

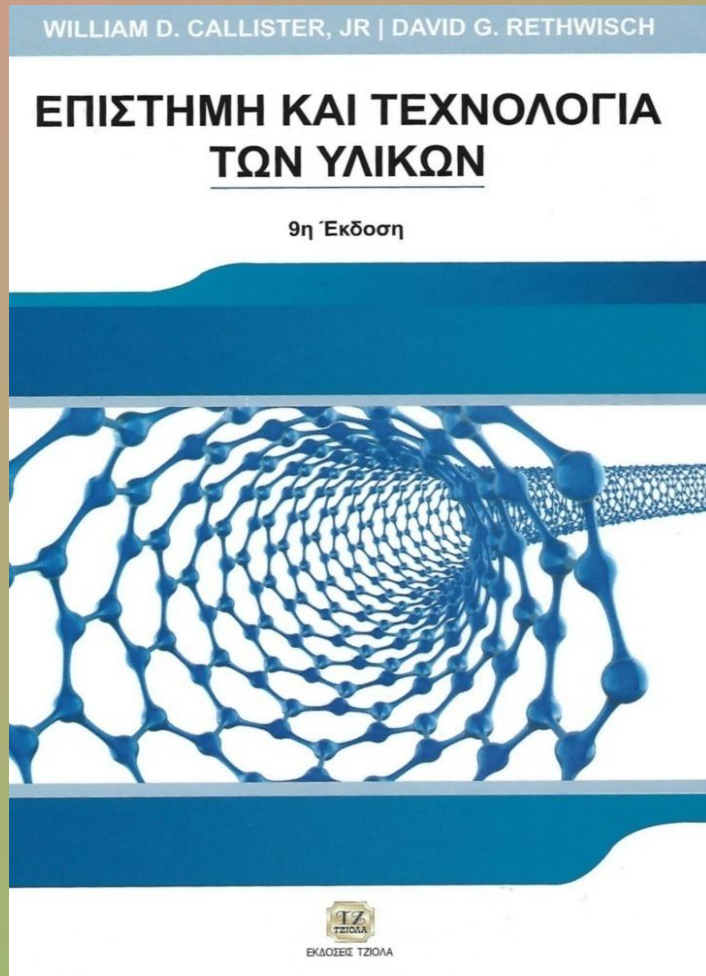
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (κωδ. μαθ. 222)

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ 6B

2^ο εξάμηνο (Εαρινό)

ΑΕΑΑ 2019-2020

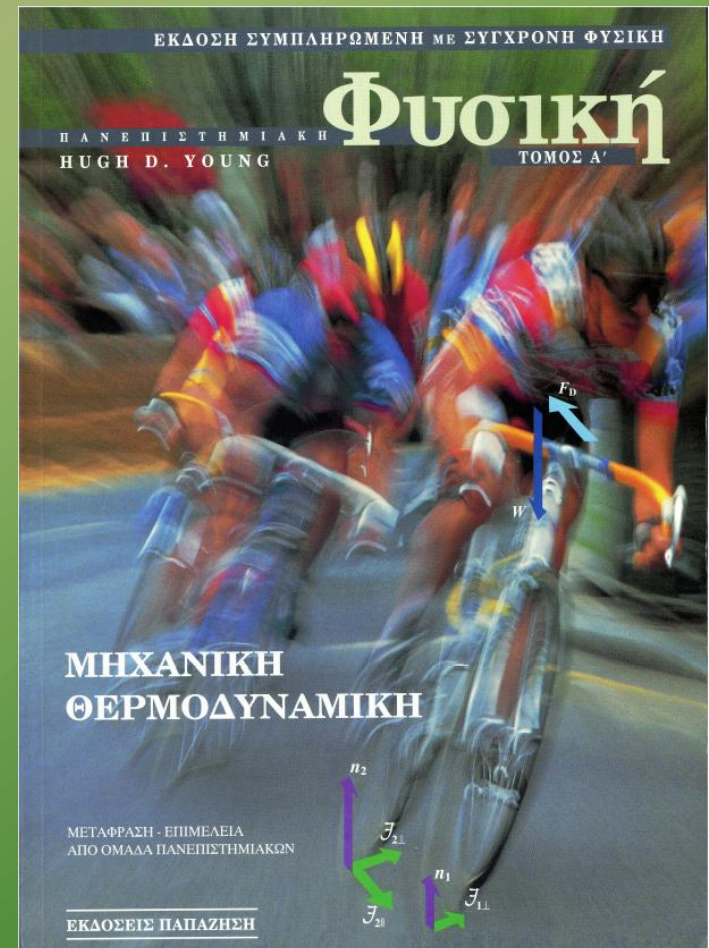
Βιβλιογραφία



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Υλικά Ι

Δημήτρης Παπάζογλου
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών



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

📁 Έγγραφα

📅 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 συμπεκνωμένης ύλης.

Νανοδομημένα υλικά με ενδιαφέρον στην νανο-βιοτεχνολογία.

Κωδικός: PHY1982

Κατηγορία: Φυσικής » Προπτυχιακό

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.

Θερμικές ιδιότητες

1. Θερμοχωρητικότητα
2. Θερμική αγωγιμότητα
3. Θερμική διαστολή
4. Θερμική τάση



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

1. Θερμοχωρητικότητα

Το σύμβολο Q παριστάνει την θερμότητα. Αποδεικνύεται ότι παρέχοντας θερμότητα Q σε ένα υλικό, αυξάνεται η θερμοκρασία του από T_1 σε T_2 δηλαδή κατά $\Delta T = (T_2 - T_1)$ και η θερμότητα αυτή είναι ανάλογη της αύξησης της θερμοκρασίας ΔT κι εξαρτώμενη από το υλικό (την ποσότητα και το είδος του- C). Δηλαδή αποδεικνύεται ότι:

$$Q = C \cdot \Delta T$$

όπου το C ονομάζεται **θερμοχωρητικότητα** και είναι μία χαρακτηριστική ιδιότητα του υλικού στο οποίο παρέχεται η θερμότητα Q .

