

**ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΛΙΚΩΝ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
(κωδ. μαθ. 222)**

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ 6Α

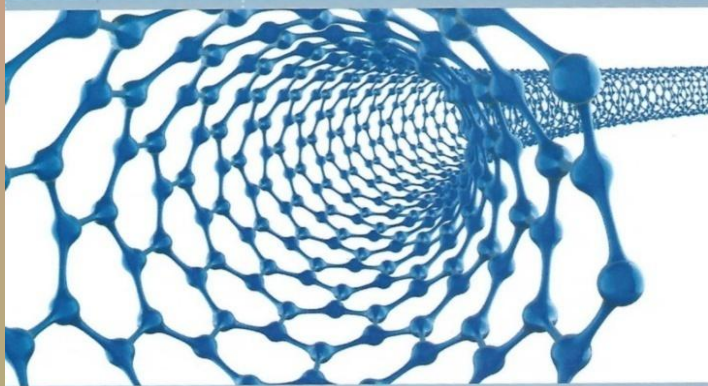
2^ο εξάμηνο (Εαρινό)

ΑΕΑΑ 2019-2020

WILLIAM D. CALLISTER, JR | DAVID G. RETHWISCH

ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

9η Έκδοση



ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΣΟΛΙΑ

Βιβλιογραφία



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Υλικά Ι

Δημήτρης Παπάζογλου
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Εργαστήριο Διδακτικής Επιστημολογίας
Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας

■ Ανακοινώσεις και Εκδηλώσεις ■ Αναζήτηση ■ Χάρτης ιστοτόπου



Βιβλιογραφία

ΕΤΥ-349 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΛΙΚΩΝ

Χειμερινό εξάμηνο ακαδημαϊκού έτους 2017-2018
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογία Υλικών, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Διδάσκων: Βασίλης Παλτόγλου

email: vaspal@physics.uoc.gr



Επιλογές Μαθήματος

Ανακοινώσεις

Εγγραφα

Ημερολόγιο

Πληροφορίες

Σύνδεσμοι

ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (2016-2017)

ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ

E-CLASS
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

Περιγραφή

Εισαγωγή στην επιστήμη υλικών.

Μηχανικές ιδιότητες.

Θερμικές ιδιότητες.

Ηλεκτρικές ιδιότητες.

Οπτικές ιδιότητες.

Μαγνητικές ιδιότητες.

Υλικά της μαλακής συμπυκνωμένης ύλης.

Νανοδομημένα υλικά με ενδιαφέρον στην νανο-βιοτεχνολογία.

Κωδικός: PHY1982

Κατηγορία: Φυσικής » Προπτυχιακό

PhET: Free online physics, chem X

https://phet.colorado.edu

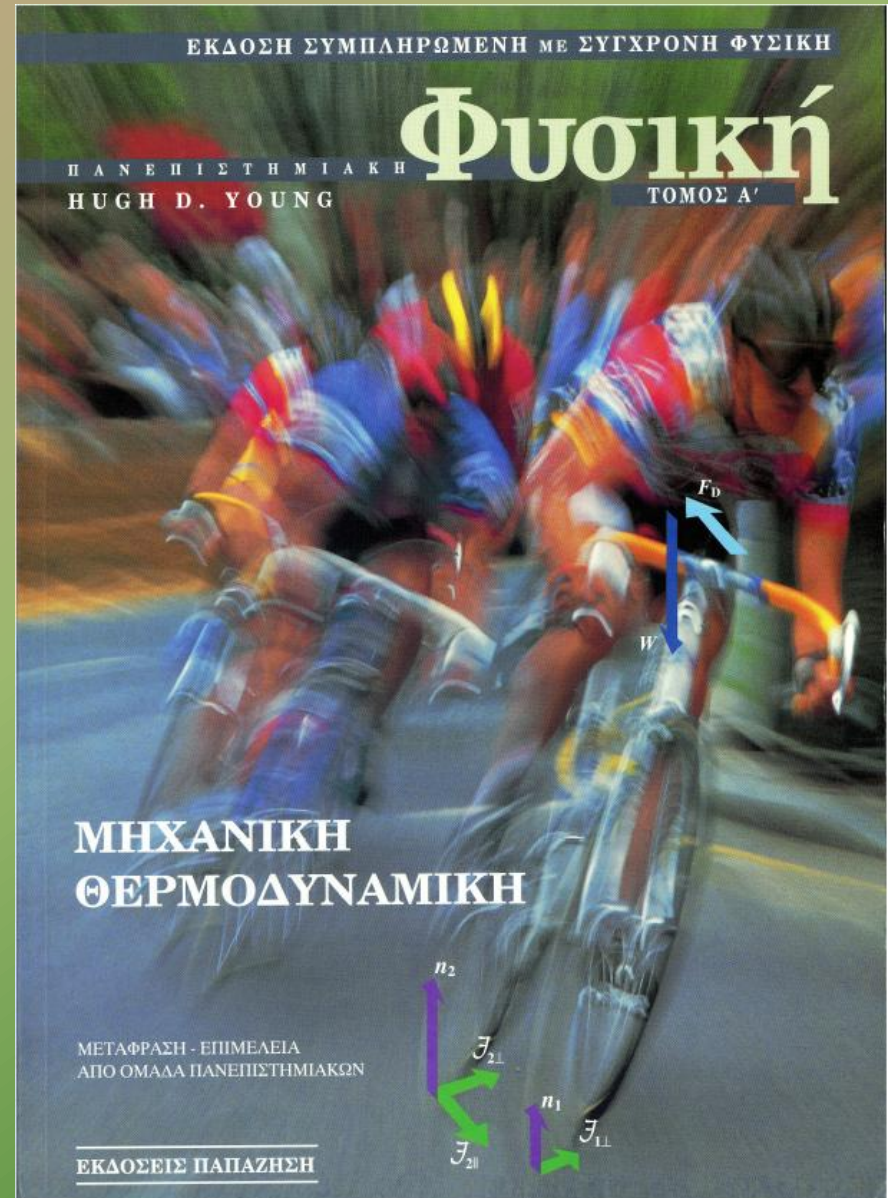
PhET
INTERACTIVE SIMULATIONS

University of Colorado Boulder

SIMULATIONS

Εξαιρετικό προγραμματιστικό
Περιβάλλον Εικονικών
πειραμάτων

Βιβλιογραφία



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

1. Ιστορική και τεχνολογική εξέλιξη υλικών.
2. Ταξινόμηση-κατηγοριοποίηση των υλικών.
3. Καταστάσεις-μορφές της ύλης.
4. Δομή της ύλης, χημικοί δεσμοί, διαμοριακές δυνάμεις,
- 4α. Κρυσταλλικά και άμορφα υλικά.
5. Μηχανικές ιδιότητες των υλικών (στοιχεία).
- 6. Θερμικές ιδιότητες της ύλης (στοιχεία).**
7. Ηλεκτρικές ιδιότητες των υλικών (στοιχεία).
8. Υπεραγωγιμότητα (στοιχεία).
9. Μαγνητικές ιδιότητες των υλικών (στοιχεία).
10. Οπτικές ιδιότητες των υλικών (στοιχεία).
11. Μαλακή συμπυκνωμένη ύλη.
12. Στοιχεία τεκμηρίωσης υλικών.
13. Κεραμικά υλικά.
14. κ.ά.

