

## Μια μικρή ιστορία ...

Το έτος 2002 μια αποστολή της μη κυβερνητικής οργάνωσης GREENPEACE στα αρκτικά νησιά Svalbard της περιοχής Kongfjorden της Νορβηγίας αποτύπωσε με το φωτογραφικό φακό τον παγετώνα blomstradbreen, ο οποίος είχε αποτυπωθεί και το 1922.

Η φωτογραφική μαρτυρία είναι αδιαμφισβήτητη. Δεν είναι μόνον ο χρόνος που χωρίζει τις δυο εικόνες. Είναι η μείωση του όγκου των παγετώνων στα τελευταία 80 χρόνια. Έρευνες έχουν δείξει ότι το φαινόμενο αυτό δε συμβαίνει μόνο σε αυτή την περιοχή, αλλά παρατηρείται σε ολόκληρο τον πλανήτη. Τα τελευταία επτά χρόνια οι παγετώνες της Παταγωνίας στη Νότιο Αμερική έχουν χάσει 42 κυβικά χιλιόμετρα όγκου. Το ψηλότερο βουνό της Αφρικής, το όρος Κιλιμάντζαρο ύψους 5.895 m από το 1912 έως σήμερα έχει χάσει το 80% των πάγων του και μέχρι το έτος 2020 προβλέπεται να λιώσει και ο παγετώνας ηλικίας 11.700 ετών που βρίσκεται στην κορυφή του.

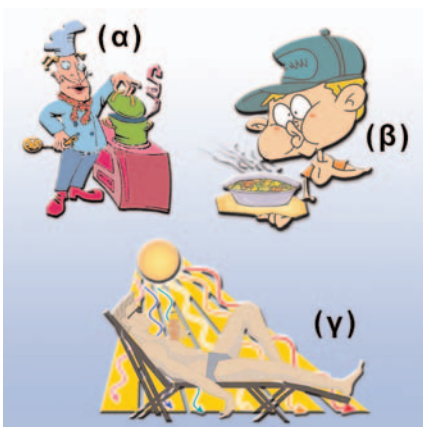
Το λιώσιμο των πάγων σημαίνει συναγερμό: Η θερμοκρασία τα γης φαίνεται να αυξάνει. Είναι υπεύθυνο για αυτό το φαινόμενο του θερμοκηπίου;



Στο κεφάλαιο αυτό:

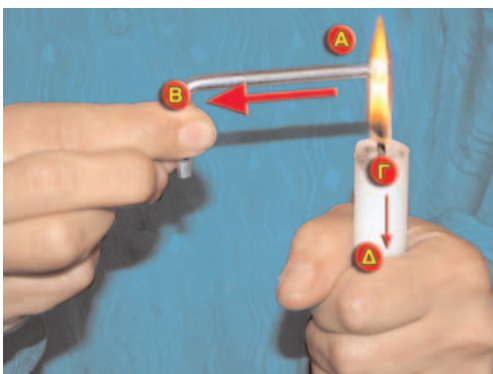
Θα γνωρίσεις τους τρόπους με τους οποίους διαδίδεται η θερμότητα και θα προσπαθήσεις να τους ερμηνεύσεις μικροσκοπικά. Θα εξοικειωθείς με τις έννοιες θερμική αγωγιμότητα, αγωγοί και μονωτές, ακτινοβολία. Θα μάθεις πότε ένα σώμα απορροφά ή εκπέμπει θερμότητα και από ποιους παράγοντες εξαρτάται η ποσότητα της εκπεμπόμενης θερμότητας.

# ΔΙΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ



Εικόνα 8.1.

Η θερμότητα διαδίδεται με: (α) αγωγή, (β) μεταφορά, (γ) ακτινοβολία.



Εικόνα 8.2.

## Θερμικοί αγωγοί και μονωτές

Από τη φλόγα του αερίου μεταφέρεται θερμότητα προς το άκρο Β της βελόνας πολύ γρήγορα, ενώ προς το άκρο Δ του κεριού πολύ αργά.