Όταν η παρεχόμενη θερμότητα προκαλεί μία πολύ μικρή-απειροστή μεταβολή της θερμοκρασίας δηλαδή $\Delta T \rightarrow dT$ τότε αυτή η παρεχόμενη θερμότητα συμβολίζεται dQ και είναι επίσης απειροστή. Ο παραπάνω τύπος διαμορφώνεται ως εξής:

$$dQ = C \cdot dT$$

Θερμοχωρητικότητα C = ικανότητα ενός υλικού να απορροφά ενέργεια από
(heat capacity) το εξωτερικό περιβάλλον
ή εναλλακτικά το ποσό της ενέργειας που απαιτείται για την
αύξηση της T κατά μια μονάδα

$$C = \frac{dQ}{dT}$$

dQ = ενέργεια που απαιτείται για θερμοκρασιακή μεταβολή κατά dT

Μονάδες : $J/(mol \cdot K)$, $cal/(mol \cdot K)$

ΕΤΥ-349

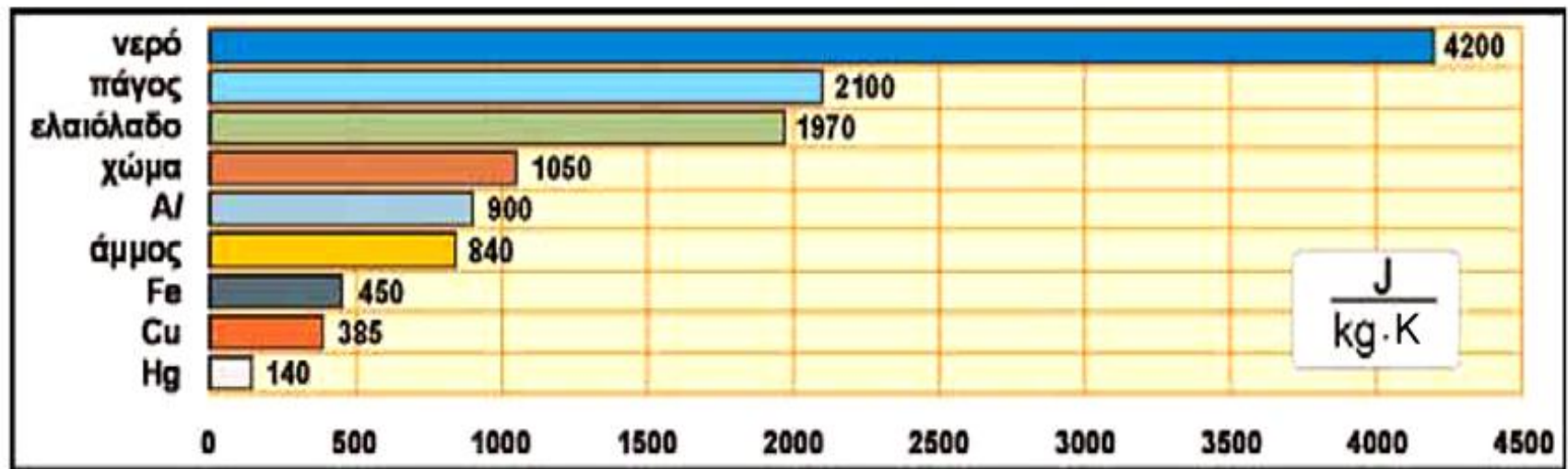
ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
ΥΛΙΚΩΝ

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογία Υλικών, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Διδάσκων: Βασίλης Παλιόγλου

1. Θερμοχωρητικότητα

Η θερμοχωρητικότητα ανά μονάδα μάζας ονομάζεται **ειδική θερμότητα** $c=C/m$ σε $J/(Kg.K)$.
Διαγράμματα που ενδεικτικά παρουσιάζουν ειδικές θερμότητες υλικών και μία ταξινόμηση των υλικών με βάση την ειδική τους θερμότητα δίνονται παρακάτω:



Τυπικές τιμές ειδικής θερμότητας c

Μέταλλα

100-1000
περίπου

Κεραμικά

800-1000
περίπου

Πολυμερή

1000-2000
περίπου

c ($J/(Kg.K)$)

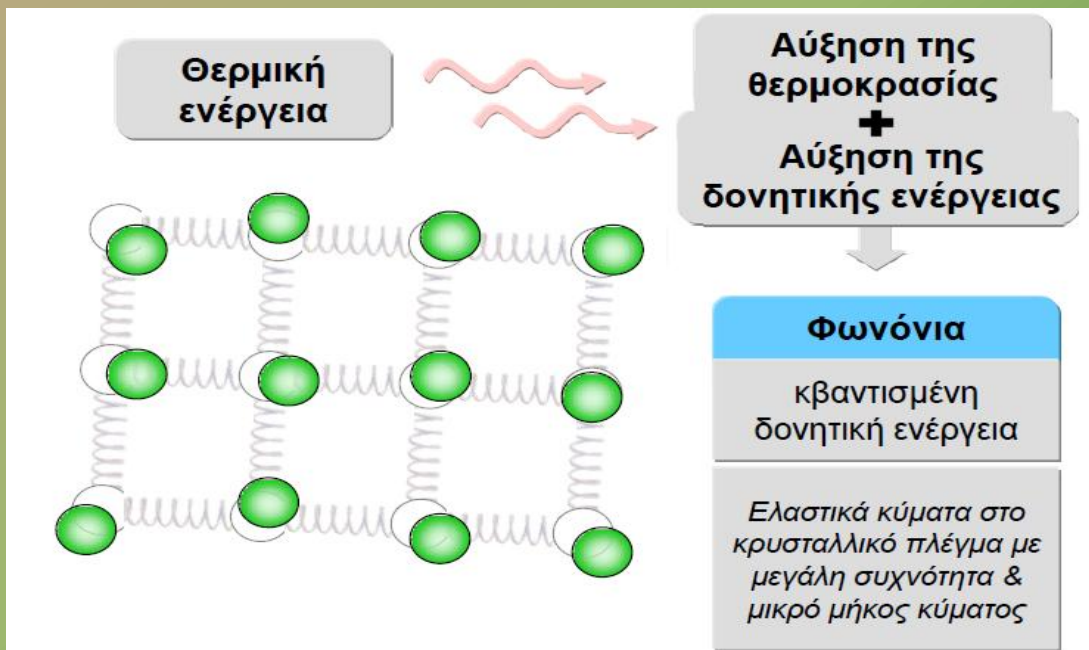
1. Θερμοχωρητικότητα

Στα περισσότερα στερεά ένας από τους **κύριους μηχανισμούς απορρόφησης** της θερμότητας είναι μέσω της αύξησης της δονητικής ενέργειας των ατόμων.