Ιδιότητα είναι ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα του υλικού, που εκφράζει το είδος και το μέγεθος της απόκρισής του σε κάποιο συγκεκριμένο ερέθισμα. Γενικά οι ορισμοί των ιδιοτήτων δίνονται ανεξάρτητα από το σχήμα και το μέγεθος του υλικού.

Ουσιαστικά όλες οι σημαντικές ιδιότητες των στερεών υλικών μπορούν να ομαδοποιηθούν σε έξι διαφορετικές κατηγορίες: μηχανικές, θερμικές, ηλεκτρικές, οπτικές, μαγνητικές και ιδιότητες φθοράς. Για κάθε μία υπάρχει ένα διαφορετικό είδος ερεθίσματος ικανό να προκαλέσει διαφορετικές αποκρίσεις.

Ειδικά οι **θερμικές ιδιότητες**-σχετίζονται με την απόκριση ενός υλικού στην αλληλεπίδραση με τη θερμότητα.

ΕΤΥ-349
ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
ΥΛΙΚΩΝ

Χειμερινό εξάμηνο ακαδημαϊκού έτους 2017-2018
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογία Υλικών, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Διδάσκων: Βασίλης Παλτόγλου

email: vaspal@physics.uoc.gr

ΥΠΕΝΘΥΜΙΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ

Η **θερμοκρασία** και η **θερμότητα** αποτελούν δύο βασικές έννοιες των θετικών επιστημών, οι οποίες σχετίζονται με την έννοια της ενέργειας και ταυτόχρονα με αρκετά φαινόμενα γνωστά ως **θερμικά φαινόμενα**. (π.χ. βρασμός, τήξη).

Οι **δύο έννοιες συγχέονται** τόσο στο μακροσκοπικό όσο και σε μικροσκοπικό επίπεδο.

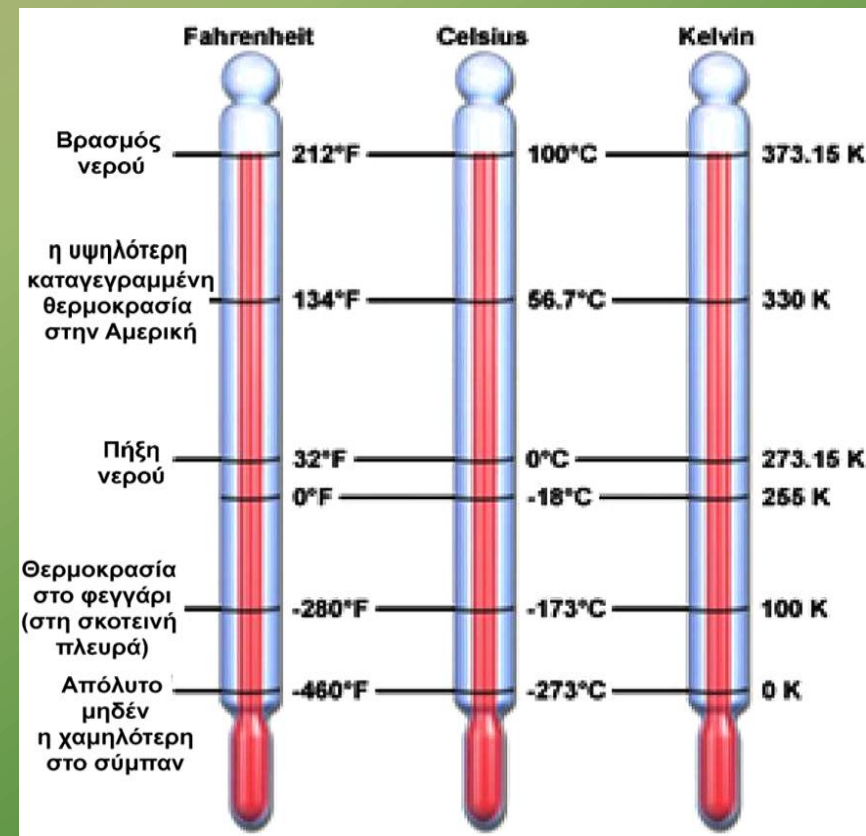
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Μακροσκοπικά η έννοια της **θερμοκρασίας** μας δείχνει το πόσο ζεστό ή κρύο είναι ένα σώμα ή αλλιώς ποσοτικοποιεί την αντίληψή μας σχετικά με το πόσο ζεστό ή κρύο είναι ένα σώμα. Μετριέται σε μονάδες Κελσίου (Celsius), Φαρενάιτ (Fahrenheit) και Κέλβιν (Kelvin: απόλυτη θερμοκρασία).

