

Κεφάλαιο 2 ον

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Θερμότητα

Θερμιδομετρία

2

Θερμότητα – χρόνος θέρμανσης

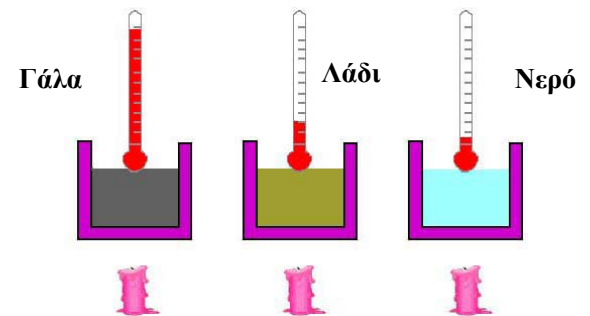
Αν ένα σώμα θερμαίνεται από μια θερμική πηγή (γκαζάκι, ηλεκτρικό μάτι), τότε η θερμότητα (Q) που απορροφάται από το σώμα είναι ανάλογη :

- Του χρόνου στον οποίο το σώμα θερμαίνεται
- Η θερμότητα συμβολίζεται με το Q και έχει σαν μονάδα μέτρησης:

Μονάδα: → Joule (J)

3

Εξάρτηση από είδος (c) του σώματος



4

Ειδική θερμοχωρητικότητα (c)

- Έχουμε εξετάσει πειραματικά το ότι η θερμότητα που χρειάζεται για την αύξηση της θερμοκρασίας ενός σώματος εξαρτάται και από το είδος του υλικού.
- Το είδος του υλικού καθορίζεται από ένα συντελεστή, που ονομάζεται

ειδική θερμοχωρητικότητα (c)

– Μονάδες : $\frac{J}{Kg \cdot ^\circ C}$ (Joule ανά χιλιόγραμμα ανά βαθμό Κελσίου)

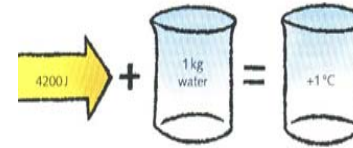
– Όσο πιο μεγάλη είναι η ειδική θερμοχωρητικότητα τόσο πιο δύσκολα θερμαίνεται το υλικό.

• Παράδειγμα :

- Το νερό έχει θερμοχωρητικότητα 4200 J / Kg °C
- Ο γαλκός έχει θερμοχωρητικότητα 400 J / Kg °C

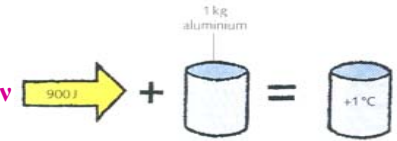
5

Παραδείγματα ειδικής θερμοχωρητικότητας



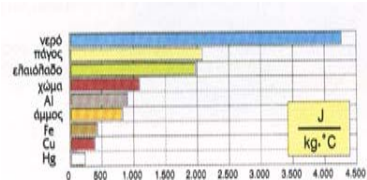
Χρειάζονται 4200 J ενέργειας για να ανεβάσουν την θερμοκρασία 1 Kg νερού κατά 1 °C

Χρειάζονται 900 J ενέργειας για να ανεβάσουν την θερμοκρασία 1 Kg αλουμινίου κατά 1 °C



Σύγκριση ειδικών θερμοχωρητικοτήτων

Παραδείγματα ειδικών θερμοχωρητικοτήτων	
υλικά	$\frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$
νερό	4200
οινόπνευμα	2500
πάγος	2100
άμμος	800
σκυρόδεμα (κουγκρί)	800
αλουμίνιο	880
σίδηρος	440
χαλκός	400
υδράργυρος	140



7

Ερώτηση

- **Ερώτηση:** Τι σημαίνει η θερμοχωρητικότητα του νερού είναι 4200 J / Kg °C

– Για να αυξήσουμε τη θερμοκρασία ενός Kg νερού κατά ένα °C χρειάζεται θερμότητα (ενέργεια) 4200 J

8

Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η θερμότητα που απαιτείται για την θέρμανση σώματος