Τα άτομα ή τα μόρια στα στερεά υλικά ταλαντώνονται συνεχώς σε πολύ υψηλές συχνότητες και με σχετικώς μικρά πλάτη.

Οι ταλαντώσεις των γειτονικών ατόμων είναι συζευγμένες εξαιτίας των ατομικών δεσμών, είναι συλλογικές και διαδίδονται ως οδεύοντα πλεγματικά κύματα (πρακτικά είναι μηχανικά κύματα) και ονομάζονται **φωνόνια**.

Οι συχνότητες ταλάντωσης των συλλογικών αυτών ταλαντώσεων και συνακόλουθα οι ενέργειες τους μπορεί να πάρουν διάφορες τιμές, οι οποίες όμως είναι ακέραια πολλαπλάσια μίας βασικής (δηλαδή είναι κβαντισμένες).



ΕΤΥ-349
ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
ΥΛΙΚΩΝ
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών, Πανεπιστήμιο Κρήτης
Διδάσκων: Βασίλης Παλτόγλου

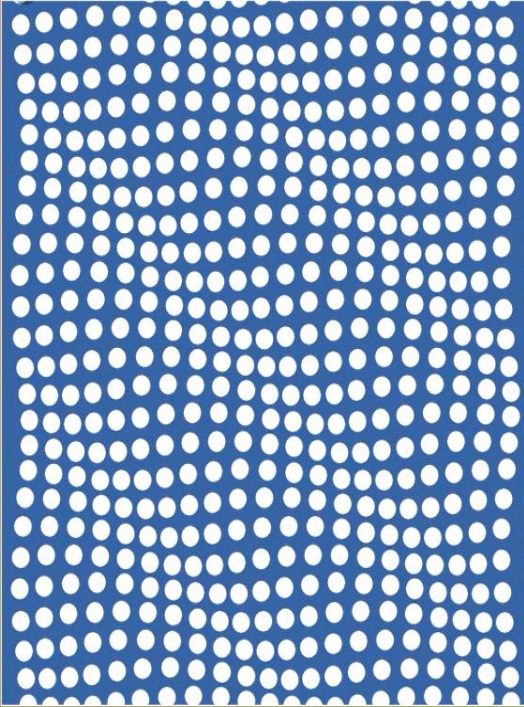
 **ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ**
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Υλικά Ι
Δημήτρης Παπάζογλου
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ 1: ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ & ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

1. Θερμοχωρητικότητα



Συζευγμένες πλεγματικές ταλαντώσεις (φωνόνια-στιγμιότυπο όπου τα άτομα συμβολίζονται ως λευκοί κύκλοι-αριστερά και ως μπλε και κόκκινοι κάτω).

Προσομοιώσεις θα βρείτε στις ακόλουθες διευθύνσεις:

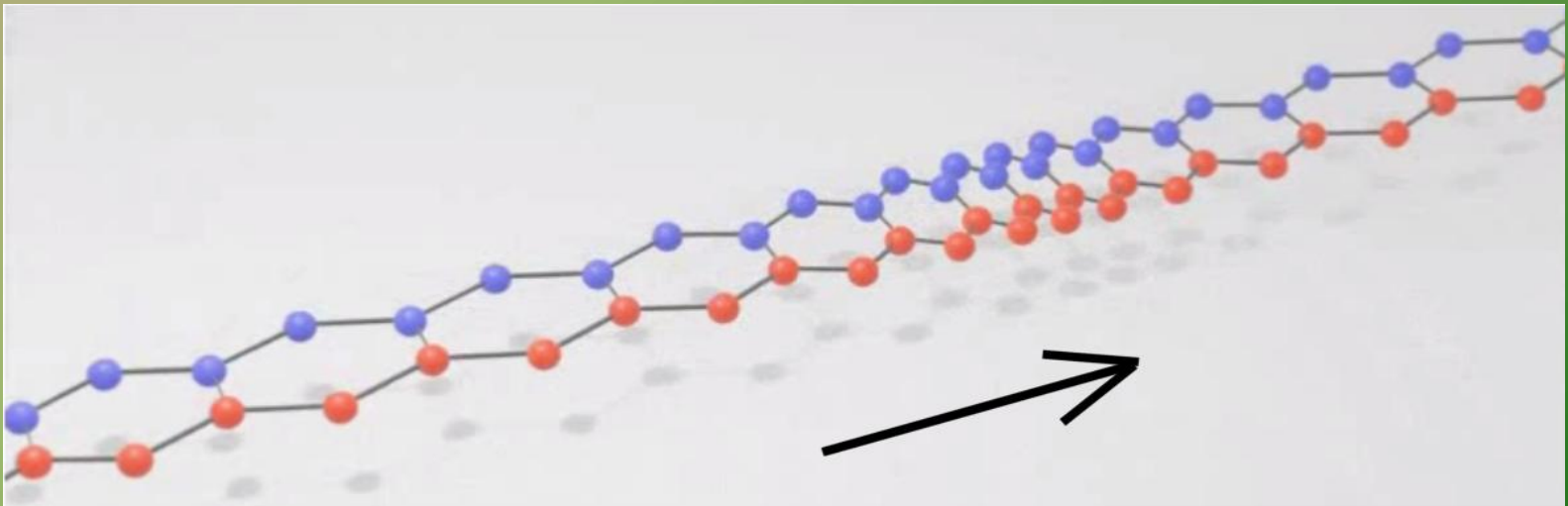
<http://rmuttphysics.blogspot.com/2015/05/blog-post.html>

<https://www.nist.gov/image/phonongif-0> Credit: Sean Kelley/NIST

<https://phys.org/news/2018-02-scientists-chiral-phonons-d-semiconductor.html>

<https://iopscience.iop.org/1367-2630/13/2/025016/media/njp025016movie1.gif>

Όλα προσπελάστηκαν στις 5-5-2020.