Μικροσκοπικά η **θερμοκρασία** εκφράζει το πόσο γρήγορα ή αργά κινούνται τα μόρια ενός σώματος δηλαδή είναι το **μέτρο της μέσης κινητικής ενέργειας των μορίων ενός σώματος!**

$$K = C + 273$$
$$C = \frac{5}{9} (F - 32)$$
$$F = \frac{9}{5} C + 32$$

Μετατροπή μεταξύ μονάδων θερμοκρασίας

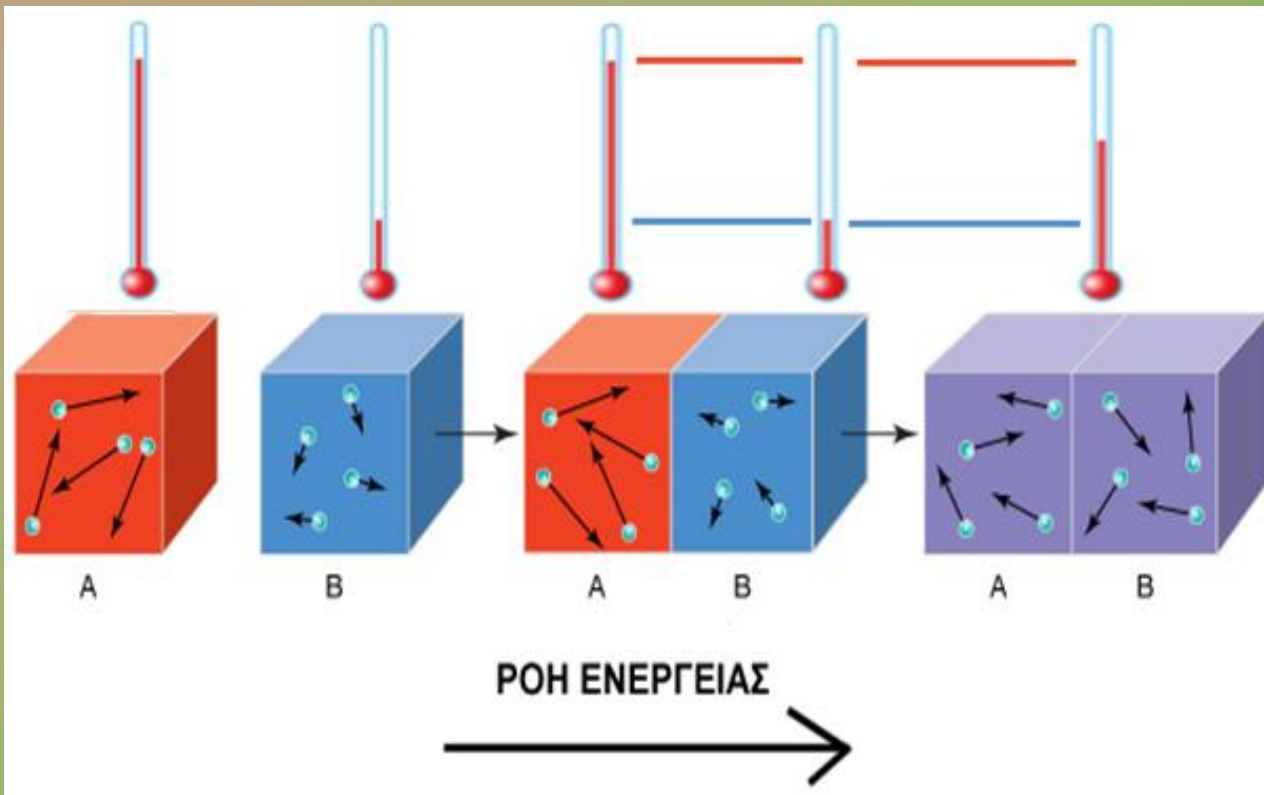


ΥΠΕΝΘΥΜΙΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Μακροσκοπικά με τον όρο **θερμότητα** εννοούμε την **ενέργεια που μεταφέρεται** από ένα θερμό σώμα σε ένα ψυχρό, όταν βρίσκονται σε θερμική επαφή, μέχρι τη στιγμή που θα αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία (δηλαδή μόλις έλθουν σε **θερμική ισορροπία**).

Μικροσκοπικά με τον όρο **θερμότητα** εννοούμε την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα με υψηλή θερμοκρασία (δηλ. ένα σώμα με μεγάλη κινητική ενέργεια των μορίων του) σε ένα σώμα με χαμηλή θερμοκρασία (δηλ. ένα σώμα με μικρή κινητική ενέργεια των μορίων του) μέχρι τη στιγμή που θα αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία (δηλ. μέχρι τη στιγμή που τα μόρια και των δύο σωμάτων θα έχουν την ίδια κινητική ενέργεια). Η θερμότητα ως μορφή ενέργειας έχει μονάδα το Joule στο S.I.-Διεθνές Σύστημα Μονάδων).



Το μήκος των βελών στα προσομοιώματα των ατόμων-σφαίρες (αριστερά), αντιστοιχούν στις ταχύτητες αυτών.

Μεγάλες ταχύτητες ατόμων γίνονται μακροσκοπικά αντιληπτές ως υψηλή θερμοκρασία του υλικού που περιέχει τα άτομα. Χαμηλή ταχύτητα ατόμων, γίνεται αντιληπτή ως χαμηλή θερμοκρασία.

<https://kids.britannica.com/kids/assembly/view/217648/> 1-5-2020

ΥΠΕΝΘΥΜΙΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ

ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ, ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ, ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

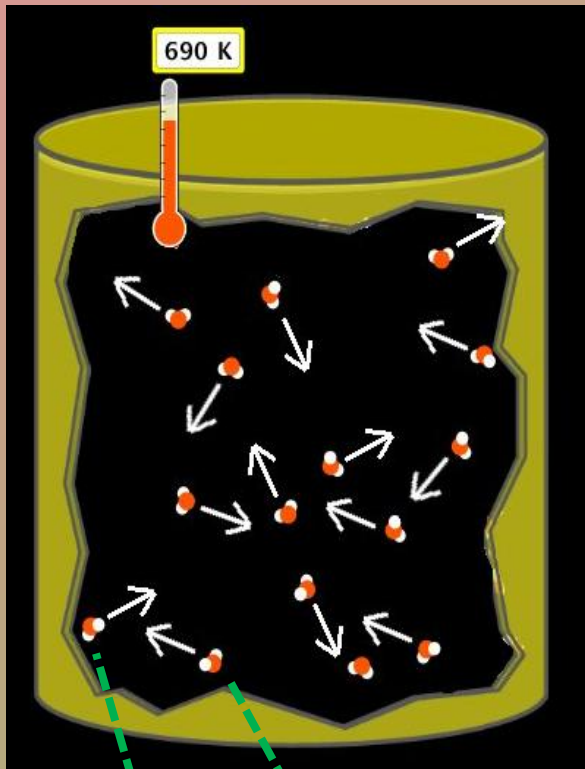
Η **θερμική ενέργεια** είναι το **σύνολο της κινητικής ενέργειας** των σωματιδίων (ατόμων, μορίων, ιόντων) που συγκροτούν τα υλικά σώματα, καθώς αυτά κινούνται στο εσωτερικό τους. Η θερμοκρασία δεν είναι θερμική ενέργεια, αλλά μας δείχνει το πόσο μεγάλη η μικρή είναι η θερμική ενέργεια. Δηλαδή όσο η θερμική ενέργεια είναι μεγαλύτερη τόσο το σώμα εμφανίζεται να έχει υψηλότερη **θερμοκρασία**. Π.χ. αν ένα υλικό έχει όλα κι όλα 4 άτομα και K_1, K_2, K_3, K_4 , είναι αντίστοιχα οι κινητικές ενέργειες καθενός από τα 4 αυτά άτομα, τότε η θερμική ενέργεια του υλικού είναι ίση με $K=K_1+K_2+K_3+K_4$ κ.ό.κ.