- ❖ **Είδος υλικού (c)**
 - Διαφορετικός χρόνος για : **νερό, γάλα.**
- ❖ **Μάζα υλικού (m)**
 - Διαφορετικός χρόνος για τη θέρμανση μιας **κατσαρόλας** παρά ένα **μπρίκι** νερού.
- ❖ **Αύξηση θερμοκρασίας ($\Delta\theta = \theta_T - \theta_A$)**
 - Για διπλάσια αύξηση της θερμοκρασίας χρειάζεται διπλάσιος χρόνος, άρα διπλάσιο ποσό θερμότητας,

Νόμος Θερμιδομετρίας

Η θερμότητα που απορροφάται από ένα σώμα είναι ανάλογη

- Της **μάζας (m)** του σώματος
- Του είδους του υλικού (**ειδικής θερμοχωρητικότητας c**)
- Της **μεταβολής της θερμοκρασίας ($\Delta\theta$)**

□ **Τύπος:**

$$Q = m c \Delta\theta$$

Μονάδα: → **Joule (J)**

10

Ερωτήσεις - Παραδείγματα

Παράδειγμα : όταν η θερμοκρασία **2 Kg** νερού αυξάνεται από τους **20 °C** στους **25 °C**, η θερμότητα που μεταφέρεται στο νερό είναι :

$$\begin{aligned} Q &= mc\Delta\theta \\ &= 2 \times 4200 \times (25 - 20) \\ &= 2 \times 4200 \times 5 \\ &= 42000 \text{ J} \end{aligned}$$

11

Ασκήσεις

- 1) Σελίδα : 47 1, 2, 3, 4, 5.
- 2) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που χρειάζεται για να αυξηθεί η θερμοκρασία
 - I. 2 Kg νερού
 - II. 2 Kg άμμουΑπό τους 15 °C στους 60 °C
- 3) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που χρειάζεται για να αυξηθεί η θερμοκρασία 3 Kg σιδήρου από τους 20 °C στους 150 °C
- 4) Προσφέρουμε 8400 J σε 1 Kg
 - I. Νερού
 - II. Πάγου
 - III. ΆμμουΣε ποιο υλικό θα ανεβεί περισσότερο η θερμοκρασία του και σε ποιο λιγότερο.

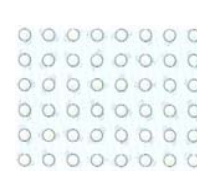
12

Θερμότητα

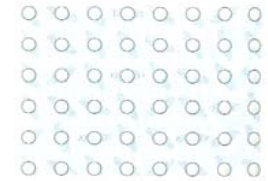
Διαστολή

13

Θερμική διαστολή των σωμάτων



Κρύο

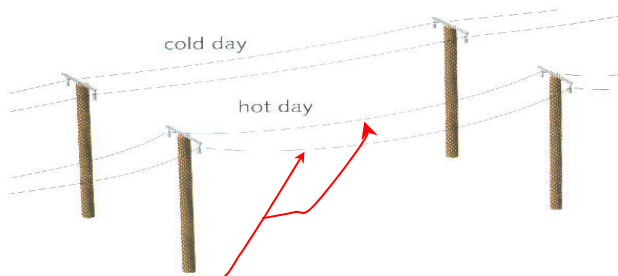


Ζεστό

Με την αύξηση της θερμοκρασίας ενός σώματος **αυξάνεται η κινητική ενέργεια** των ατόμων, με αποτέλεσμα αυτά να **ταλαντώνονται σε μεγαλύτερο χώρο**.