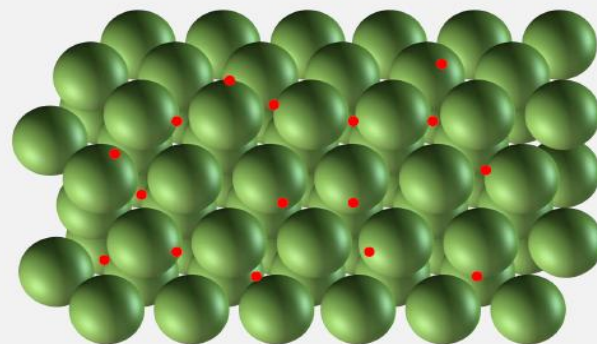


1. Θερμοχωρητικότητα

Άλλοι μηχανισμοί απορρόφησης θερμότητας (θερμικής ενέργειας), εκτός των φωνονίων οι οποίοι συνεισφέρουν στην ολική θερμοχωρητικότητα του στερεού είναι :

- Η **ηλεκτρονική συνεισφορά**: αφορά μόνο τα **ελεύθερα** ηλεκτρόνια που συναντήσαμε στην ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ 3Γ, στο μεταλλικό δεσμό (βλέπε δίπλα).
- Η **πρόκληση αταξίας στα σπιν ηλεκτρονίων** κάποιων υλικών (των σιδηρομαγνητικών).

Μεταλλικό Ατομικό Πλέγμα



- Ελεύθερα ηλεκτρόνια
- Μεταλλικός δεσμός

Θερμική
ενέργεια

Αύξηση της
θερμοκρασίας

αταξία στο σπιν
ηλεκτρονίων
σιδηρομαγνητικών
υλικών

Φωνόνια

Κυρίαρχος μηχανισμός
απορρόφησης θερμικής
ενέργειας

Ηλεκτρόνια

Ηλεκτρονική συνεισφορά
ασήμαντη για θερμοκρασίες
 $T > 0K$

Μικρό κλάσμα των
ηλεκτρονίων συμμετέχει

ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (2016-2017)

ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ

Ε-CLASS
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

Περιγραφή

ΕΤΥ-349

ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
ΥΛΙΚΩΝ

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογία Υλικών, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Διδάσκων: Βασίλης Παλιόγλου



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Υλικά Ι

Δημήτρης Παπάζογλου
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών

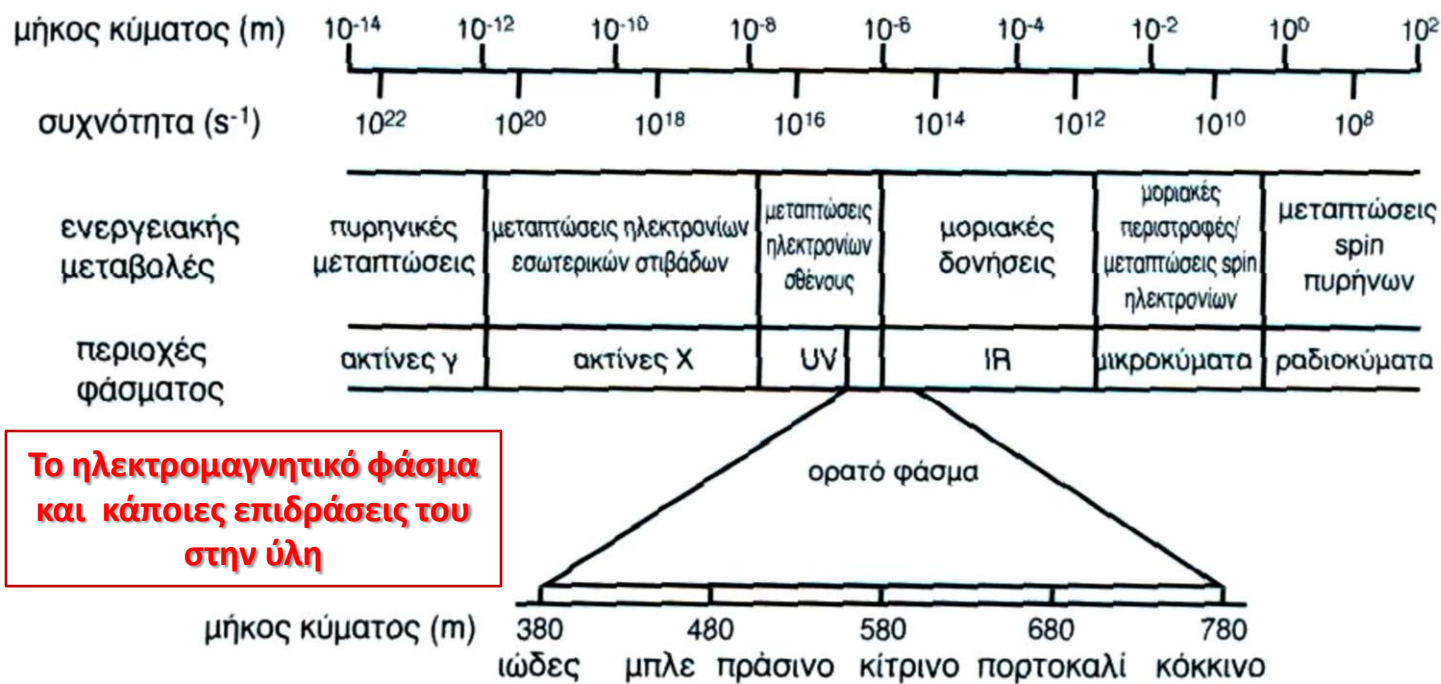


1. Θερμοχωρητικότητα

Γιατί τα μικροκύματα, το απώτερο υπέρυθρο ζεσταίνει, ενώ το φως και οι υψηλότερης ενέργειας από το φως ακτινοβολίες δεν ζεσταίνουν στον ίδιο βαθμό;