### Δραστηριότητα

- ▶ Σε μια μεταλλική βελόνα στάξε τρεις σταγόνες λιωμένο κεριά.
- ▶ Κράτησε τη μια άκρη της βελόνας πάνω από τη φλόγα ενός κεριά.
- ▶ Τι παρατηρείς; Πώς μεταφέρεται η θερμότητα από τη φλόγα σε ολόκληρη τη βελόνα;

## ΠΩΣ ΔΙΑΔΙΔΕΤΑΙ Η ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Η θερμότητα διαδίδεται πάντοτε από περιοχές υψηλότερης προς περιοχές χαμηλότερης θερμοκρασίας. Συχνά ακούς την έκφραση «κλείσε το παράθυρο για να μην μπαίνει κρύο». Σωστότερα θα έπρεπε να λέμε, για να εμποδιστεί η μεταφορά θερμότητας από το θερμότερο εσωτερικό του σπιτιού προς το ψυχρότερο περιβάλλον. Μέσα σ' ένα ζεστό σπίτι δεν μπαίνει «κρύο». Το εσωτερικό του σπιτιού κρυώνει, επειδή ένα μέρος από τη θερμική ενέργεια που περιέχει διαφεύγει προς το περιβάλλον. Η θερμική μόνωση των σπιτιών εμποδίζει τη διάδοση της θερμότητας και όχι την είσοδο του ψύχους-κρύου. Η ψυχρότητα δεν υπάρχει ως φυσική έννοια.

Η χύτρα στην οποία η μητέρα σου μαγειρεύει τη σούπα είναι κατασκευασμένη από αλουμίνιο, για να διαδίδεται γρηγορότερα η θερμότητα από την εστία σ' αυτήν. Οι λαβές, όμως, της χύτρας είναι πλαστικές, για να μην καίγονται τα χέρια μας όταν την πιάνουμε.

Όταν πρόκειται να φας τη ζεστή σούπα, τη φυσάς για να μεταφερθεί πιο γρήγορα θερμότητα προς το περιβάλλον και να κρυώσει.

Το καλοκαίρι, όταν βρίσκεσαι κάτω από τον ήλιο και όχι σε σκιερό μέρος, ζεσταίνεσαι, γιατί θερμότητα διαδίδεται από τον ήλιο στο σώμα σου.

Η θερμότητα διαδίδεται με τρεις τρόπους: με αγωγή, με μεταφορά και με ακτινοβολία (εικόνα 8.1).

## 8.1

### Διάδοση θερμότητας με αγωγή

Έχεις αναρωτηθεί γιατί αισθάνεσαι πιο κρύο το μεταλλικό σκελετό του θρανίου σου από την ξύλινη επιφάνεια, παρόλο που γνωρίζεις ότι και τα δύο σώματα έχουν την ίδια θερμοκρασία;

Κράτησε με το αριστερό σου χέρι ένα αναμμένο κεριά και με το δεξί το ένα άκρο μιας μεταλλικής βελόνας. Τοποθέτησε το άλλο άκρο της βελόνας πάνω από τη φλόγα του κεριά (εικόνα 8.2). Πολύ γρήγορα αισθάνεσαι το δεξί σου χέρι να θερμαίνεται, ενώ το αριστερό όχι. Πώς ερμηνεύεται το φαινόμενο αυτό στη γλώσσα της φυσικής;

Γνωρίζουμε ότι η θερμότητα μεταφέρεται πάντοτε από περιοχές υψηλής προς περιοχές χαμηλότερης θερμοκρασίας. Θερμότητα μεταφέρεται από τη φλόγα στα άκρα: του κεριά (Α) της βελόνας (Γ) τα οποία βρίσκονται σε επαφή με αυτή (εικόνα 8.2).

Η θερμοκρασία του άκρου Α της βελόνας αυξάνεται. Στη συνέχεια, θερμότητα μεταφέρεται γρήγορα από το άκρο Α της μεταλλικής βελόνας στο άκρο Β. Η θερμοκρασία του άκρου Β αυξάνεται, οπότε τα δάχτυλά μας που το πιάνουν, ζεσταίνονται.

Αντίθετα, στο κερί η θερμότητα μεταφέρεται πολύ αργά το Γ στο άλλο άκρο Δ, οπότε η θερμοκρασία του μεταβάλλεται ελάχιστα, με αποτέλεσμα η μεταβολή αυτή να μη γίνεται αντιληπτή από τα δάχτυλά μας. Λέμε ότι **στο εσωτερικό ενός στερεού ή όταν δύο σώματα βρίσκονται σε επαφή, η θερμότητα διαδίδεται με αγωγή.** Στο παραπάνω παράδειγμα, η θερμότητα στη μεταλλική βελόνα διαδίδεται πολύ γρήγορα, ενώ στο κερί πολύ αργά. Λέμε ότι η μεταλλική βελόνα έχει μεγάλη **θερμική αγωγιμότητα**, ενώ το κερί πολύ μικρή.

