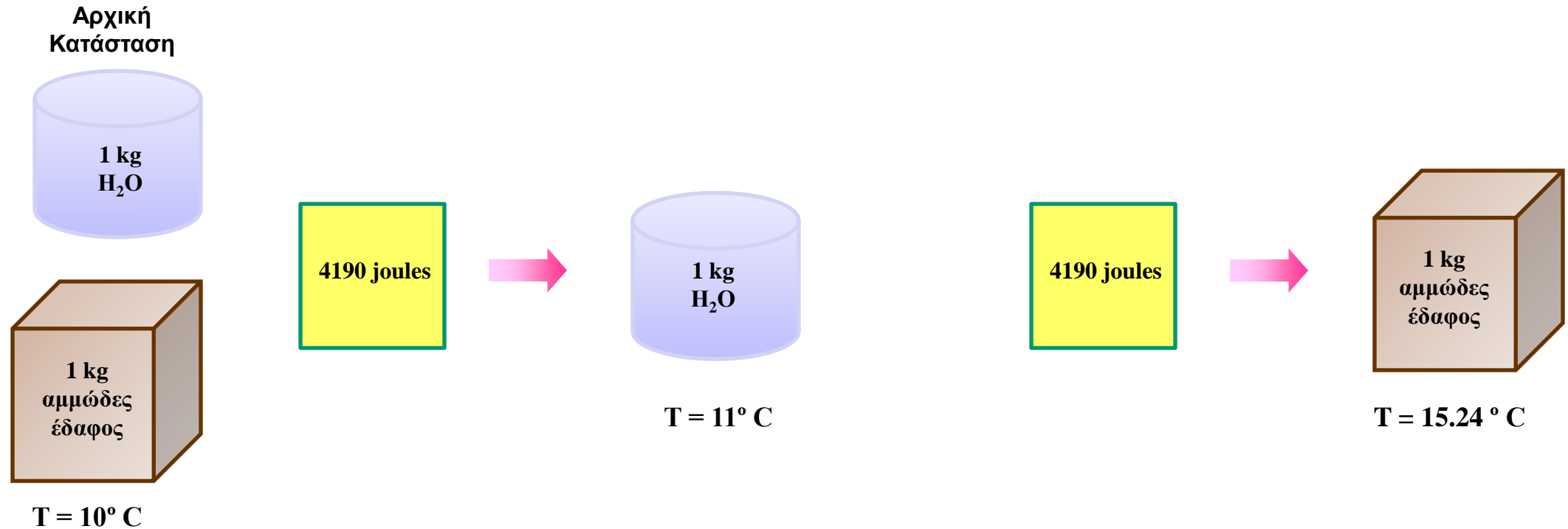
- Για τους Υδρατμούς και τα αέρια γενικότερα υπάρχουν δύο ορισμοί:

- ✓ Ειδική Θερμοχωρητικότητα σε σταθερή πίεση ( $C_p$ )

- ✓ Ειδική Θερμοχωρητικότητα σε σταθερό όγκο ( $C_v$ )

Ουσία	Ειδική Θερμότητα ( $\text{J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$ )
Νερό (καθαρό)	4186
Λάσπη	2512
Πάγος ( $0^{\circ}\text{C}$ )	2093
Αργιλώδες έδαφος	1381
Ξηρός αέρας (επιφάνεια θάλασσας)	1005
quartz sand	295
Γρανίτης	294

# Περί Ενέργειας - Θερμότητα



Πηγή: with the courtesy of E. Kodouli

Το νερό έχει μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα από το έδαφος (4 – 5 φορές μεγαλύτερη)

➡ η ξηρά θερμαίνεται και ψύχεται περισσότερο από τη θάλασσα

➡ η ξηρά θερμαίνεται και ψύχεται ταχύτερα από τη θάλασσα

# Περί Ενέργειας - Αισθητή Θερμότητα

• Οι μορφές με τις οποίες η θερμική ενέργεια (**Θερμότητα**) γίνεται αντιληπτή στο σύστημα Γη – Ατμόσφαιρα είναι:

- Αισθητή Θερμότητα
- Λανθάνουσα Θερμότητα

• Αισθητή Θερμότητα (H): είναι η Θερμότητα που εκλύεται ή απορροφάται από ένα σώμα όταν αλλάζει η θερμοκρασία του και η αλλαγή αυτή δεν συνοδεύεται από αλλαγή της κατάστασης του

$$H = m c \Delta T$$

# Περί Ενέργειας - Λανθάνουσα Θερμότητα

- **Λανθάνουσα Θερμότητα (LE):** είναι το ποσό της ενέργειας που εκλύεται ή απορροφάται από ένα σώμα ή ένα θερμοδυναμικό σύστημα όταν αλλάζει η κατάσταση του διατηρώντας όμως τη θερμοκρασία του σταθερή

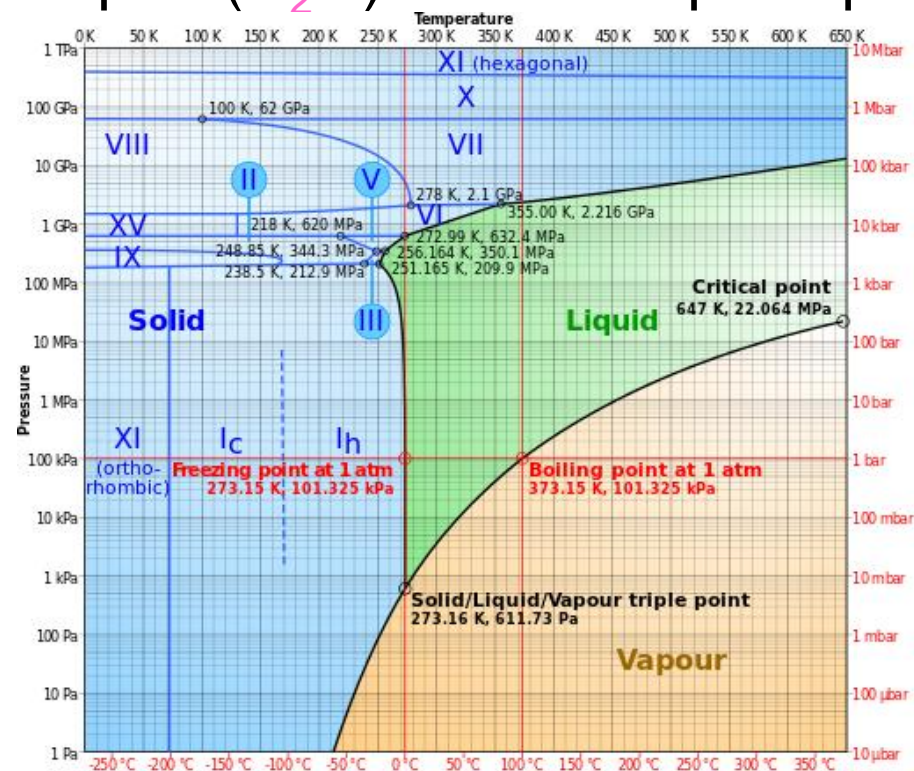
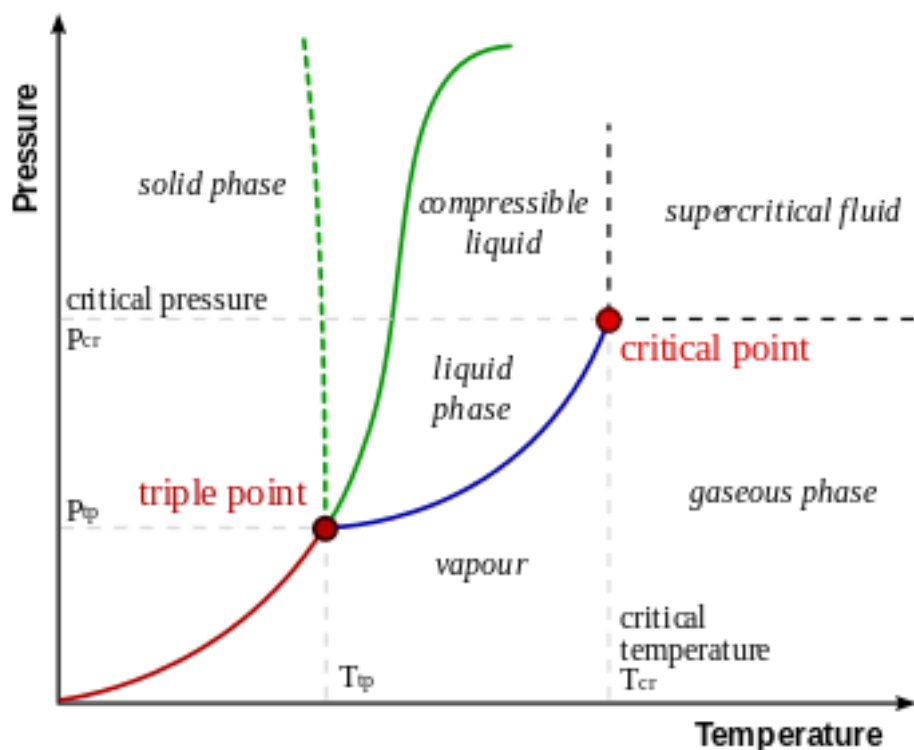
$$LE = m \cdot L$$