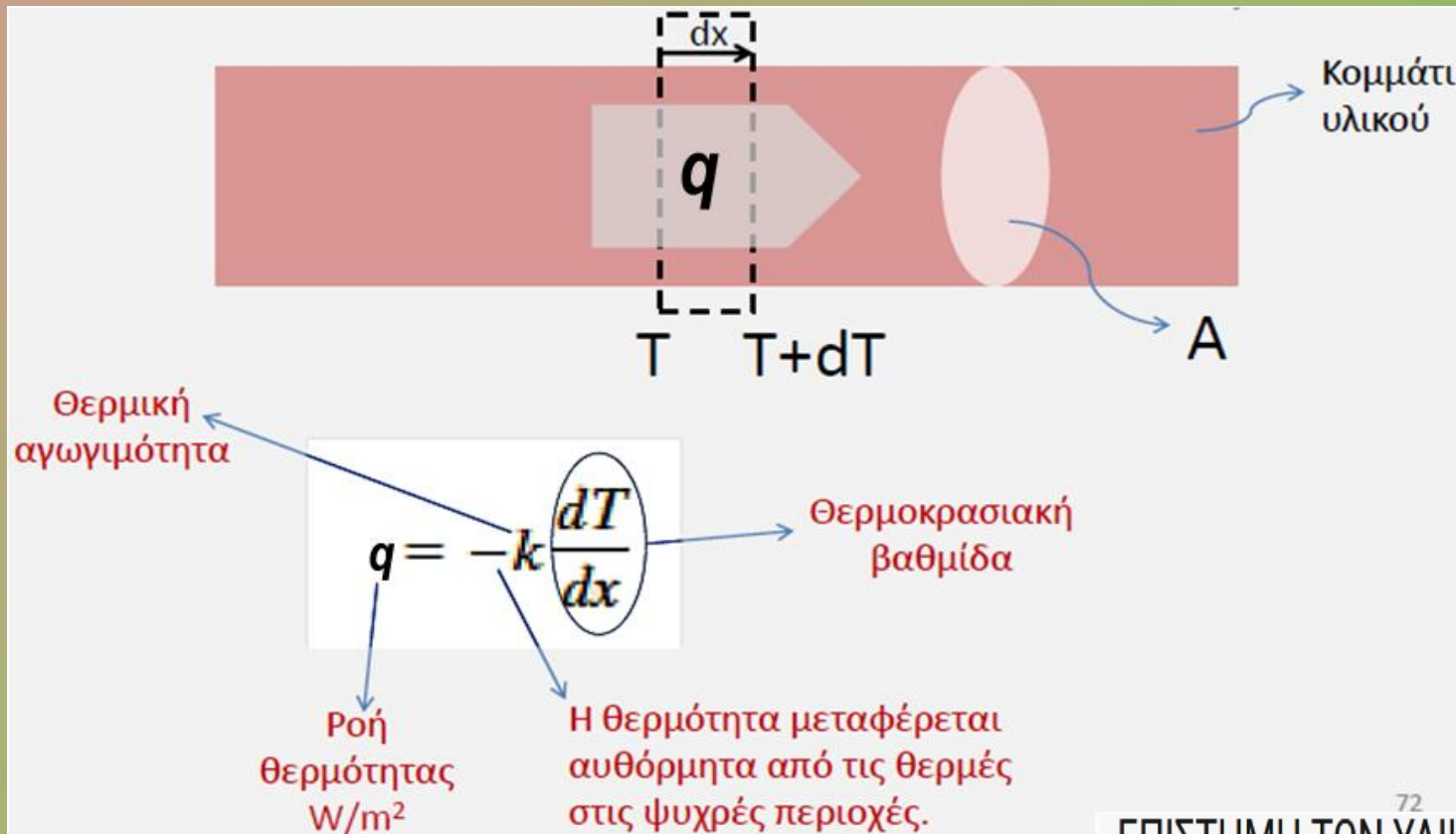
Κάθε περιοχή συχνοτήτων του **ηλεκτρομαγνητικού φάσματος** προκαλεί συγκεκριμένες επιδράσεις όταν προσπίπτει στην ύλη.

Π.χ. οι ακτίνες-γ επιδρούν στους πυρήνες των ατόμων, οι υπεριώδεις ακτινοβολίες και οι ορατές επιδρούν στα δεσμευμένα ηλεκτρόνια των ατόμων και κυρίως τα πιο απόμακρα από τον πυρήνα (στα ηλεκτρόνια σθένους), ενώ οι υπέρυθρες ακτινοβολίες επιδρούν στις ταλαντώσεις των ατόμων που συνιστούν τα μόρια. Τέλος τα απώτερο υπέρυθρο και τα μικροκύματα επιδρούν στην περιστροφή των μορίων και στις συλλογικές τους κινήσεις (που είναι ουσιαστικά αυτές που σχετίζονται με τη μεταφορά θερμότητας-π.χ. βλέπε φούρνο μικροκυμάτων και εστίες υπέρυθρης ακτινοβολίας).



2. Θερμική αγωγιμότητα

Όπως ειπώθηκε παραπάνω **θερμότητα** Q είναι η μεταφορά ενέργειας εξαιτίας διαφοράς θερμοκρασίας ΔT . **Θερμική αγωγιμότητα** είναι η ικανότητα του υλικού να μεταφέρει θερμότητα. **Ροή θερμότητας** q είναι η ενέργεια ανά μονάδα χρόνου κι επιφάνειας.