Επιπλέον, όλα τα άτομα ενός υλικού, αλληλεπιδρούν ηλεκτρικά μεταξύ τους (βλέπε ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ 3B) και το αποτέλεσμα αυτής είναι η δυναμική ενέργεια του συστήματος E . **Εσωτερική ενέργεια** ονομάζεται το συνολικό **άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας** των δομικών στοιχείων ($K+E$) ενός σώματος αν αυτό απομονωθεί από όλες τις εξωτερικές δυνάμεις (βλέπε επόμενη διαφάνεια).

Όλα τα σώματα, ακόμη και αυτά που η θερμοκρασία τους πλησιάζει στο απόλυτο μηδέν έχουν θερμική ενέργεια καθώς ούτε στο απόλυτο μηδέν υπάρχει πλήρης ακινησία σε κβαντικό επίπεδο.

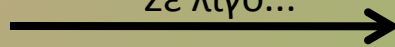
Είναι **λάθος** η έκφραση: **ένα σώμα έχει θερμότητα!**

Είναι **σωστή** η έκφραση: **ένα σώμα έχει θερμική ενέργεια!**

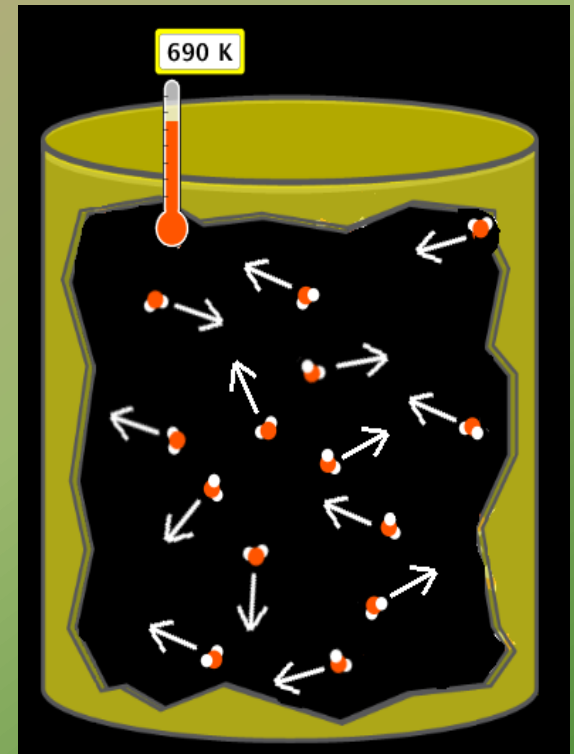


Παράδειγμα:
Απομονωμένο* δοχείο με μόρια
νερού σε θερμοκρασία 690°K
δηλαδή σε 417°C .

Σε λίγο...

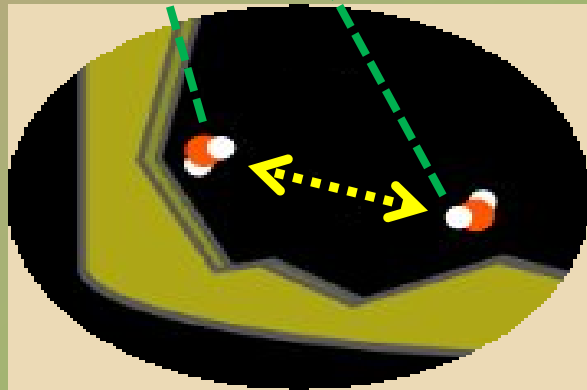


• Τα μόρια του νερού κινούνται συνεχώς. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία τόσο πιο έντονη η κίνηση. Τα λευκά βέλη δείχνουν την στιγμιαία ταχύτητα των μορίων του νερού η οποία μεταβάλλεται ταχύτατα. Η ταχύτητα κάθε μορίου σχετίζεται με την κινητική ενέργεια κάθε μορίου.