14

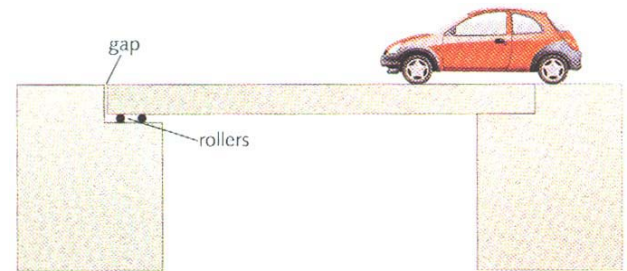
παράδειγμα 1: Ηλεκτροφόρα καλώδια



Κατά τις θερμές καλοκαιρινές μέρες τα ηλεκτροφόρα καλώδια **διαστέλλονται**

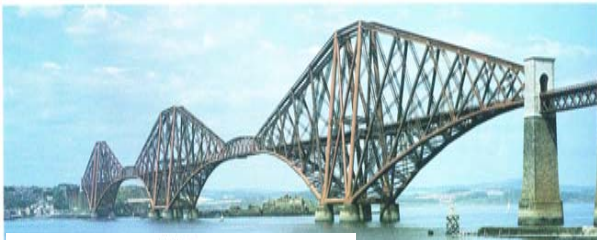
15

παράδειγμα 2: Γέφυρες

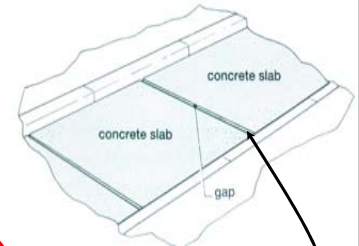


16

παράδειγμα 3: Γέφυρες



παράδειγμα 4: πεζοδρόμια-Σιδηροδρομικές γραμμές

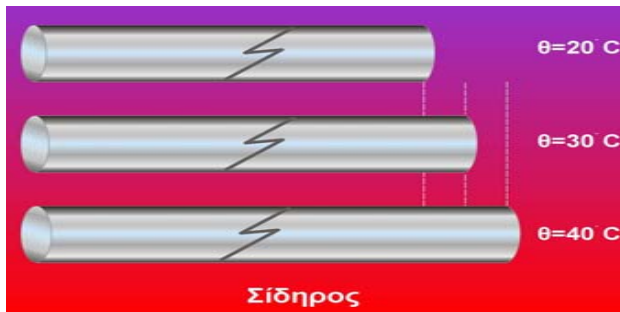


Οι πιο πάνω σιδηροδρομικές γραμμές **παραμορφώθηκαν**, εξ αιτίας της διαστολής, γιατί ο κατασκευαστής ξέχασε να αφήσει **προστατευτικό διάκενο**.

Στα πεζοδρόμια αφήνεται **διάκενο** για προστασία από τη διαστολή

18

A) Εξάρτηση από μεταβολή της θερμοκρασίας



Όσο μεγαλύτερη είναι η μεταβολή στη θερμοκρασία τόσο μεγαλύτερη είναι και η μεταβολή στο μήκος. (σελ. :54 ΕΙΚ. 2.22)¹⁹

B) Εξάρτηση από αρχικό μήκος



• Τα δύο μέταλλα έχουν το διαφορετικό αρχικό μήκος και την ίδια αρχική θερμοκρασία.

✓ Παρατηρούμε ότι για ίδια μεταβολή στη θερμοκρασία: όσο μεγαλύτερο το αρχικό μήκος τόσο μεγαλύτερη η **αύξηση**. (σελ. :53 ΕΙΚ. 2.21)²⁰

Γ) Εξάρτηση από είδος του υλικού

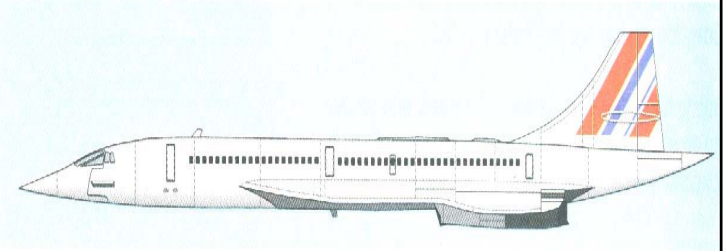


• Τα δύο μέταλλα έχουν το ίδιο αρχικό μήκος και την ίδια αρχική θερμοκρασία.