**LE** = το ποσό της θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται

**m** = η μάζα του σώματος

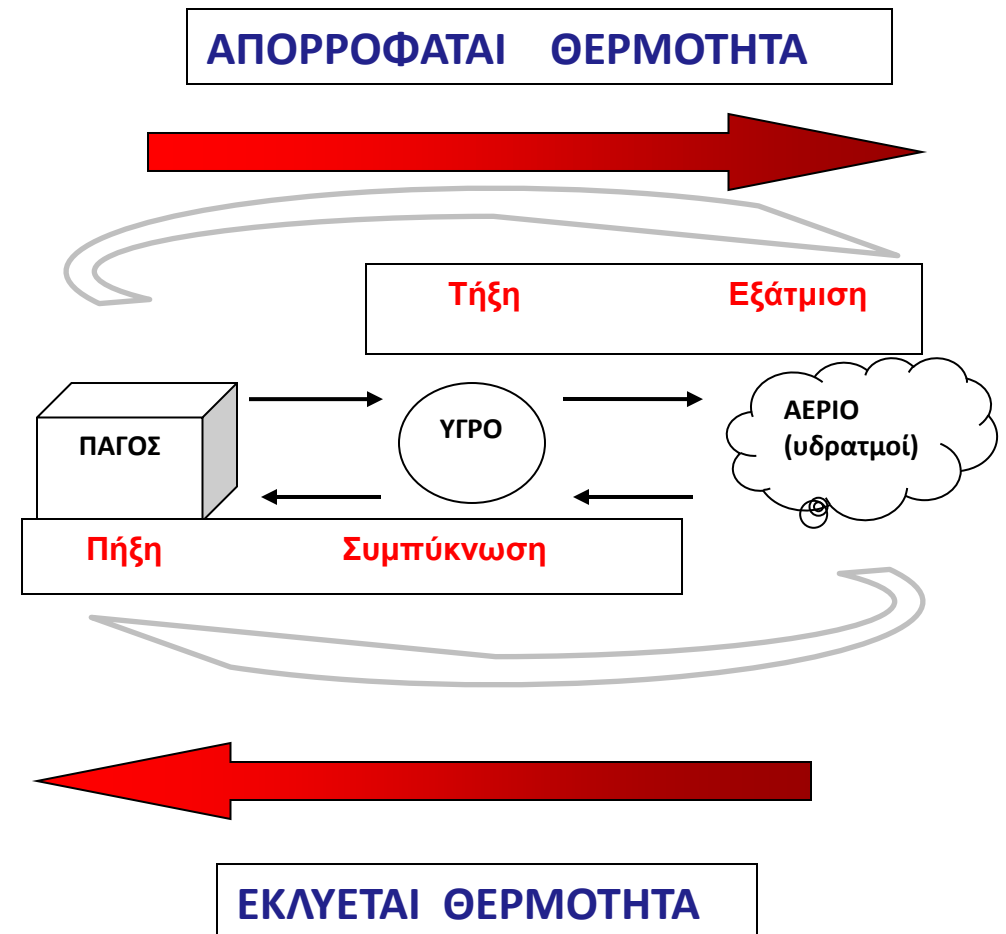
**L** = η ειδική λανθάνουσα θερμότητα του σώματος που μπορεί να είναι:  
ειδική θερμότητα εξάτμισης, εξάχνωσης, τήξης, .....