Ο συντελεστής k (ο οποίος ονομάζεται συντελεστής **θερμικής αγωγιμότητας** ή απλά **θερμική αγωγιμότητα**) μετριέται σε μονάδες $W/(m.K)$ στο S.I. Ενώ η ροή θερμότητας q σε W/m^2 στο Διεθνές σύστημα μονάδων S.I. ή σε $Btu/(h.ft^2)$ στο Αγγλοσαξωνικό.

72
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (2016-2017)

ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ

Ε-CLASS
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

Περιγραφή

2. Θερμική αγωγιμότητα

ΕΥ-349

ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
ΥΛΙΚΩΝ

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Διδάσκων: Βασίλης Παλιόγλου



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Υλικά Ι

Δημήτρης Παπάζογλου

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών



Θερμική
αγωγή

Φωνόνια

k_l

Ηλεκτρόνια
(ελεύθερα)

k_e

Μέσω κρούσεων με
φωνόνια ή ατέλειες

$$k = k_l + k_e$$

Συνήθως ένας μηχανισμός υπερισχύει

Η θερμότητα στα στερεά υλικά όπως προειπώθηκε μεταφέρεται :

(1) Με **πλεγματικές ταλαντώσεις (φωνόνια)** και η συνεισφορά αυτών στο συντελεστή k της θερμικής αγωγιμότητας είναι k_l . Η θερμική ενέργεια μεταφέρεται στη διεύθυνση κίνησης των φωνονίων, από περιοχές υψηλής σε περιοχές χαμηλής θερμοκρασίας T .

(2) Με **ελεύθερα ηλεκτρόνια** (ηλεκτρόνια αγωγιμότητας-στα μέταλλα) και η συνεισφορά αυτών στο συντελεστή k της θερμικής αγωγιμότητας είναι k_e . Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια στα μέταλλα αποκτούν επιπλέον κινητική ενέργεια σε μια θερμή περιοχή του δοκιμίου και μετακινούνται σε ψυχρότερες περιοχές όπου μέρος της κινητικής τους ενέργειας μεταφέρεται στα άτομα ως συνέπεια των συγκρούσεων τους με φωνόνια ή με άλλες ατέλειες εντός του κρυστάλλου.

2. Θερμική αγωγιμότητα

Μέταλλα

$$k_e \gg k_l$$

$$k : 20 - 400 \frac{W}{m \cdot K}$$

Στα μέταλλα ο ηλεκτρονιακός μηχανισμός μεταφοράς θερμότητας είναι πιο αποδοτικός από την φωνονική συνεισφορά

Στα μέταλλα τα ελεύθερα ηλεκτρόνια είναι υπεύθυνα και για ηλεκτρική αγωγιμότητα.

Τα πολυμερή χρησιμοποιούνται συχνά ως θερμικοί μονωτές. Τα πολυμερή με υψηλή κρυσταλλικότητα έχουν μεγαλύτερη αγωγιμότητα από τα αντίστοιχα άμορφα πολυμερή.

Πολυμερή

$$k \approx 0.3 \frac{W}{m \cdot K}$$

Στα πολυμερή η θερμική αγωγιμότητα επιτυγχάνεται με την δόνηση και περιστροφή των μοριακών αλυσίδων. Η αύξηση του βαθμού κρυσταλλικότητας ενός πολυμερούς οδηγεί στην αύξηση της θερμικής αγωγιμότητας!



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Υλικά Ι

Δημήτρης Παπάζογλου
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών



Τα μέταλλα είναι πολύ καλοί αγωγοί της θερμότητας. Στα κράματα (μίγματα που περιέχουν τουλάχιστον ένα μέταλλο) η θερμική αγωγιμότητα είναι μειωμένη σε σχέση με τα καθαρά μέταλλα.

2. Θερμική αγωγιμότητα

Κεραμικά

$$k_i \gg k_e$$

$$k: 2 - 50 \frac{W}{m \cdot K}$$

Στα κεραμικά υλικά τα φωνόνια είναι κατά κύριο λόγο υπεύθυνα για την θερμική αγωγιμότητα.

Τα φωνόνια όμως δεν είναι τόσο **αποδοτικά** στην μεταφορά θερμότητας όσο τα ελεύθερα ηλεκτρόνια επειδή **σκεδάζονται** έντονα από τις **ατέλειες** του πλέγματος

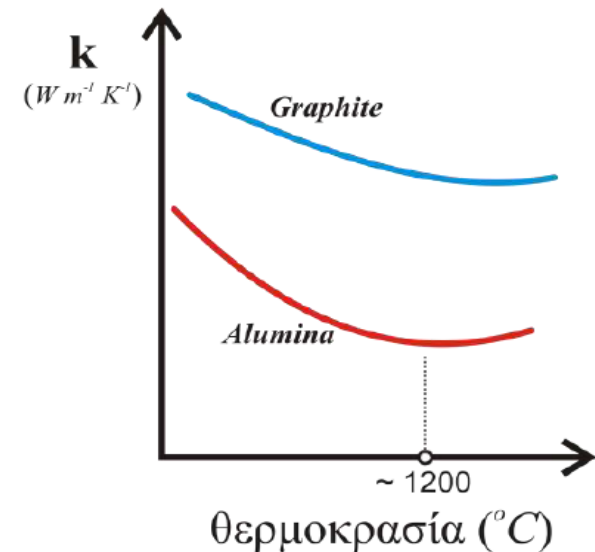
Τα κεραμικά λειτουργούν κυρίως ως θερμικοί μονωτές.

Η αύξηση του όγκου και του αριθμού των πόρων δημιουργεί μείωση της θερμικής αγωγιμότητας.