✓ Παρατηρούμε ότι για την ίδια μεταβολή στη θερμοκρασία το αλουμίνιο αυξήθηκε περισσότερο απ' ότι ο σίδηρος. (σελ.:53 ΕΙΚ. 2.20)

21

Πως αλλάζει το μήκος υπερηχητικού αεροσκάφους



Λόγω της τριβής με την ατμόσφαιρα το μήκος του Concorde αυξάνεται κατά ένα μέτρο όταν βρίσκεται στον αέρα παρά όταν βρίσκεται στο έδαφος.

22

Ανωμαλία του νερού

• Στα προηγούμενα μαθήματα έχουμε παρατηρήσει ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας ενός υγρού, έχουμε αύξηση στον όγκο του (Διαστολή)

(φυλλάδιο 32).

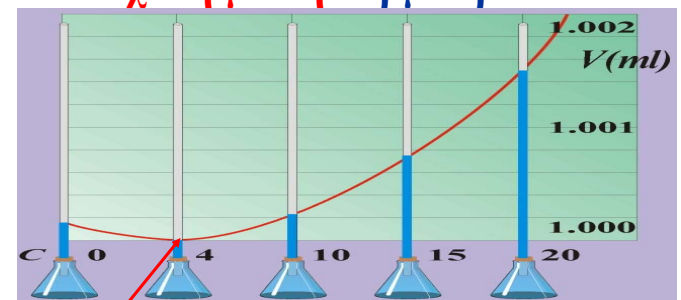
• Στο νερό, όπως θα διαπιστώσουμε πειραματικά, παρατηρείται μια ανωμαλία.

• Μεταξύ 0 και 4 °C, το νερό αντί να διαστέλλεται συστέλλεται.

• Για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 4 °C, το νερό συνεχίζει κανονικά τη διαστολή του.

23

Γραφική παράσταση όγκου σε σχέση με τη θερμοκρασία



• Ο όγκος του νερού στους 4 °C είναι ο ελάχιστος.

• Η πυκνότητα του νερού στους 4 °C είναι η μέγιστη.

24

Μεταβολή της πυκνότητας στο νερό

•Μεταξύ 0 και 4°C , δηλαδή στη περιοχή που το νερό παρουσιάζει ανωμαλία, έχουμε δει ότι το νερό **συστέλλεται** αντί να διαστέλλεται.

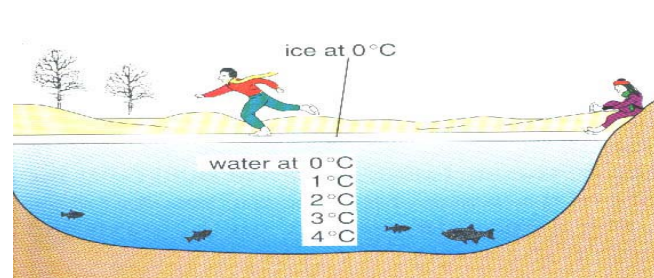
✓ Άρα τα μόρια του γίνονται πιο πυκνά με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πυκνότητά του.

✓Στη θερμοκρασία 4°C το νερό παρουσιάζει τη μέγιστη του πυκνότητα.

•**Ερώτηση:** γιατί ο πάγος επιπλέει πάνω από το νερό;

25

Φυσική σημασία της ανωμαλίας του νερού



Εξ' αιτίας της ανωμαλίας του νερού, στους βυθούς των παγωμένων λιμνών, οι οργανισμοί μπορούν να επιζήσουν.

26

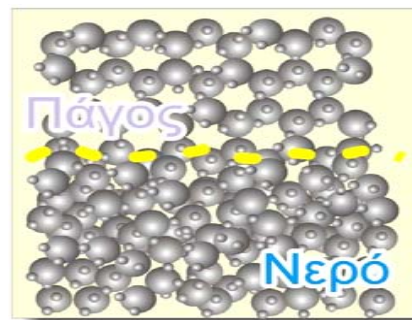
Ασκήσεις

• Σελίδα 59:

2, 7, 8, 10, 13

27

Συμπεριφορά των μορίων του νερού κατά την τήξη



Αύξηση της θερμοκρασίας \longrightarrow Πιο έντονες ταλαντώσεις των μορίων \longrightarrow Μειώνονται οι δυνάμεις μεταξύ των μορίων

\longrightarrow Το στερεό γίνεται υγρό.