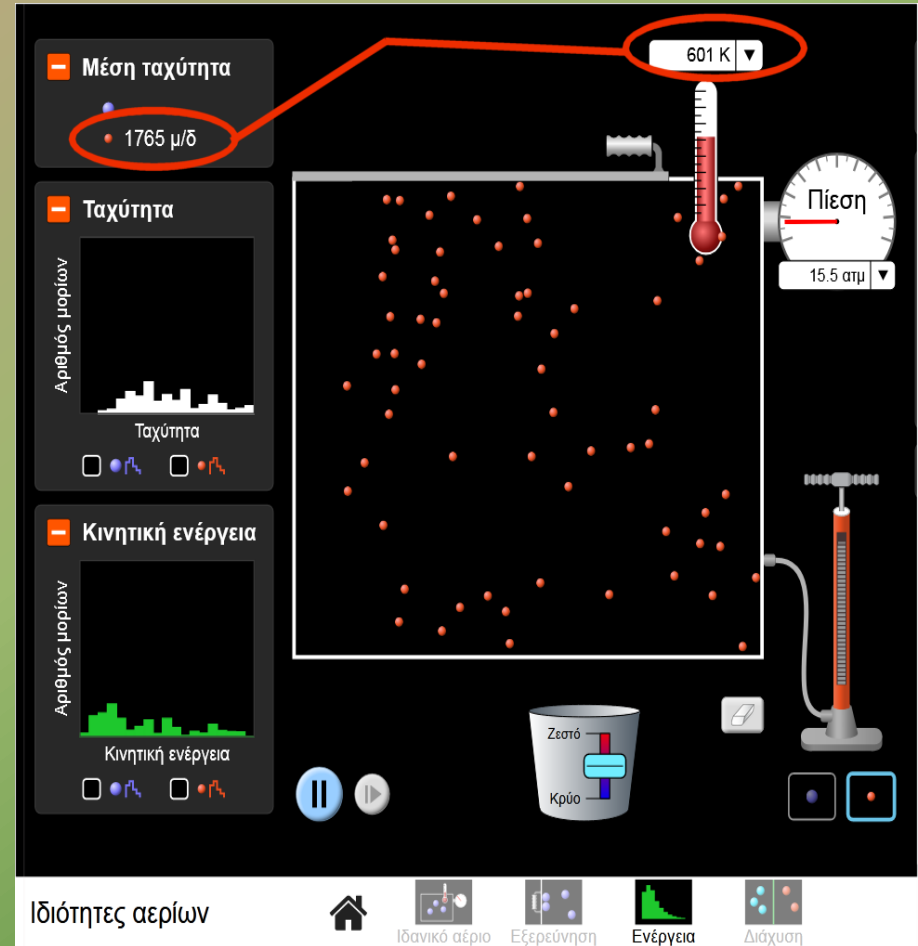
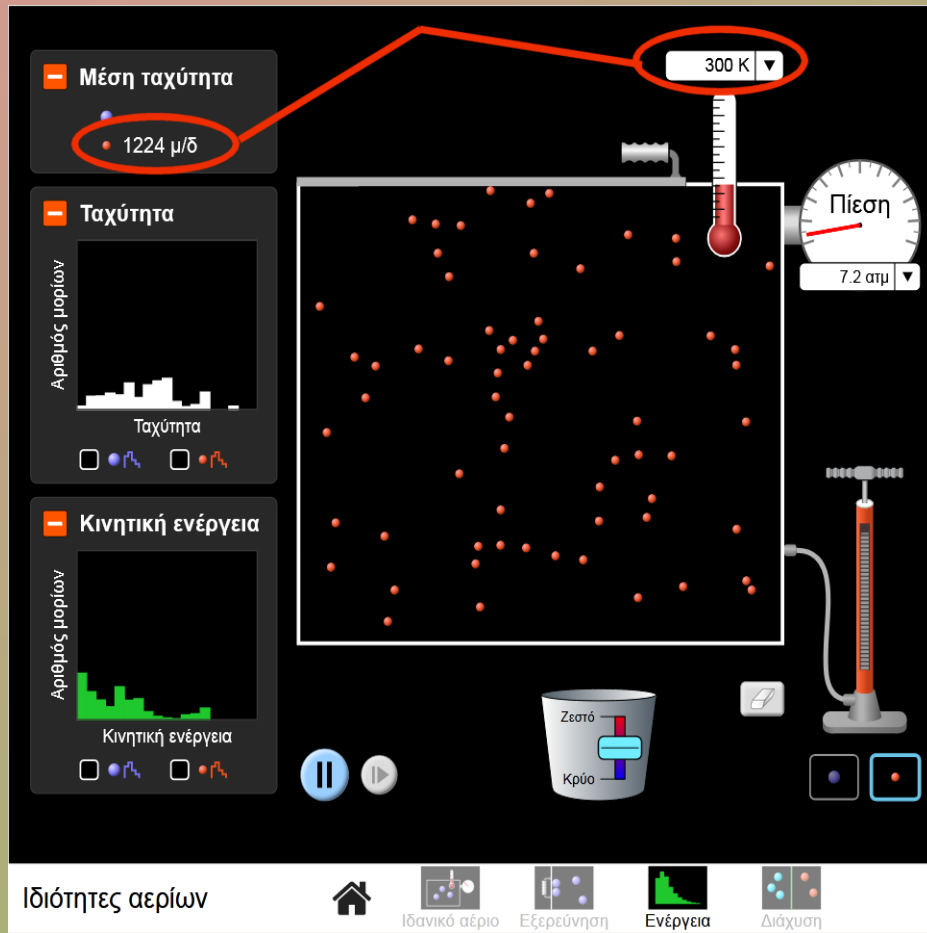
• Το άθροισμα των κινητικών ενεργειών όλων των μορίων είναι η **θερμική ενέργεια** του συστήματος που είναι ανάλογη με τη θερμοκρασία του συστήματος. Μεγάλη θερμοκρασία σημαίνει μεγάλη ταχύτητα κίνησης μορίων.

• Όταν τα μόρια πλησιάζουν μεταξύ τους αλληλεπιδρούν λόγω των ηλεκτρικών δυνάμεων έλξης ή άπωσης που ασκεί το ένα στο άλλο (όλα ανά δύο μεταξύ τους). Η αλληλεπίδραση αυτή (βλέπε κίτρινο βέλος αριστερά) δημιουργεί ένα κλάσμα της **δυναμικής ενέργειας** του συστήματος των μορίων νερού.



Απομονωμένο σημαίνει: δεν ανταλλάσσει ΥΛΗ, ούτε ΕΝΕΡΓΕΙΑ με το περιβάλλον

Παράδειγμα:



Επάνω φαίνεται ένα ατομικό αέριο. Δεν σημειώνονται τα βέλη ως ενδεικτικά των ταχυτήτων των ατόμων του-όπως στη προηγούμενη διαφάνεια με τα μόρια του νερού. Παρατηρείστε ότι όσο αυξάνεται η θερμοκρασία, αυξάνεται και η μέση ταχύτητα των ατόμων ή μορίων.

https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_el.html

>Ενέργεια

ΥΠΕΝΘΥΜΙΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ

ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ, ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ, ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Π.χ. το φλιτζάνι του καφέ σε θερμοκρασία περιβάλλοντος έχει θερμική ενέργεια λόγω της άτακτης κίνησης των μορίων του αλλά δεν έχει θερμότητα. Ο καφές που μόλις ψήσαμε έχει θερμική ενέργεια αλλά δεν έχει θερμότητα. Από τη στιγμή όμως που θα αδειάσουμε το ζεστό καφέ στο φλιτζάνι θα αρχίσει ροή ενέργειας από τον καφέ προς το φλιτζάνι. Η **ενέργεια** η οποία μεταφέρεται από τον καφέ στο φλιτζάνι είναι η **θερμότητα**.