Περίπτωση Ατμόσφαιρας: αλλαγές φάσης του νερού ( $H_2O$ ) όπου διακρίνουμε:



# Περί Ενέργειας - Λανθάνουσα Θερμότητα

- **Τήξη:** από στερεά (πάγος) σε υγρή φάση
- **Εξάτμιση:** από υγρή σε αέρια (υδρατμοί) φάση
- **Συμπύκνωση:** από αέρια (υδρατμοί) σε υγρή φάση
- **Πήξη:** από υγρή σε στερεή φάση (πάγος)
- **Στερεοποίηση:** από αέρια (υδρατμοί) σε στερεά φάση
- **Εξάχνωση:** από στερεά (πάγος) σε αέρια (υδρατμοί) φάση
- Οι σημαντικότερες μεταβολές που συμβαίνουν στην ατμόσφαιρα είναι η **Εξάτμιση** και η **Συμπύκνωση**
- **Εξάτμιση:** απορροφάται θερμότητα από το σώμα του νερού
- **Συμπύκνωση** απελευθερώνεται θερμότητα στον αέρα



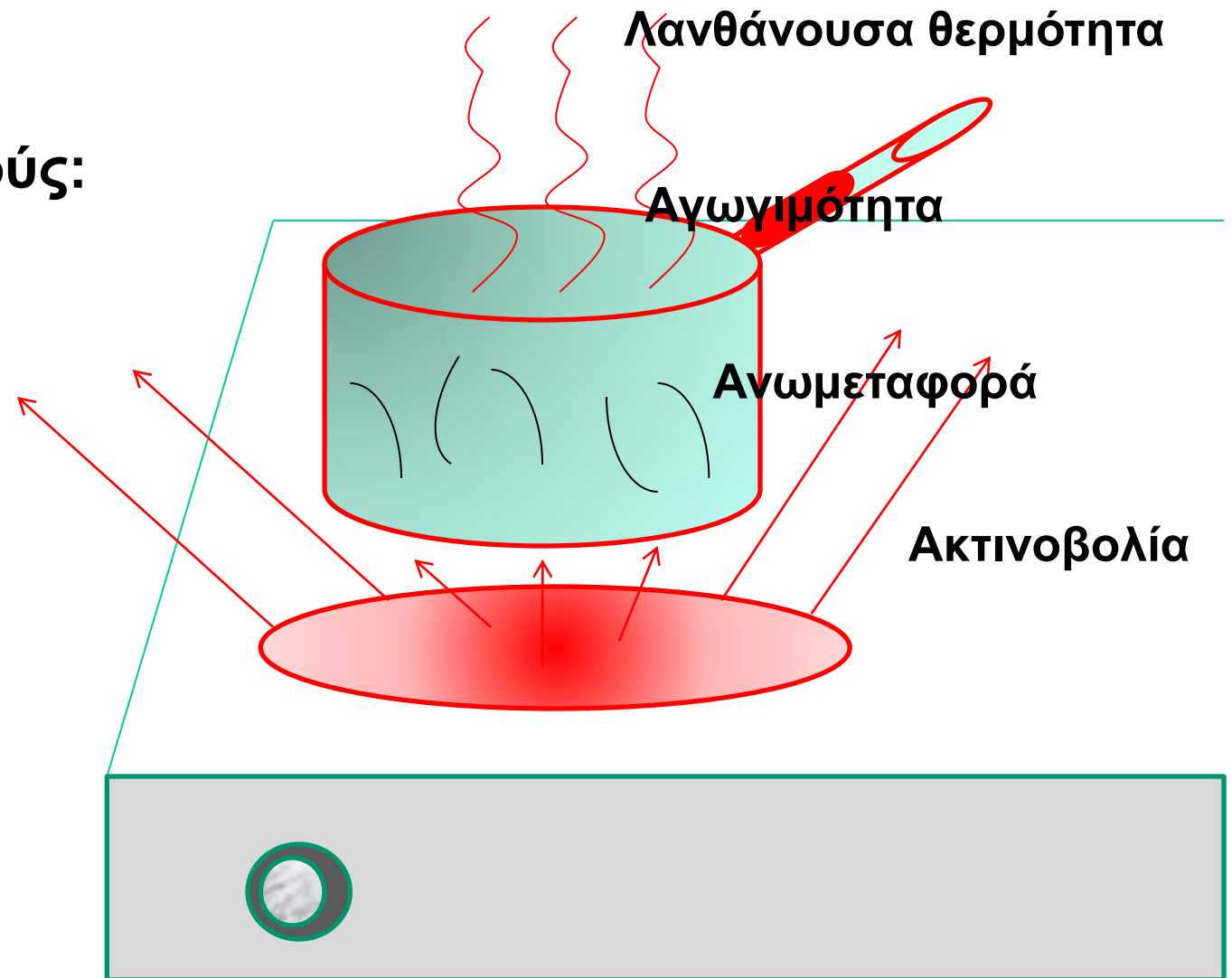
Πηγή: with the courtesy of E. Kodouli

# Περί Ενέργειας - Μεταφορά Ενέργειας

## ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η Ενέργεια στην ατμόσφαιρα μεταφέρεται με εξής μηχανισμούς:

- ✓ Αγωγιμότητα
- ✓ Ανωμεταφορά (Convection)
- ✓ Οριζόντια μεταφορά (Advection)
- ✓ Ακτινοβολία



Πηγή: with the courtesy of E. Kodouli

# Μεταφορά Ενέργειας - Αγωγιμότητα

Μεταλλική Ράβδος



Θερμό

Ψυχρό

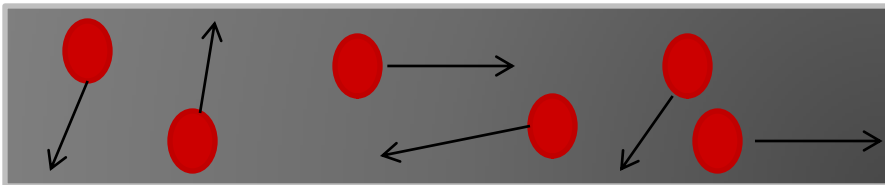
Μεταλλική Ράβδος



Θερμό

Ψυχρό

ΤΕΛΙΚΑ...



Θερμότερη

Πηγή: with the courtesy of E. Kodouli