28

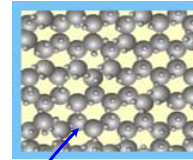
Γιατί μειώνεται ο όγκος του νερού αμέσως μετά τη τήξη

- ❑ Στο νερό (υγρό) τα μόρια του γλιστρούν το ένα πάνω στο άλλο.
- ❑ Όταν το νερό γίνει πάγος τα μόρια του σχηματίζουν εξάγωνα, οπότε ο χώρος που καταλαμβάνουν είναι μεγαλύτερος.

29

Συμπεριφορά των μορίων του νερού κατά την τήξη

Πάγος



Νερό



Κατά την τήξη του νερού, ο αριθμός των μορίων παραμένει ο ίδιος

Στο πάγο, τα μόρια βρίσκονται σε απόσταση

Στο νερό, τα μόρια βρίσκονται σε επαφή

30

Θερμότητα

Αλλαγές φάσης

3

Αλλαγές κατάστασης

- Τήξη είναι η μετατροπή ενός σώματος από την στερεή στην υγρή κατάσταση
- Πήξη είναι η μετατροπή ενός σώματος από την υγρή στην στερεή κατάσταση
- Εξάτμιση είναι η μετατροπή ενός σώματος από την υγρή στην αέρια κατάσταση

32

Αναπαράσταση: Πήξης - Τήξης



Όταν αρχίσετε να χοροπηδάτε πιο δύσκολα κρατιέστε σε σύνδεση.

Κατά παρόμοιο τρόπο όταν κάποιο σώμα **θερμανθεί**, απορροφά ενέργεια, και τα **μόρια** του **κινούνται** πιο έντονα

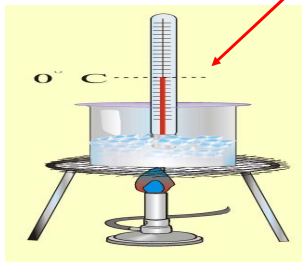


Τήξη

Στερεό → Υγρό : ΤΗΞΗ

Πείραμα

Σημείο τήξης νερού



Χρόνος σε λεπτά	Θερμοκρασία σε °C
0	-5
1	-3
2	-1
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	1
9	2
10	3

ΤΗΞΗ

Θερμοκρασία τήξης

Η θερμοκρασία του νερού **παραμένει σταθερή** (στους 0 °C) μέχρι να λιώσει όλος ο πάγος.

Πήξη

Υγρό → Στερεό : ΠΗΞΗ

Πείραμα

Σημείο πήξης νερού



Χρόνος σε λεπτά	Θερμοκρασία σε °C
0	15
1	9
2	3
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	-1
9	-2
10	-3

ΠΗΞΗ

Θερμοκρασία πήξης

Η θερμοκρασία του νερού **παραμένει σταθερή** (στους 0 °C) μέχρι να λιώσει όλος ο πάγος.

Εξάτμιση (βρασμός)

Υγρό → Αέριο : ΒΡΑΣΜΟΣ

Πείραμα

Σημείο εξάτμισης νερού



Χρόνος σε λεπτά	Θερμοκρασία σε °C
0	70
1	80
2	90
3	100
4	100
5	100
6	100
7	100
8	100
9	100
10	100

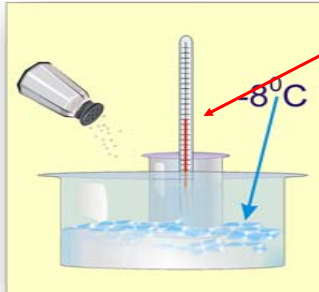
ΒΡΑΣΜΟΣ

Θερμοκρασία βρασμού

Η θερμοκρασία του νερού **παραμένει σταθερή** (στους 100 °C) μέχρι να εξατμισθεί όλο το νερό