Όσο υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ δύο σωμάτων σε επαφή μιλάμε για θερμότητα. Μόλις θα εξισωθούν οι θερμοκρασίες των δυο σωμάτων με αρχικά διαφορετική θερμοκρασία, παύει να έχει νόημα η θερμότητα.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Εργαστήριο Διδακτικής Επιστημολογίας
Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας

■ Ανακοινώσεις και Εκδηλώσεις ■ Αναζήτηση ■ Χάρτης ιστοτόπου

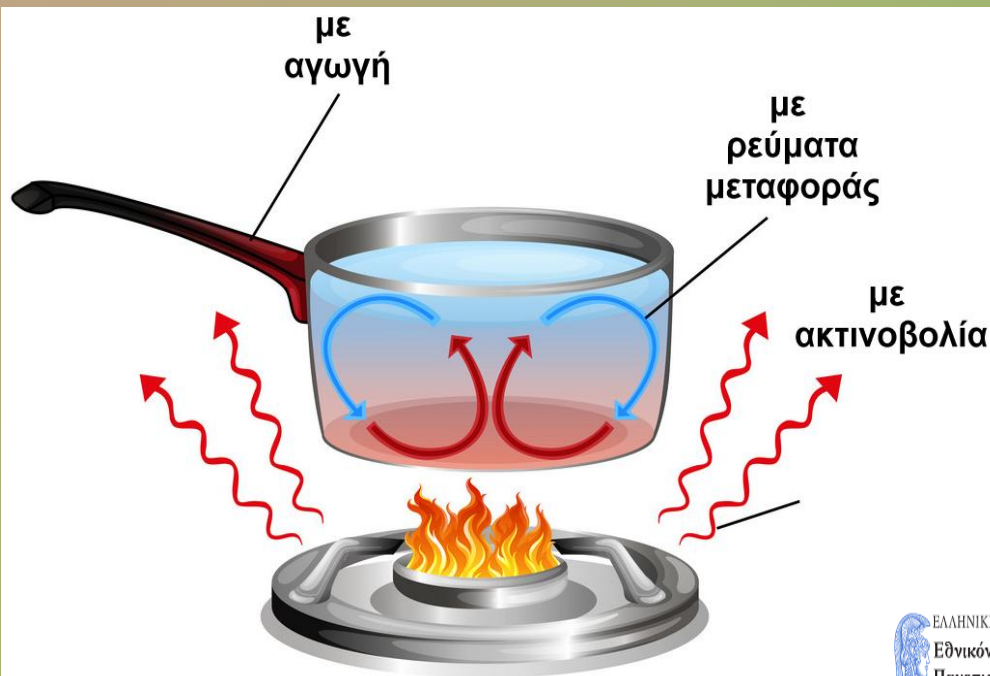


ΥΠΕΝΘΥΜΙΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ

Η ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η θερμότητα διαδίδεται με τρεις τρόπους: **με αγωγή, με ρεύματα και με ακτινοβολία.**

Εάν κρατήσουμε το άκρο μιας μεταλλικής ράβδου με το χέρι και θερμάνουμε το άλλο άκρο της με μία φλόγα, μετά από λίγο, θα αισθανθούμε ότι η ράβδος αρχίζει να θερμαίνεται κατά μήκος της, ώστε κάποια στιγμή δεν αντέχουμε να την κρατάμε πλέον. Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι η ενέργεια από τη φλόγα διαδίδεται μόριο με μόριο από το ένα άκρο της ράβδου στο άλλο. Η διαδικασία κατά την οποία ενέργεια (θερμότητα) μεταδίδεται από μόριο σε μόριο ενός **στερεού σώματος και η οποία δε συνοδεύεται από μετακίνηση μάζας** ονομάζεται **διάδοση της θερμότητας με αγωγή**. Η διάδοση της θερμότητας με αγωγή στα υγρά και τα αέρια είναι σχεδόν αμελητέα. Τα υγρά και τα αέρια είναι κακοί αγωγοί της διάδοσης της θερμότητας με αγωγή.



Οι 3 τρόποι μεταφοράς θερμότητας

Γενικότερα τα υλικά μέσω των οποίων άγεται (διαδίδεται) εύκολα η θερμότητα ονομάζονται **καλοί αγωγοί της θερμότητας**. Τα υλικά μέσω των οποίων άγεται δύσκολα η θερμότητα ονομάζονται **κακοί αγωγοί της θερμότητας** ή **μονωτές**. Η διάδοση της θερμότητας με αγωγή σε ένα σώμα εξαρτάται από τη μοριακή του δομή. Κατά κανόνα τα μέταλλα είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας ενώ κάποια άλλα (π.χ το μαλλί, το ξύλο, το άχυρο, ο αέρας, ο φελλός κ.ά.) είναι κακοί αγωγοί της θερμότητας.

ΥΠΕΝΘΥΜΙΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ

ΕΝΝΟΙΩΝ

Η ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

https://www.tes.com/lessons/zAzKz_PuJNbPqQ/6-convection-conduction-and-radiation/1-5-2020

Σε **όλα τα ρευστά (ρευστά θεωρούνται τα υγρά και τα αέρια)** η θερμότητα διαδίδεται με **ρεύματα**. Είτε θερμαίνουμε το νερό μιας κατσαρόλας είτε τον αέρα του δωματίου, η διαδικασία είναι η ίδια. Κατά τη διάδοση της θερμότητας με ρεύματα, ποσότητες υγρού ή αερίου θερμαίνονται, μεταφέρονται σε ψυχρότερες περιοχές και αυτή η κίνηση είναι συνεχής.

Ας υποθέσουμε ότι θερμαίνουμε ένα ρευστό. Τα στρώματα του ρευστού που έρχονται σε επαφή με την πηγή θέρμανσης θερμαίνονται, διαστέλλονται και η πυκνότητα τους γίνεται μικρότερη από την πυκνότητα των ανωτέρων στρωμάτων. Αυτό έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την κίνηση των θερμών στρωμάτων του ρευστού προς τα πάνω. Ταυτόχρονα ψυχρά στρώματα έρχονται και καταλαμβάνουν το χώρο των θερμών στρωμάτων. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται καθ' όλη τη διάρκεια της θέρμανσης.

Οι 3 τρόποι μεταφοράς θερμότητας



ΥΠΕΝΘΥΜΙΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ

Η ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η διάδοση της θερμότητας με ακτινοβολία **δεν προϋποθέτει την ύπαρξη ύλης**. Η ακτινοβολία διαδίδεται και στο κενό. Με ακτινοβολία θερμαινόμαστε όταν βρισκόμαστε απέναντι από μία ηλεκτρική θερμάστρα δεδομένου ότι μεταξύ μας υπάρχει αέρας (ο οποίος είναι μονωτής θερμότητας με αγωγή). Με ακτινοβολία όμως θερμαίνεται και η Γη από τον Ήλιο δεδομένου ότι μεταξύ τους υπάρχει κενό.