• **Αγωγιμότητα:** μεταφορά θερμότητας λόγω των κινήσεων των μορίων (ιόντων και ηλεκτρονίων) και των ατόμων ενός σώματος

- πιο συγκεκριμένα τα μόρια συγκρούονται μεταξύ τους με αποτέλεσμα αυτά με τη μεγαλύτερη κινητική ενέργεια (θερμότερα) με μεταφέρουν ένα μέρος της ενέργειας τους στα βραδύτερα (ψυχρότερα)

- Η μεταφορά γίνεται πάντα από το θερμότερο προς το ψυχρότερο

- Η κίνηση των μορίων είναι τυχαία (χαοτική)

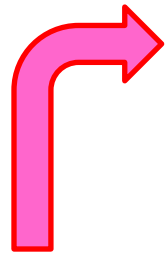
**Προσοχή! Δεν κινείται το ίδιο το σώμα αλλά μόνο τα μόρια του**

Π.χ. η διάδοση της θερμότητας από την επιφάνεια μέσα στο έδαφος γίνεται με αγωγιμότητα καθώς και **από την επιφάνεια προς την ατμόσφαιρα**

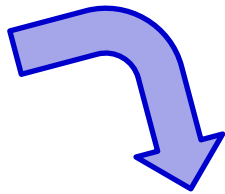
Αντίθετα, μέσα στην ατμόσφαιρα θεωρείται ασήμαντος μηχανισμός μεταφοράς ενέργειας γιατί είναι μια πολύ αργή διαδικασία

# Μεταφορά Ενέργειας - Ανωμεταφορά (Convection)

• **Ανωμεταφορά (Convection):** μεταφορά θερμότητας μέσω της κίνησης της μάζας ενός ρευστού (αέρας ή νερό), όταν τα θερμό ρευστό κινείται μακριά από την πηγή θέρμανσης μεταφέροντας μαζί του θερμότητα



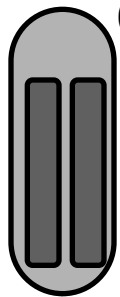
ο θερμός  
αέρας  
ανέρχεται



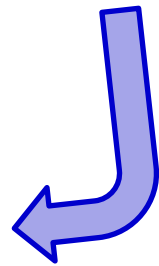
πιο ψυχρός αέρας  
κατέρχεται  
και αντικαθιστά  
τον θερμό