### Στερεά και θερμική αγωγιμότητα

Γενικότερα, τα μέταλλα έχουν μεγάλη θερμική αγωγιμότητα, δηλαδή, η θερμότητα σ' αυτά διαδίδεται πολύ γρήγορα. Τα μέταλλα χαρακτηρίζονται ως «καλοί αγωγοί της θερμότητας» ή **θερμικοί αγωγοί**. Ενώ άλλα στερεά σώματα όπως το ξύλο, το γυαλί, τα πλαστικά, το χαρτί, ο φελλός, η πολυστερίνη ή το λίπος στο σώμα μας, έχουν μικρή ή πολύ μικρή θερμική αγωγιμότητα (πίνακας 8.1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1.	
ΥΛΙΚΟ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ ΑΓΩΓΟΙ
Άργυρος	40.000
Χαλκός	36.000
Αλουμίνιο	20.000
Σίδηρος	5.000
ΜΟΝΩΤΕΣ	
Πάγος	200
Γυαλί	100
Μπετόν	80
Τούβλο	60
Νερό	50
Χιόνι	17
Λίπος	15
Στεγνό χώμα	14
Ξύλο	12
Μετάξι	4
Υαλοβάμβακας	4
Αέρας	2
Πολυστερίνη	1

Στο πίνακα φαίνεται πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η θερμική αγωγιμότητα ενός υλικού από κάποιο άλλο.



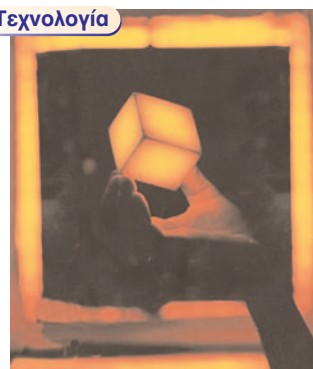
Αυτό σημαίνει ότι η θερμότητα διαδίδεται μέσα από αυτά πολύ αργά. Τα χαρακτηρίζουμε λοιπόν ως «κακούς» αγωγούς της θερμότητας ή αλλιώς λέμε ότι είναι **θερμικοί μονωτές** (εικόνα 8.3). Γι' αυτό το λόγο, τα μαγειρικά σκεύη κατασκευάζονται από μέταλλο με μεγάλη θερμική αγωγιμότητα, ενώ οι λαβές τους από υλικό που είναι μονωτής (εικόνα 8.4).

Από την καθημερινή εμπειρία μας γνωρίζουμε ότι αν τοποθετήσουμε σε νερό που βράζει ένα μεταλλικό κουτάλι, μετά από λίγο, το μεταλλικό κουτάλι είναι τόσο θερμό, που δεν μπορούμε να το πιάσουμε με το χέρι μας. Σε αντίθεση, τέτοιο πρόβλημα δεν έχουμε με μία ξύλινη κουτάλα. Ο μεταλλικός σκελετός του θρανίου σου και η ξύλινη επιφάνειά του έχουν την ίδια θερμοκρασία. Τα μέταλλα, ωστόσο, είναι καλύτεροι αγωγοί της θερμότητας από το ξύλο. Όταν πιάνουμε το μεταλλικό σκελετό, μεταφέρεται γρήγορα θερμότητα από το χέρι μας προς αυτό. Αντίθετα, όταν πιάνουμε την ξύλινη επιφάνεια, η μεταφορά της θερμότητας γίνεται πολύ πιο αργά και η θερμοκρασία του χεριού μας παραμένει σχεδόν σταθερή. Έτσι, λόγω της διαφορετικής

Εικόνα 8.3.

Η ποσότητα της θερμότητας που μεταφέρεται στο ίδιο χρονικό διάστημα μέσω ενός αγωγού είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή που μεταφέρεται μέσω ενός μονωτή.

### Φυσική και Τεχνολογία



Εικόνα 8.4.

Ο κύβος από κεραμικό, που φαίνεται στην εικόνα, μόλις έχει βγει από τον κλίβανο. Το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένος αποτελείται κυρίως από αέρα και είναι άριστος μονωτής, γι' αυτό, παρόλο που η θερμοκρασία στο εσωτερικό του προσεγγίζει τους 1.200 °C, μπορεί κάποιος να το κρατάει με ασφάλεια από τις ακμές του. Τα κεραμικά πλακάκια με τα οποία επενδύονται εξωτερικά τα αμερικανικά διαστημικά λεωφορεία είναι κατασκευασμένα με αυτό το υλικό.