Κεραμικά

σε χαμηλές θερμοκρασίες η θερμική αγωγιμότητα κατά κανόνα **μειώνεται** με την αύξηση της θερμοκρασίας

σε υψηλές θερμοκρασίες η θερμική αγωγιμότητα **αυξάνεται** λόγω της μεταφοράς θερμότητας με ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία



Τα άμορφα κεραμικά είναι λιγότερο αγωγίμα από κρυσταλλικά

Το πορώδες **ελαττώνει** τη θερμική αγωγιμότητα
(θερμική αγωγιμότητα αέρα $0.02 W/m K$)



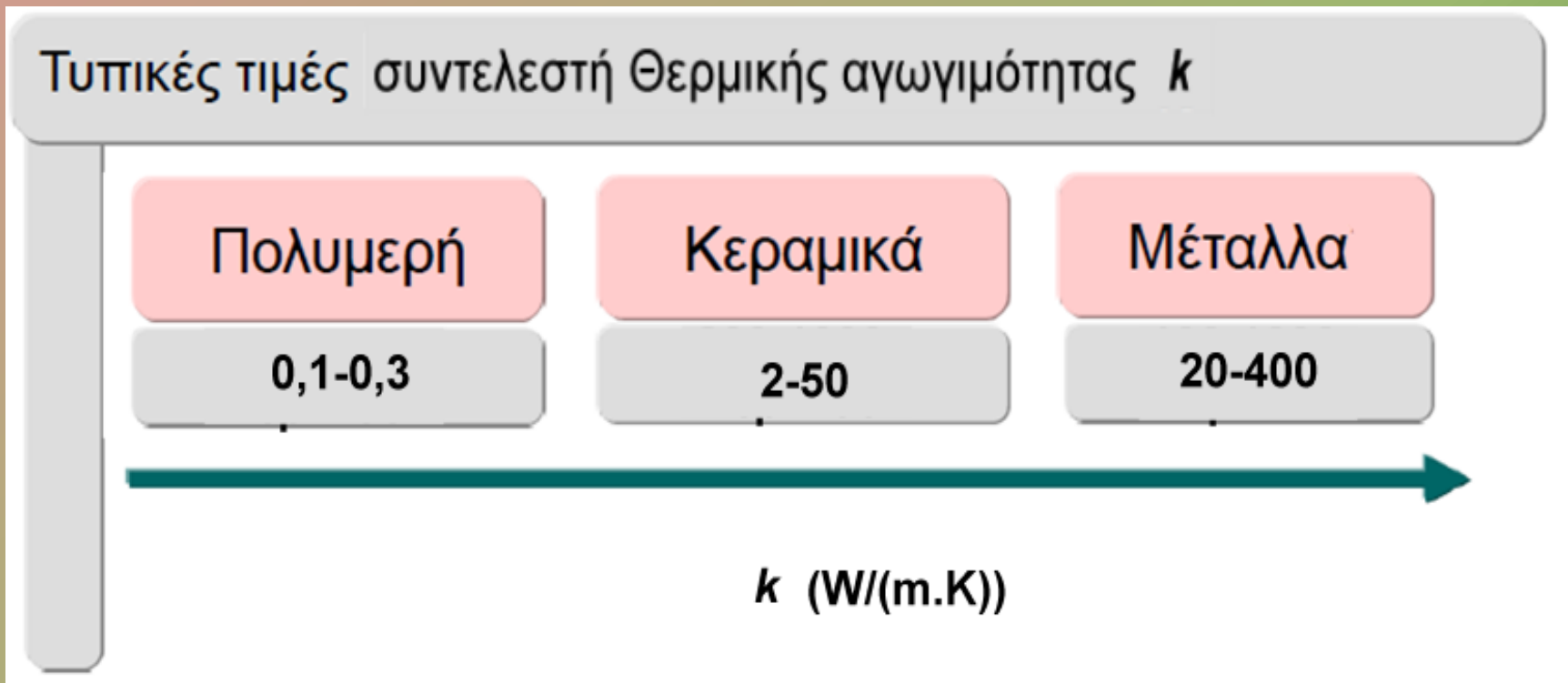
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Υλικά Ι

Δημήτρης Παπάζογλου
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών



2. Θερμική αγωγιμότητα



ΕΥ-349
ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
ΥΛΙΚΩΝ
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογία Υλικών, Πανεπιστήμιο Κρήτης
Διδάσκων: Βασίλης Παλτόγλου

3. Θερμική διαστολή

Τα περισσότερα στερεά υλικά διαστέλλονται κατά την θέρμανση τους και συστέλλονται όταν ψύχονται. Μία εξαίρεση αποτελεί το νερό σε συγκεκριμένη περιοχή θερμοκρασιών (0-4 °C).

$$\frac{l_f - l_0}{l_0} = a_l(T_f - T_0)$$

$$\frac{\Delta l}{l_0} = a_l \Delta T$$

Η μεταβολή του μήκους Δl με τη θερμοκρασία για ένα γραμμικό στερεό υλικό δίνεται από τον παραπάνω τύπο, όπου l_0 , l_f -αντιστοίχως το **αρχικό και τελικό μήκος του στερεού γραμμικού υλικού** κατά τη μεταβολή της θερμοκρασίας ΔT από T_0 σε T_f . Το a_l λέγεται **γραμμικός συντελεστής της θερμικής διαστολής** με μονάδες αντίστροφης θερμοκρασίας [(°C)⁻¹].



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Υλικά Ι

Δημήτρης Παπάζογλου
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών

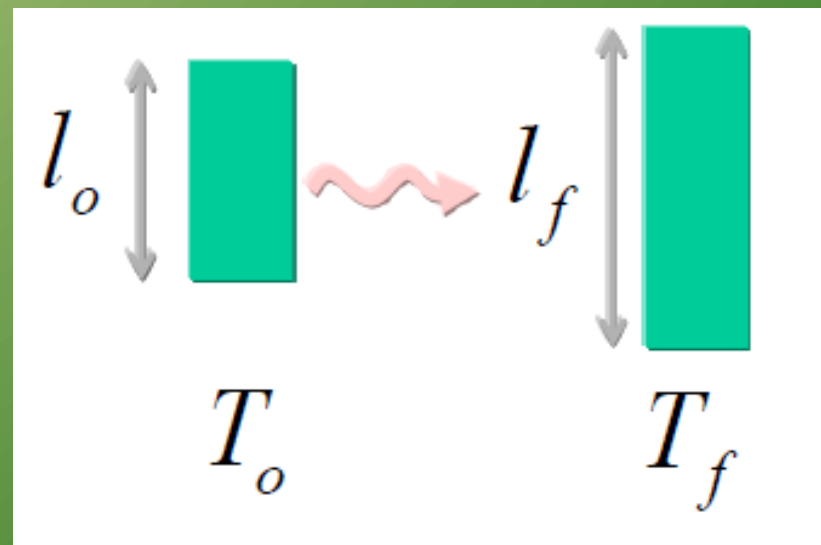


Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΕΤΥ-349
ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
ΥΛΙΚΩΝ