• Η **Ανωμεταφορά** έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός είδους κυκλοφορίας μέσα στο ρευστό όμοιας με αυτή που δημιουργείται μέσα σε μια κατσαρόλα νερό πάνω στη φωτιά:  
-το ζεστό νερό στον πυθμένα εκτονώνεται, αποκτά μεγαλύτερη άνωση και ανέρχεται  
-Το κρύο νερό κοντά στην επιφάνεια είναι πιο πυκνό και κατέρχεται

εκπέμπεται  
θερμός αέρας



θερμάστρα



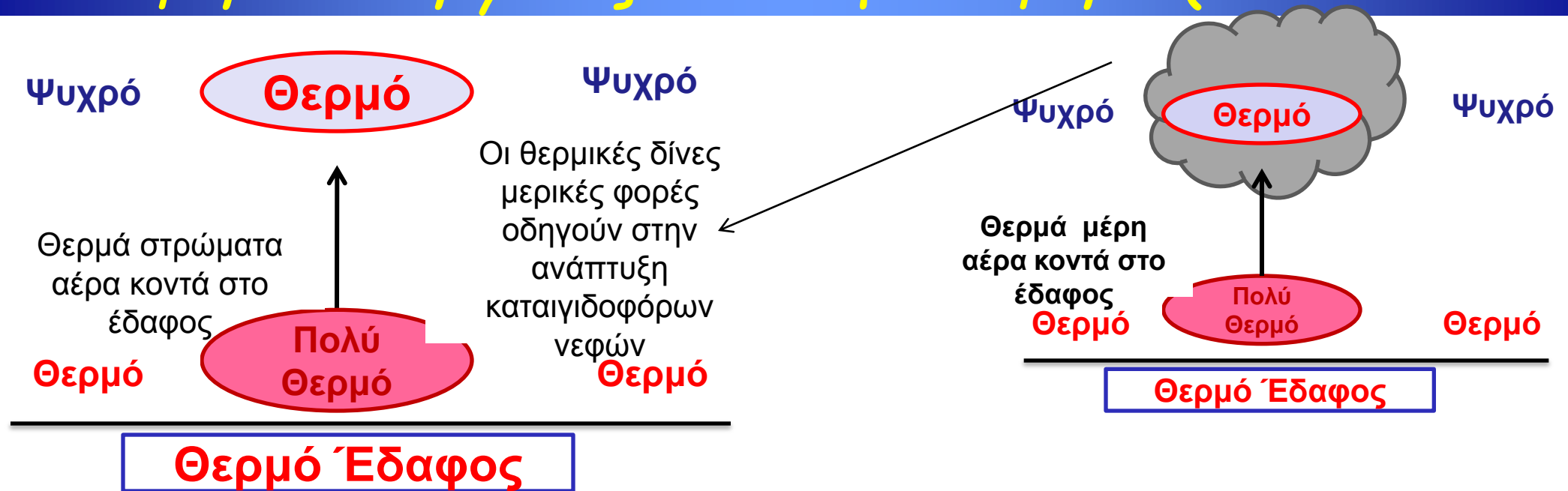
• **Ανωμεταφορά** παρατηρείται και μεταξύ ενός στερεού και ενός ρευστού όταν υπάρχει μεταξύ τους διαφορά θερμοκρασίας π.χ.

-εμφανίζεται ανωμεταφορά του αέρα πάνω από μια θερμή επιφάνεια (π.χ. η επιφάνεια της Γης που θερμαίνεται από τον Ήλιο) γιατί ο θερμός αέρας εκτονώνεται και επομένως γίνεται 'ελαφρύτερος' (λιγότερο πυκνός) και ανέρχεται .

Αντίθετα ο υπερκείμενος ψυχρός αέρας είναι βαρύτερος και κατέρχεται



# Μεταφορά Ενέργειας - Ανωμεταφορά (Convection)



Πηγή: with the courtesy of E. Kodouli

## Στην Ατμόσφαιρα:

-Η ανωμεταφορά αναφέρεται κυρίως σε κατακόρυφες κινήσεις

-Ο αέρας πάνω από τη θερμή επιφάνεια, θερμαίνεται και αυτός κα σχηματίζει 'θερμικές δίνες' (thermals) οι οποίες ανέρχονται. Καθώς ανέρχονται ψύχονται. Αν οι θερμικές δίνες ανέλθουν αρκετά ώστε με την ψύξη να συμβεί συμπύκνωση των υδρατμών τότε παρατηρείται σχηματισμός νεφών

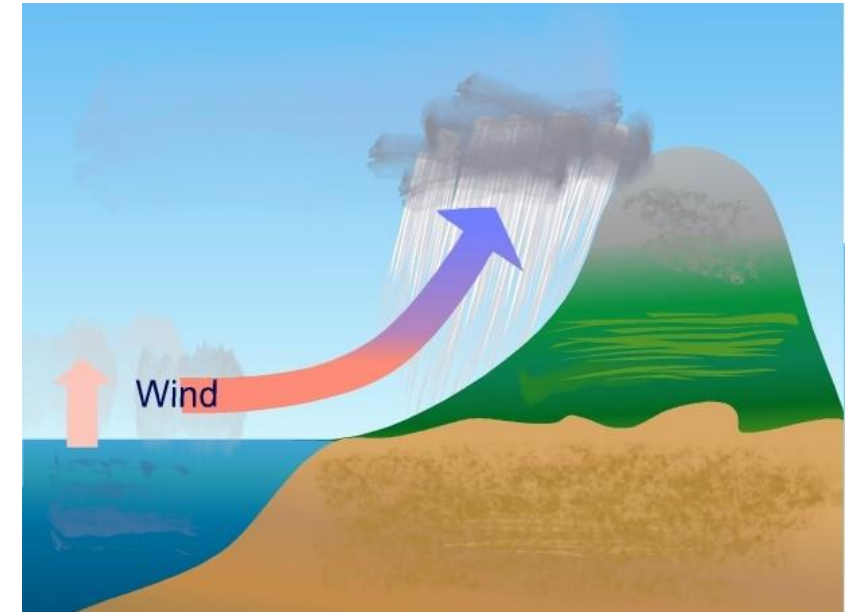
- Οι θερμικές δίνες γεννούν την τυρβώδη κίνηση (turbulence) θερμικής καταγωγής που είναι το μοτέρ όλων των κατακόρυφων κινήσεων και επομένως και των ανταλλαγών βιόσφαιρας – ατμόσφαιρας (λανθάνουσα, αισθητή θερμότητα, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, ...)

# Μεταφορά Ενέργειας - Οριζόντια Μεταφορά (Advection)

**Οριζόντια Μεταφορά (Advection):** Μεταφορά ενέργειας μέσω φυσικής μετατόπισης ή ανάμιξης αερίων μαζών οι οποίες έχουν διαφορετική θερμοκρασία. Η μετακίνηση των αερίων μαζών γίνεται μέσω της **οριζόντιας ροής**