◀ Εικόνα 8.5.

Ο μεταλλικός σκελετός φαίνεται να έχει μικρότερη θερμοκρασία από την ξύλινη επιφάνεια, ενώ έχουν την ίδια θερμοκρασία. Θερμότητα μεταφέρεται πολύ γρήγορα από το χέρι μας στο μεταλλικό σκελετό (η αγωγιμότητα του μετάλλου είναι πολύ μεγάλη), ενώ από το χέρι μας στο ξύλο η μεταφορά γίνεται πολύ αργά.



Εικόνα 8.6.

Το σπύρτο δεν ανάβει. Επομένως, δε μεταφέρεται θερμότητα από τη φλόγα στο σπύρτο. Ο αέρας που παρεμβάλλεται είναι μονωτής.

### Ρευστά και θερμική αγωγιμότητα

Τα αέρια και τα υγρά μπορούν άραγε να χαρακτηριστούν αγωγοί ή μονωτές; Παρατηρούμε ότι αν πλησιάσουμε ένα σπύρτο πολύ κοντά στη βάση της φλόγας ενός κεριού, δεν ανάβει!! Συμπεραίνουμε ότι η θερμότητα δε μεταφέρεται με αγωγή δια μέσου του αέρα. Ο αέρας είναι μονωτής (εικόνα 8.6). Πορώδη υλικά που παγιδεύουν τον αέρα και είναι πολύ καλοί μονωτές είναι το μαλλί, η γούνα, τα πούπουλα, ο υαλοβάμβακας, η διογκωμένη πολυστερίνη κ.ά. Τα δύο τελευταία υλικά χρησιμοποιούνται ως θερμομονωτικά για τη θερμική μόνωση των κτιρίων.

Το νερό, ο πάγος και το χιόνι σε σύγκριση με τα μέταλλα συμπεριφέρονται σαν μονωτές. Το χιόνι από το οποίο κατασκευάζουν τα σπίτια τους οι Εσκιμώοι λειτουργεί σαν θερμομονωτικό υλικό εμποδίζοντας τη μεταφορά θερμότητας από το εσωτερικό του σπιτιού προς τα έξω. Το χιόνι, όπως και κάθε μάλλινο, πουλόβερ ή κουβέρτα δεν είναι πηγή θερμότητας. Απλώς εμποδίζει τη θερμική ενέργεια να διαφύγει πολύ γρήγορα προς το περιβάλλον.

### Διάδοση με αγωγή και μικρόκοσμος

Πώς ερμηνεύεται η διάδοση της θερμότητας με αγωγή; Η αναζήτηση της ερμηνείας μας οδηγεί στο μικρόκοσμο των υλικών. Οι δομικοί λίθοι ενός σώματος στην περιοχή που επικρατεί υψηλή θερμοκρασία, έχουν μεγαλύτερη κινητική ενέργεια. Συγκρούονται με τους γειτονικούς (της γύρω περιοχής που έχει μικρότερη θερμοκρασία) και μεταφέρουν σε αυτούς ένα μέρος της κινητικής τους ενέργειας. Αυτοί με τη σειρά τους μεταφέρουν ενέργεια στους γειτονικούς τους κτλ. Με τον τρόπο αυτό, μεταφέρεται ενέργεια δια μέσου του σώματος από περιοχές με υψηλότερη θερμοκρασία προς άλλες με χαμηλότερη (εικόνα 8.7). Αυτή η διαδικασία συνεχίζεται, μέχρι όλες οι περιοχές να αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία. Οι δομικοί λίθοι δε μετακινούνται από περιοχή σε περιοχή, όμως ένα μέρος της ενέργειάς τους μεταφέρεται. Αυτός ο τρόπος διάδοσης της θερμότητας είτε μέσα σε ένα σώμα είτε μεταξύ δύο σωμάτων που βρίσκονται σε επαφή, ονομάζεται **διάδοση με αγωγή**.

Γιατί τα μέταλλα εμφανίζουν μεγαλύτερη θερμική αγωγιμότητα από άλλα στερεά υλικά; Διάδοση θερμότητας με αγωγή γίνεται σε όλα τα υλικά μέσω των συγκρούσεων των δομικών τους λίθων.



Εικόνα 8.7.