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Διδάσκων: Βασίλης Παλιόγλου



3. Θερμική διαστολή

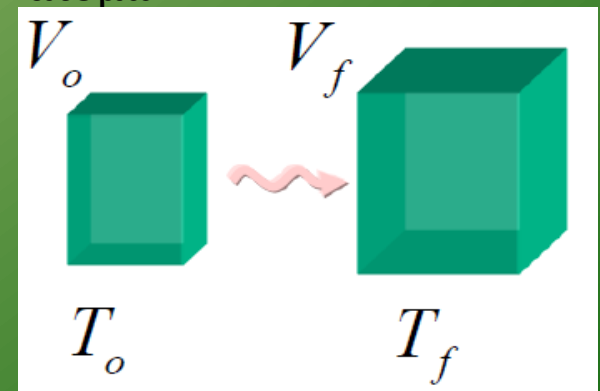
Η θέρμανση ή ψύξη επιδρά σε όλες τις διαστάσεις ενός σώματος –άρα συμβαίνει μεταβολή του όγκου του που δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \alpha_v \Delta T$$

όπου ΔV , V_0 αντιστοίχως η μεταβολή του όγκου και ο αρχικός όγκος, α_v ο κατ' όγκον συντελεστής της θερμικής διαστολής με μονάδες αντίστροφης θερμοκρασίας [$(^{\circ}\text{C})^{-1}$].

Σε υλικά στα οποία η θερμική διαστολή είναι ισότροπη (ίδια σε όλες τις διευθύνσεις) δηλαδή δεν εξαρτάται από την κρυσταλλογραφική διεύθυνση κατά την οποία μετράται, ισχύει $\alpha_v \cong 3\alpha_l$,

Θεώρηση της θερμικής διαστολής στην κλίμακα των ατόμων: η θερμική διαστολή είναι αποτέλεσμα της αύξησης της μέσης απόστασης μεταξύ των ατόμων.



 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Υλικά Ι

Δημήτρης Παπάζογλου
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών

ΕΤΥ-349
ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
ΥΛΙΚΩΝ

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Διδάσκων: Βασίλης Παλιτόγλου

3. Θερμική διαστολή



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Υλικά Ι

Δημήτρης Παπάζογλου
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών



Τυπικές τιμές συντελεστών θερμικής διαστολής

Κεραμικά

0.5 - 15 ($\times 10^{-6}$)

Μέταλλα*

5 - 25 ($\times 10^{-6}$)

Πολυμερή

50 - 400 ($\times 10^{-6}$)

α_l ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)

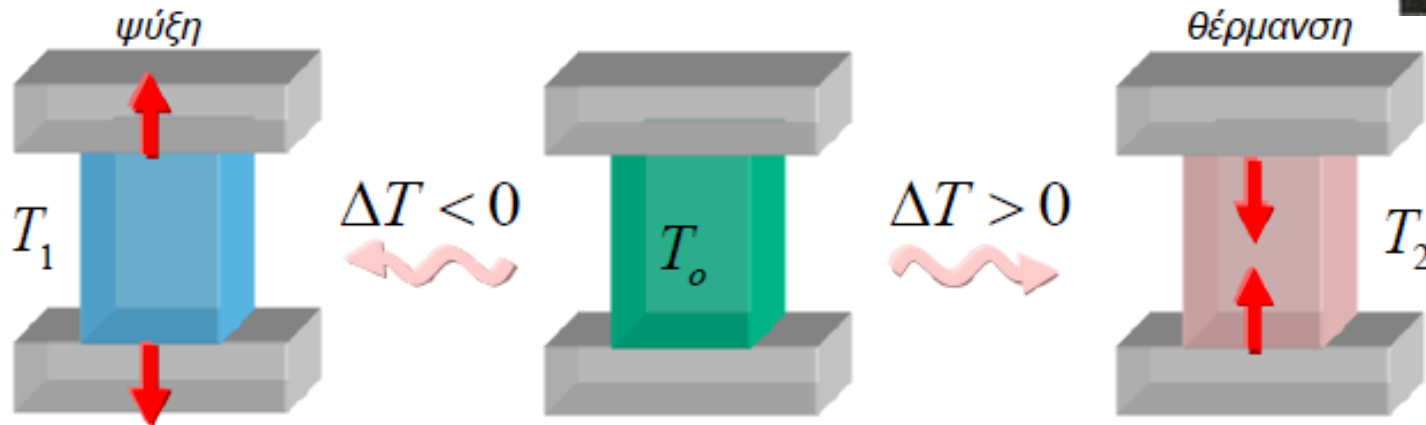
Κρυσταλλικά : α_l ανισότροπο, άμορφα: α_l ισότροπο

4. Θερμική τάση-Θερμικό σοκ

Θερμικές τάσεις :

Είναι οι δυνάμεις που αναπτύσσονται σε ένα σώμα όταν αυτό βρίσκεται υπό περιορισμό και το θερμαίνουμε ή το ψύχουμε.

Οι **απότομες θερμοκρασιακές μεταβολές** (ψύξη ή θέρμανση) ονομάζονται **θερμικό σοκ** και οδηγούν τα ψαθυρά υλικά (π.χ. τα κεραμικά) σε θραύση και τα όλκιμα υλικά (π.χ. τα μέταλλα) σε πλαστική παραμόρφωση.



πλαστική
παραμόρφωση
μεταλλικών
ραγών τραίνου
μετά από
υπερβάλλουσα
θέρμανση



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Υλικά Ι

Δημήτρης Παπάζογλου
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών