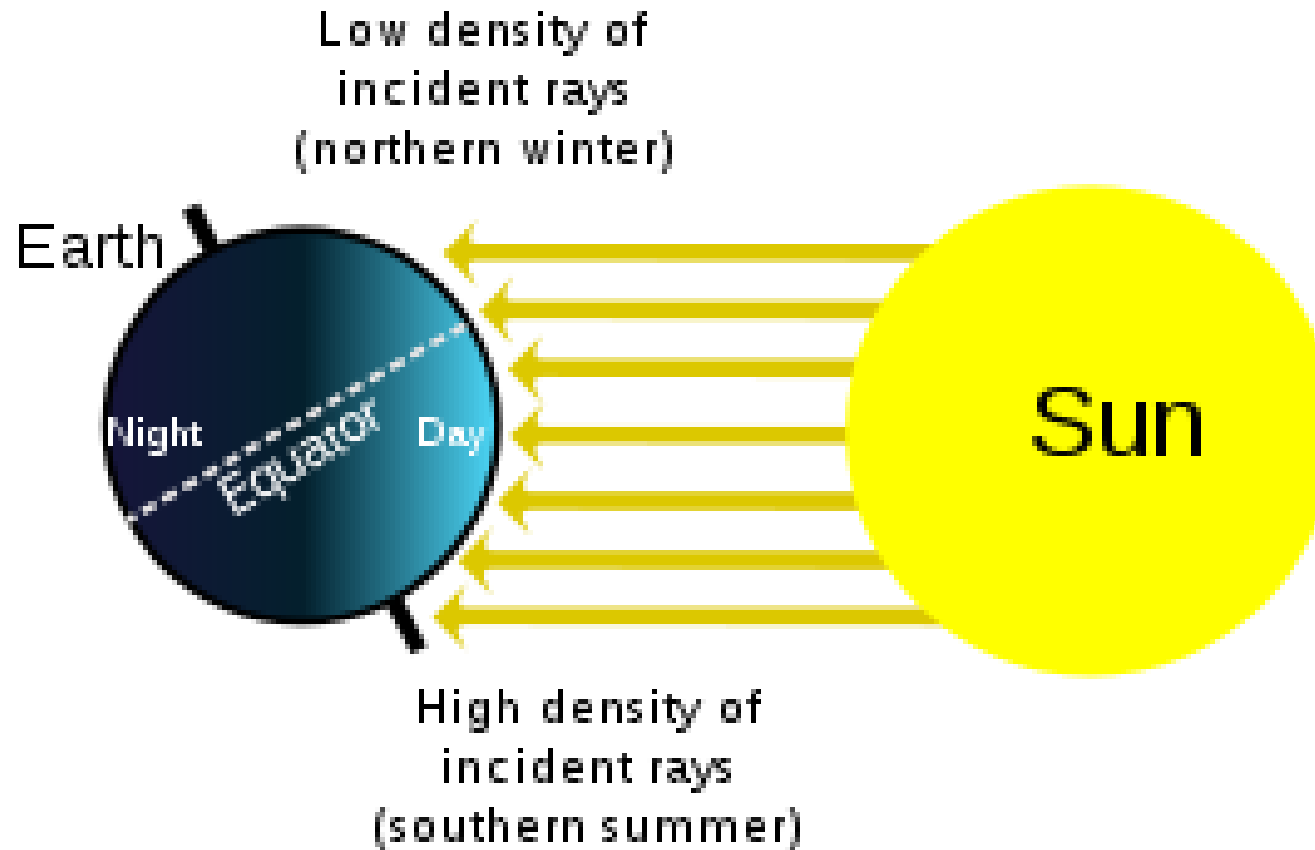


Πηγή:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Advection\\_fog\\_in\\_Helsinki\\_2014.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Advection_fog_in_Helsinki_2014.jpg)



Πηγή:  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Precipitation#/media/File:Steigungsregen.jpg>

# Μεταφορά Ενέργειας - Ακτινοβολία



Πηγή: [https://en.wikipedia.org/wiki/Effect\\_of\\_sun\\_angle\\_on\\_climate#/media/File:Seasons.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Effect_of_sun_angle_on_climate#/media/File:Seasons.svg)

Η Ενέργεια μεταφέρεται μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων

Ο μόνος τρόπος μεταφοράς ενέργειας που δεν απαιτεί την παρουσία ενός μέσου δηλ. η ενέργεια μεταφέρεται και στο κενό

## Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την **1<sup>η</sup>** έκδοση.

## Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Αγγελική Φωτιάδη, 2015.

Αγγελική Φωτιάδη. «ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ - ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ». Έκδοση: 1.0. Αγρίνιο 2015.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

[https://eclass.upatras.gr/modules/document/document.php?course=ENV\\_127](https://eclass.upatras.gr/modules/document/document.php?course=ENV_127)

## Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού, Απαγόρευση Εμπορικής Χρήσης και Όχι Παράγωγα Έργα. 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».

**Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:**

**Διαφάνεια 12:** [https://en.wikipedia.org/wiki/Triple\\_point](https://en.wikipedia.org/wiki/Triple_point)

**Διαφάνεια 18:** [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Advection\\_fog\\_in\\_Helsinki\\_2014.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Advection_fog_in_Helsinki_2014.jpg)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Precipitation#/media/File:Steigungsregen.jpg>

**Διαφάνεια 19:** [https://en.wikipedia.org/wiki/Effect\\_of\\_sun\\_angle\\_on\\_climate#/media/File:Seasons.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Effect_of_sun_angle_on_climate#/media/File:Seasons.svg)



**«Το υλικό της παρουσίασης προέρχεται από τις πανεπιστημιακές παραδόσεις της καθηγήτριας Α. Φωτιάδη».**