Μέσω των συγκρούσεων των δομικών λίθων κινητική ενέργεια μεταφέρεται από αυτούς που κινούνται γρήγορα σε αυτούς που κινούνται αργά.

Η διαφορά προέρχεται από το είδος των δομικών λίθων. Ενώ οι θερμικοί μονωτές αποτελούνται μόνο από μόρια, στους δομικούς λίθους των **μετάλλων** περιλαμβάνονται και **ηλεκτρόνια** που έχουν αποσπαστεί από τα άτομα, τα οποία ονομάζονται ελεύθερα. Τα ηλεκτρόνια έχουν πολύ μικρότερη μάζα από τα μόρια ή τα άτομα και άρα είναι περισσότερο ευκίνητα. Με τις συγκρούσεις λοιπόν των ελεύθερων ηλεκτρονίων μεταξύ τους και με τα άτομα του μετάλλου, μεταφέρεται πιο γρήγορα η κινητική ενέργεια απ' ό,τι με τις συγκρούσεις μεταξύ ατόμων ή μορίων. Επομένως, η ύπαρξη των ελεύθερων ηλεκτρονίων είναι ο σημαντικότερος παράγοντας διάδοσης της θερμότητας με αγωγή στα μέταλλα.

**Φυσική**  
και καθημερινή ζωή, Τεχνολογία και Βιολογία



Τα τριχωτά πέλματα των μεγάλων ποδιών της πολικής αρκούδας είναι θερμομονωτικά, οπότε την προστατεύουν από το πολικό ψύχος και έτσι μπορεί να βαδίζει με ασφάλεια πάνω στα παγόβουνα. Η πλούσια γούνα της μονώνει θερμικά το σώμα της από τον πολύ ψυχρό αέρα. Επιπλέον, το παχύ στρώμα λίπους, πάχους περίπου 11 εκατοστών, κάτω από το δέρμα της αφενός εξασφαλίζει τη θερμική μόνωση του σώματός της από το παγωμένο νερό των πολικών θαλασσών, αφεντέρου τη βοηθάει να επιπλέει ευκολότερα. Με τον ίδιο τρόπο προστατεύονται από το πολικό ψύχος οι φώκιες και οι πιγκουίνοι της Ανταρκτικής.

## 8.2 Διάδοση θερμότητας με ρεύματα

*Είδαμε ότι τα αέρια είναι μονωτές. Ωστόσο, αν τοποθετήσουμε πάνω από τη φλόγα ενός κεριού ένα σπίρτο, το σπίρτο ανάβει. Με ποιο τρόπο μεταφέρεται θερμότητα από τη φλόγα στο σπίρτο;*

Όταν μια ποσότητα υγρού ή αερίου θερμαίνεται, τότε διαστέλλεται, οπότε η πυκνότητά της μειώνεται. Έτσι, κινείται προς τα πάνω (θυμίζου τη συνθήκη πλεύσης) και αντικαθίσταται από άλλη πυκνότερη και ψυχρότερη. Δημιουργούνται, λοιπόν, **ρεύματα μεταφοράς θερμότητας**.

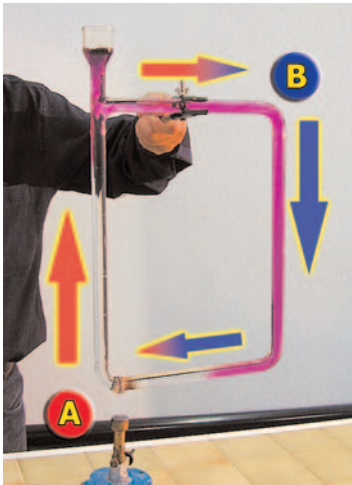
Με τέτοια ρεύματα μεταφοράς νερού, θερμότητα μεταφέρεται από το λέβητα της κεντρικής θέρμανσης στα θερμαντικά σώματα. Στη συνέχεια, με ρεύματα μεταφοράς αέρα η θερμότητα διαδίδεται από το σώμα στο χώρο του δωματίου. Το φαγητό ψήνεται στην κατσαρόλα μας λόγω των ρευμάτων μεταφοράς του νερού, που δημιουργούνται καθώς αυτό συνεχώς θερμαίνεται (εικόνα 8.8).



**Εικόνα 8.8.**

Θερμότητα μεταφέρεται από τον πυθμένα της κατσαρόλας στο νερό. Η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται και το νερό ανεβαίνει προς την επιφάνεια.