Αλλαγή σημείου πήξης του νερού με την προσθήκη άλατος

Πείραμα



Αλλαγή σημείο
πήξης νερού, με
την προσθήκη
άλατος

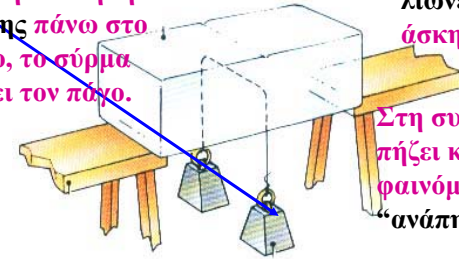
Γιατί στις ψυχρές χώρες σκορπούν αλάτι στους δρόμους λίγο πριν την χιονόπτωση;

37

Αλλαγή σημείου πήξης του νερού με την αύξηση της πίεσης

Πείραμα

Με την άσκηση πίεσης πάνω στο πάγο, το σύρμα κόβει τον πάγο.



Δηλαδή ο πάγος λιώνει με την άσκηση πίεσης

Στη συνέχεια ο πάγος πήξει και πάλι. Το φαινόμενο ονομάζεται “ανάπηξη”

Δηλαδή με την άσκηση πίεσης χαμηλώνει το σημείο πήξης-τήξης του πάγου.

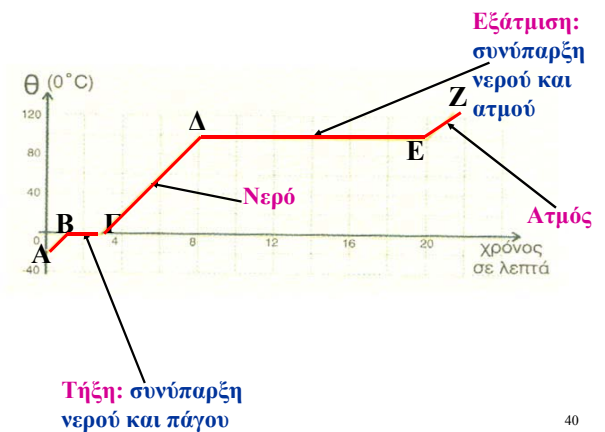
38

Ερωτήσεις

- Συνδυάστε το φαινόμενο της ανάπηξης με τις χιονόμπαλες.
- Συνδυάστε το φαινόμενο της ανάπηξης με το τι συμβαίνει με τα πατίνια ενός παγοδρομέα.
- Γιατί σε χαμηλές θερμοκρασίες χρησιμοποιούμε αντιπηκτικό υγρό στο αυτοκίνητο.

39

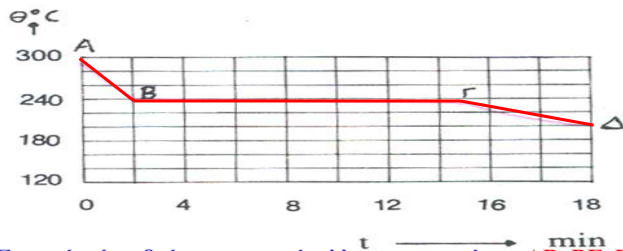
Αλλαγές φάσης στο νερό



40

Άσκηση

Η γραφική παράσταση δείχνει τη μεταβολή της θερμοκρασίας με το χρόνο για ένα μέταλλο που ψύχεται από τους 300 ο C.



- 1) Σε ποιά φάση βρίσκεται το μέταλλο στα κομμάτια AB, ΒΓ, ΓΔ
- 2) Από τη στιγμή που άρχισε η στερεοποίηση του μετάλλου, πόσο χρόνο χρειάστηκε για να στερεοποιηθεί όλη η μάζα του;
- 3) Ποιό το σημείο πήξεως/τήξεως του μετάλλου;

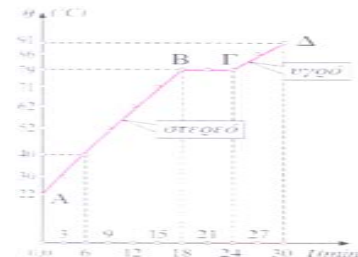
41

Άσκηση

- Ο παρακάτω πίνακας δείχνει πώς μεταβάλλεται κατά την τήξη η θερμοκρασία ενός υλικού, το οποίο θερμαίνεται σε σταθερή φλόγα.