Αφού κάθε σώμα εκπέμπει ακτινοβολία θα έπρεπε να ελαττώνεται η θερμοκρασία του συνεχώς. Όλα τα σώματα όμως απορροφούν ακτινοβολούμενη ενέργεια από το περιβάλλον. Αν η ακτινοβολία που εκπέμπει το σώμα είναι περισσότερη από την ενέργεια που απορροφά τότε η θερμοκρασία του ελαττώνεται. Αν η ενέργεια που απορροφάται είναι περισσότερη από την ενέργεια που εκπέμπεται τότε η θερμοκρασία αυξάνεται. Επομένως ένα σώμα με σταθερή θερμοκρασία εκπέμπει τόση ενέργεια όση και η ενέργεια που προσλαμβάνει.

ΥΠΕΝΘΥΜΙΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ

Η ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Γνωρίζουμε ότι η θερμότητα μπορεί να διαδοθεί με **αγωγή**, με **μεταφορά** αλλά και με μορφή (ηλεκτρομαγνητικής) **ακτινοβολίας**. Η τελευταία είναι μια μορφή ενέργειας η οποία φυσικά διαδίδεται με την ταχύτητα του φωτός.

Η ενέργεια που ακτινοβολεί κάθε θερμό σώμα, αυξάνεται δραστικά με την αύξηση της θερμοκρασίας του.

Το φάσμα αυτής της ακτινοβολουμένης θερμικής-ακτινοβολίας είναι **συνεχές, αν πρόκειται για στερεό ή υγρό** σώμα (συμπυκνωμένη ύλη), ενώ στην περίπτωση που είναι **αέριο, το φάσμα της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας είναι γραμμικό**.

Ένας βασικός μηχανισμός παράλληλα με άλλους πιθανούς μηχανισμούς σχετικά με το γιατί ένα σώμα εκπέμπει-ακτινοβολεί ηλεκτρομαγνητική ενέργεια λόγω της θερμοκρασίας του είναι:

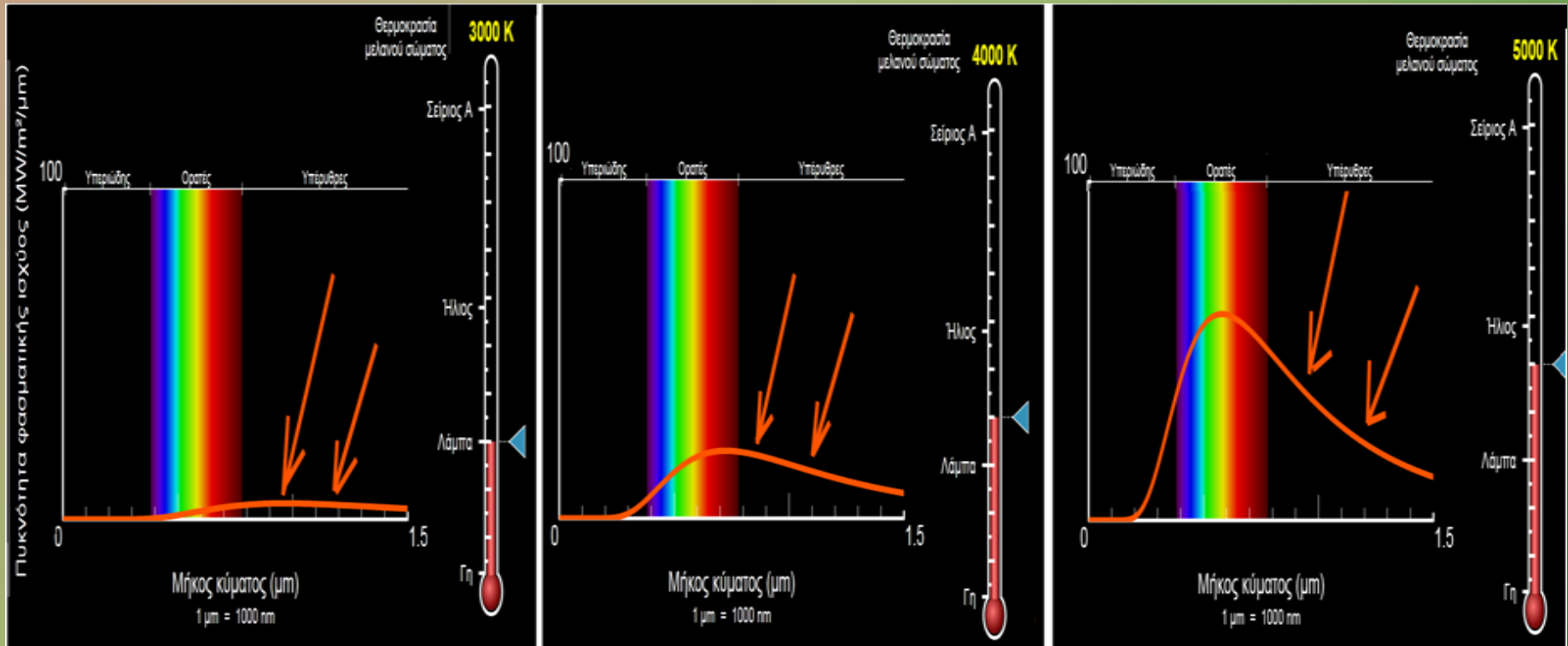
κάθε σώμα εκπέμπει ακτινοβολία λόγω της κίνησης δομικών του λίθων (άτομα, μόρια, ιόντα). Ακόμα και στο απόλυτο μηδέν (-273°C), υπάρχει μικρή αλλά μη μηδενική κίνηση τους. Σύμφωνα όμως με τις αρχές του ηλεκτρομαγνητισμού, κάθε φορτισμένο σωματίο που κινείται επιταχυνόμενο ή επιβραδυνόμενο, θα εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Όσο η θερμοκρασία μεγαλώνει η κίνηση γίνεται εντονότερη και τόσο πιο έντονη θα είναι και η εκπεμπόμενη ακτινοβολία.

ΥΠΕΝΘΥΜΙΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ

Μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία

Η ακτινοβολία που εκπέμπει με ακτινοβολία ένα σώμα εξαρτάται από: α) τη **θερμοκρασία του σώματος**. Για παράδειγμα ένα κομμάτι ερυθροπυρωμένου σιδήρου (άνω των 1000 °C) ακτινοβολεί για τον ίδιο χρόνο περισσότερη ενέργεια από ένα κομμάτι σιδήρου που βρίσκεται σε θερμοκρασία 100 °C. β) το **είδος και το χρώμα της επιφάνειας** του σώματος. Μία στιλπνή-λεία επιφάνεια ακτινοβολεί λιγότερο από μία θαμπή επιφάνεια. Και μία ανοιχτόχρωμη επιφάνεια ακτινοβολεί λιγότερο από μία σκούρα της ίδιας θερμοκρασίας.

Αύξηση της θερμοκρασίας σημαίνει ταχύτερη αύξηση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας (βλέπε κάτω).



Μέλαν σώμα

Ο όρος **μέλαν-μαύρο σώμα**, περιγράφει **ένα θεωρητικό-ιδανικό σώμα** το οποίο όταν η θερμοκρασία του T είναι μικρότερη από την θερμοκρασία του περιβάλλοντός του, τότε **απορροφά όλη** την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω του. Στην ουσία το μέλαν σώμα αποτελεί ένα εξιδανικευμένο μοντέλο της ύλης, που επινοήθηκε για να διευκολυνθεί η μελέτη της θερμικής ενέργειας που εκπέμπουν τα πραγματικά σώματα.

Βασική ιδιότητα του μέλανος σώματος είναι ότι δεν ανακλά, δεν διαχέει το προσπίπτον, δεν αφήνει το φως που πέφτει πάνω του να διέλθει μέσω αυτού κι απορροφά όλες τις ακτινοβολίες που πέφτουν πάνω του, γι' αυτό ονομάζεται **μέλαν σώμα**. Η ονομασία αυτή έχει δοθεί διότι στη **συνηθισμένη θερμοκρασία είναι μαύρο** (ή μελανό), επειδή ακριβώς απορροφά και το ορατό ταυτόχρονα με τα υπόλοιπα προσπίπτοντα μήκη κύματος.

Παράλληλα όμως με την απορρόφηση αυτό το ιδανικό σώμα εκπέμπει ακτινοβολία. Και τα δύο παραπάνω σχετίζονται με την θερμοκρασία του.

Σε οποιαδήποτε θερμοκρασία T και αν βρίσκεται ένα σώμα θα εκπέμπει ακτινοβολία, σε κάποια περιοχή του φάσματος. Ακόμη και στην θερμοκρασία του απόλυτου μηδέν $T=273\text{ K}$, εκπέμπει κάποια ακτινοβολία.

Αν η θερμοκρασία του μέλανος σώματος T είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία του περιβάλλοντός του τότε το σώμα εκπέμπει περισσότερο από όση απορροφά.

Αν η θερμοκρασία του μέλανος σώματος T είναι μικρότερη από την θερμοκρασία του περιβάλλοντός του τότε το σώμα απορροφά περισσότερο από όση εκπέμπει.

<http://www.physics4u.gr/articles/2002/blackbody.html>



Μέλαν σώμα

Αν $T_{\text{σώματος}} > T_{\text{περιβάλλοντος}}$ υπερिशύει η ακτινοβολούμενη ενέργεια του σώματος προς το περιβάλλον

Αν $T_{\text{σώματος}} < T_{\text{περιβάλλοντος}}$ υπερिशύει η απορροφούμενη ενέργεια από το σώμα.

Τη μέγιστη τιμή της καμπύλης εκπομπής του μέλανος σώματος, μετατοπίζεται σε υψηλότερες συχνότητες όσο μεγαλώνει η θερμοκρασία. Π.χ. ένα σώμα με θερμοκρασία 1000K (723 °C) εκπέμπει τη μέγιστη ποσότητα ακτινοβολίας στην περιοχή της υπέρυθρης ακτινοβολίας (δεν φαίνεται να εκπέμπει στο ορατό). Αν έχει θερμοκρασία 4000K (3723 °C) εκπέμπει τη μέγιστη ποσότητα ακτινοβολίας στην περιοχή του ορατού πορτοκαλοκόκκινου. Αν έχει θερμοκρασία 11000K (10723 °C) εκπέμπει τη μέγιστη ποσότητα ακτινοβολίας στην περιοχή του εγγύς υπεριώδους.

<http://www.physics4u.gr/articles/2002/blackbody.html>



Πειραματική εφαρμογή-άσκηση για το μέλαν σώμα

Πηγαίνετε στο σύνδεσμο:

https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum_el.html

Πρόκειται για μία εικονική άσκηση διάγνωσης μεγεθών που σχετίζονται με την ακτινοβολία μέλανος σώματος.

Απαντήστε στις ακόλουθες ερωτήσεις (εικονικό εργαστήριο) και στείλτε τις στο mail επικοινωνίας μας μέχρι τις 12 Μαΐου:

A1) Όταν ένα ουράνιο σώμα-άστρο π.χ. ο Σείριος Α, έχει θερμοκρασία επιφάνειας 10050 K (θεωρώντας το Σείριο κι όλα τα επόμενα σώματα ως μέλανα σώματα), να γράψετε σε ποια περιοχή του ορατού φάσματος εκπέμπει το μέγιστο της ακτινοβολίας του (λόγω της θερμοκρασίας του)-υπεριώδη, ορατή ή υπέρυθη;

A2) Τι χρώμα θα φαίνεται να έχει το άστρο αυτό;

A3) Ποια βασικά χρώματα φαίνεται να περιέχει ΣΕ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟ ΠΟΣΟΣΤΟ η ακτινοβολούμενη θερμική ακτινοβολία (B-μπλε, G-πράσινο, R-κόκκινο);

A4) Πόση είναι η τιμή της ισχύος ανά μονάδα επιφάνειας (W/m^2) για το μέλαν αυτό σώμα;



B1, B2, B3, B4) Απαντήστε στα ίδια ερωτήματα για τον Ήλιο μας (5800 K).

B5) Πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας του Σείριου σε σχέση με την αντίστοιχη ποσότητα για τον Ήλιο μας;

G1,G2, G3, G4) Απαντήστε στα ίδια ερωτήματα για μία λάμπα πυρακτώσεως (3000 K).

G5) Πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας του Ήλιου μας σε σχέση με την αντίστοιχη ποσότητα για την λάμπα πυρακτώσεως;

Δ1, Δ2,Δ3, Δ4) Απαντήστε στα ίδια ερωτήματα για το μέλαν σώμα στη θερμοκρασία περιβάλλοντος 27 °C (300 K).

Δ5) Πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας της λάμπας πυρακτώσεως σε σχέση με την αντίστοιχη ποσότητα για το μέλαν σώμα στη θερμοκρασία περιβάλλοντος 27 °C (300 K);