Αλλά και με αυτό τον τρόπο ζεσταίνεται το δωμάτιό μας το χειμώνα (εικόνα 8.9). **Στα υγρά και στα αέρια η θερμότητα διαδίδεται κυρίως με ρεύματα μεταφοράς.**



### Φυσική και Τεχνολογία, καθημερινή ζωή και Ιστορία



Εικόνα 8.9.

Στο άκρο Α του σωλήνα μεταφέρεται θερμότητα από τη φλόγα (καυστήρας) στο νερό. Η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται και το νερό ανεβαίνει προς το σημείο Β (θερμαντικό σώμα). Καθώς το νερό ρέει, θερμότητα μεταφέρεται προς το περιβάλλον και η θερμοκρασία του μειώνεται. Κινείται ξανά προς το σημείο Α όπου και ξαναθερμαίνεται. Η θέρμανση από εστία θερμότητας που βρίσκεται εκτός του χώρου που πρόκειται να θερμανθεί, αυτό που σήμερα αποκαλούμε κεντρική θέρμανση, είναι εφεύρεση των αρχαίων Ελλήνων, που χρησιμοποίησαν πρώτοι τα θερμαινόμενα δάπεδα. Την τεχνολογία των αρχαίων Ελλήνων παρέλαβαν και βελτίωσαν οι Ρωμαίοι.

### Φυσική και Γεωγραφία



Εικόνα 8.10.

Τα θαλάσσια ρεύματα στους ωκεανούς επηρεάζουν το κλίμα των παραθαλάσσιων περιοχών.



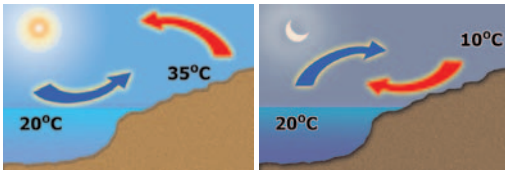
Εικόνα 8.11.

Όταν κάνει κρύο, τα πουλιά σηκώνουν το φτέρωμά τους έτσι ώστε ο αέρας που παγιδεύεται να λειτουργεί ως θερμομονωτικό και να μην επιτρέπει τη μεταφορά θερμότητας από το σώμα τους προς το περιβάλλον.

Γνωρίζουμε ότι όταν η θερμότητα διαδίδεται με αγωγή, τα μόρια του υλικού δε μετακινούνται από τη μια περιοχή στην άλλη. Αντιθέτως, όταν δημιουργούνται ρεύματα μεταφοράς, ύλη, δηλαδή μόρια, μετακινούνται από μία περιοχή που έχει υψηλή θερμοκρασία προς μια ψυχρότερη. Αυτό συνεχίζεται μέχρι όλο το υγρό ή το αέριο να αποκτήσει την ίδια θερμοκρασία.

Η διάδοση της θερμότητας με μεταφορά είναι μια συνηθισμένη διαδικασία στη φύση τόσο σε φαινόμενα μικρής κλίμακας, όπως κατά το βρασμό του νερού, τη θέρμανση του δωματίου από το καλοριφέρ, την ψύξη των τροφίμων στο θάλαμο του ψυγείου ή τη θέρμανση του σώματός μας με τη ροή του αίματος, όσο και σε φαινόμενα μεγάλης κλίμακας. Τέτοια είναι η κυκλοφορία του αέρα στην ατμόσφαιρα, που προκαλεί τους ανέμους και η μετακίνηση τεράστιων ποσοτήτων νερού στους ωκεανούς με τα θαλάσσια ρεύματα που ξεκινούν από τις θερμές τροπικές περιοχές (εικόνα 8.10). Αν εμποδίσουμε την κυκλοφορία του αέρα γύρω από ένα ζεστό αντικείμενο, τότε σχεδόν μηδενίζεται η μεταφορά θερμότητας από αυτό, μέσω ρευμάτων μεταφοράς. Αυτό επιτυγχάνεται με την επένδυση, λόγου χάρη, των σωλήνων μεταφοράς ζεστού νερού με θερμομονωτικά υλικά, με τα μάλλινα ρούχα στο σώμα μας, με τα φτερά και τα πούπουλα στα πουλιά κτλ. (εικόνα 8.11) Αυτά τα υλικά παγιδεύουν μέσα σε μικρές κοιλότητες (πόρους), αέρα, αποτρέποντας τη δημιουργία ρευμάτων μεταφοράς. Για αυτό και τα μάλλινα ρούχα μας «ζεσταίνουν» το χειμώνα.

**Φυσική και Γεωλογία, καθημερινή ζωή, Τεχνολογία και Περιβάλλον**



**Ρεύματα μεταφοράς και τοπικοί άνεμοι**

Συχνά οι άνεμοι προκαλούνται από τοπικές διαφορές θερμοκρασίας σε συνδυασμό και με το ανάγλυφο του εδάφους. Όπως για παράδειγμα, οι τοπικοί άνεμοι που φυσούν κατά μήκος των ακτών ιδιαίτερα το καλοκαίρι. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, η θερμοκρασία της ακτής είναι υψηλότερη από της θάλασσας. Έτσι, πάνω από τη

στεριά ο αέρας θερμαίνεται και ανυψώνεται, ενώ ο ψυχρός αέρας κινείται από τη θάλασσα προς την ακτή. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται ένα ρεύμα αέρα που κινείται από τη θάλασσα προς την ακτή: η δροσερή θαλάσσια αύρα (μπάτης). Τη νύχτα, επειδή η θερμοκρασία της ξηράς είναι μικρότερη από της θάλασσας, η κατεύθυνση του ανέμου αντιστρέφεται. Ψυχρός αέρας από την ξηρά κινείται προς τη θάλασσα: φυσά η απόγεια αύρα.

Ο αέρας πάνω από τη θάλασσα αρχικά ήταν ακίνητος, τελικά απέκτησε μια ταχύτητα προς την ακτή. Μπορείς να σκεφθείς την προέλευση της κινητικής ενέργειας του αέρα; Συγκέντρωσε πληροφορίες και κατασκεύασε ένα διάγραμμα με τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν.

Μπορείς να αποδείξεις την αλήθεια της πρότασης χρησιμοποιώντας το διάγραμμα 6.1;

**Ρεύματα μεταφοράς και πτήσεις**



Στην πτήση με ανεμόπτερο, δηλαδή με αεροπλάνο χωρίς κινητήρα, ο πιλότος φροντίζει να βρίσκεται μέσα σε περιοχές θερμών ανοδικών ρευμάτων αέρα. Τα πουλιά, όπως ο αετός της εικόνας μας, έχουν ανακαλύψει τα μυστικά των θερμών ανοδικών ρευμάτων χιλιάδες χρόνια πριν από τον άνθρωπο και τα εκμεταλλεύονται για την ανοδική τους πορεία. Πολλές φορές οι έμπειροι πιλότοι υποβοηθούνται στην αναζήτηση των ανοδικών ρευμάτων παρατηρώντας τις κινήσεις των πουλιών.



**Ρεύματα μεταφοράς και ενέργεια**

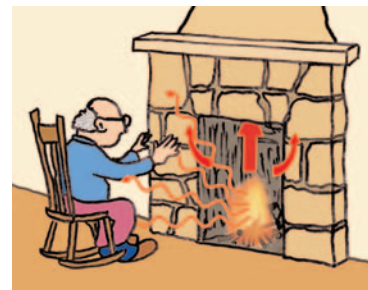
Πώς μετασχηματίζεται η ηλιακή ενέργεια σε αιολική; Το ερώτημα αυτό σχετίζεται με ένα από τα πιο δύσκολα προβλήματα της γεωφυσικής. Μιλώντας πολύ απλά μπορούμε να πούμε ότι:

1. Η ενέργεια ακτινοβολίας που έρχεται από τον ήλιο απορροφάται από τα μόρια του αέρα, είτε απευθείας είτε έμμεσα, μέσω του εδάφους.
2. Η ηλιακή ενέργεια μετασχηματίζεται σε κινητική ενέργεια των μορίων του αέρα (θερμική ενέργεια).
3. Ο θερμός αέρας ανεβαίνει και η κινητική ενέργεια των μορίων του μετατρέπεται σε δυναμική (Η θερμική ενέργεια μετατρέπεται σε δυναμική).
4. Ο ψυχρός αέρας κινείται για να καταλάβει τη θέση του ανερχόμενου θερμού και έτσι η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική (αιολική) ενέργεια.