Χρόνος (σε min)	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Θερμοκρασία (σε °C)	22	30	40	52	62	71	79	79	79	86	91

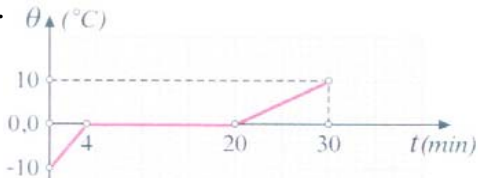
Να σχεδιάσετε το διάγραμμα θερμοκρασίας χρόνου για το υλικό αυτό



42

Άσκηση

Η γραφική παράσταση του σχήματος δείχνει πως μεταβάλλεται με το χρόνο η θερμοκρασία μιας ποσότητας πάγου που θερμαίνεται σε σταθερή φλόγα.



1. Πόσο χρόνο θερμάνθηκε ο πάγος μέχρι να μετατραπεί εξ ολοκλήρου σε νερό;
2. Πόσο χρόνο διήρκεσε το λιώσιμο του πάγου;
3. 10 λεπτά μετά τη στιγμή που ο πάγος αρχίζει να λιώνει, μέσα στο δοχείο θέρμανσης υπάρχει μόνο πάγος, μόνο νερό ή και πάγος και νερό;

43

Θερμότητα
Αγωγοί-μονωτές

44

Αγωγοί και μονωτές

Παραδείγματα :

- Γιατί ανακατεύουμε το φαγητό με ξύλινη κουτάλα
 - Γιατί τοποθετούμε πολυστερίνη στο ενδιάμεσο των διπλών τοίχων.
1. Αγωγοί (καλοί αγωγοί) : σώματα στα οποία, διαμέσου τους διαδίδεται η θερμότητα
 - **Μέταλλα**
 2. Μονωτές (κακοί αγωγοί) : σώματα στα οποία, διαμέσου τους **δεν** διαδίδεται η θερμότητα
 - **πλαστικά, χαρτί, φελλός, πολυστερίνη.**

45

Πως άγεται η θερμότητα

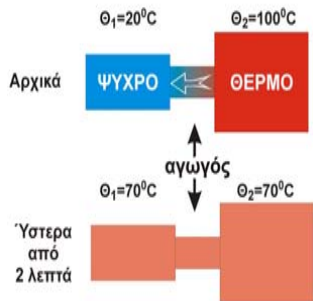
Πως μεταφέρεται η θερμοκρασία

- **Παράδειγμα** : θέρμανση μεταλλικής ράβδου από φλόγα λυχνίας.
 - **Τα μόρια του μετάλλου που είναι κοντά στη φλόγα κινούνται πιο έντονα**
 - **Μεταφέρουν ενέργεια στα γειτονικά μόρια**
- Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι όλα τα μόρια να αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία.

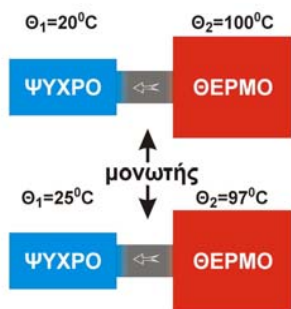
46

Αγωγοί και μονωτές

Αγωγοί



Μονωτές



47

Εφαρμογή αγωγιμότητας

Όταν πατήσουμε ξυπόλυτοι στα **πλακάκια**, λόγω του ότι είναι **καλοί αγωγοί** της θερμότητας, μεταφέρεται θερμότητα από τα πόδια μας στα πλακάκια



Το αντίθετο συμβαίνει όταν περπατούμε πάνω **σε χιλι**. Γιατί;

48

Άσκηση

Όταν η μία από τις άκρες μιας μεταλλικής βελόνας πλεξίματος ακουμπά επάνω σε ένα κομμάτι πάγου, μετά από λίγο αισθανόμαστε ότι η άκρη από την οποία την κρατάμε έχει κρυώσει. **Εξηγήστε γιατί συμβαίνει αυτό.**