**8.3 Διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία**

Έχεις αναρωτηθεί πώς διαδίδεται η θερμότητα από το αναμμένο τζάκι σε σώματα που βρίσκονται απέναντί του;

Σίγουρα δε διαδίδεται με αγωγή, διότι ο αέρας του δωματίου είναι μονωτής. Ούτε όμως με ρεύματα μεταφοράς, διότι το ζεστό ρεύμα αέρα δημιουργείται πάνω και όχι απέναντι από τα θερμαντικά σώματα (εικόνα 8.12). Λέμε ότι στην περίπτωση αυτή η θερμότητα διαδίδεται με **ακτινοβολία**. Με αυτό τον τρόπο, θερμότητα διαδίδεται από τον ήλιο στη γη μέσω του κενού διαστήματος. Επομένως, η διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία μπορεί



Εικόνα 8.12.

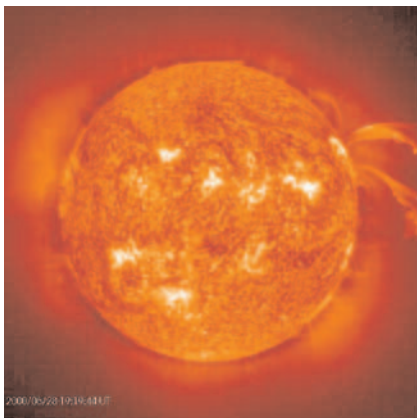
Το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας από το τζάκι διαδίδεται με ρεύματα μέσα από την καμινάδα προς το περιβάλλον. Η θερμότητα που μας ζεσταίνει διαδίδεται με ακτινοβολία.



Εικόνα 8.13.

Η ήλιος έχει υψηλή θερμοκρασία. Εκπέμπει ενέργεια με ακτινοβολία. Ένα μέρος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τον ήλιο είναι ορατή και ένα μέρος αόρατη. Η πυρωμένη πλάκα του σιδήρου έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από τον ήλιο. Εκπέμπει μόνο αόρατη ακτινοβολία.

### Φυσική και Αστροφυσική



Εικόνα 8.14.

#### Γιατί τα αστέρια λάμπουν.

Στο εσωτερικό του ήλιου πυρηνική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική που μεταφέρεται στην επιφάνεια. Στην επιφάνεια, η θερμική ενέργεια μετατρέπεται σε ενέργεια ακτινοβολίας και εκπέμπεται προς το διάστημα. Ένα μέρος της φθάνει στη γη με αποτέλεσμα να τη φωτίζει και να τη θερμαίνει. Με τον ίδιο τρόπο εκπέμπεται ενέργεια ακτινοβολίας από όλα τα αστέρια του ουρανού.

να πραγματοποιείται ακόμα και όταν δε μεσολαβεί ύλη μεταξύ των σωμάτων.

Όλα τα σώματα ακτινοβολούν: Ο ήλιος, η φλόγα και ο λαμπτήρας εκπέμπουν διαρκώς ακτινοβολία, ένα μέρος της οποίας όταν φθάσει στο μάτι μας προκαλεί το αίσθημα της όρασης, δηλαδή είναι ορατό και ένα άλλο μέρος δεν προκαλεί το αίσθημα της όρασης, δηλαδή είναι αόρατο. Αλλά και η σόμπα, η πλάκα του αναμμένου σιδήρου σιδερώματος, το σώμα του καλοριφέρ, ακόμα και το ανθρώπινο σώμα ακτινοβολούν (εικόνα 8.13) Από τα σώματα αυτά η διάδοση της θερμότητας γίνεται με ακτινοβολία, η οποία όμως δεν είναι ορατή. **Γενικά, μια ακτινοβολία μπορεί να είναι ορατή ή αόρατη.**

Κάθε μορφή ενέργειας που διαδίδεται με ακτινοβολία, ονομάζεται **ενέργεια ακτινοβολίας**. Σώματα που φωτοβολούν εκπέμπουν ενέργεια ακτινοβολίας που περιλαμβάνει τόσο φωτεινή ενέργεια όσο και θερμότητα.

### Εκπομπή και απορρόφηση ακτινοβολίας

Όλα τα σώματα **εκπέμπουν** διαρκώς προς το περιβάλλον τους θερμότητα με τη μορφή ακτινοβολίας. Συγχρόνως **απορροφούν** διαρκώς θερμότητα με τη μορφή ακτινοβολίας από το περιβάλλον τους.

Όταν η θερμοκρασία του σώματος είναι ίση με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τότε η ενέργεια (θερμότητα) που ακτινοβολεί προς το περιβάλλον του κάθε δευτερόλεπτο, είναι ίση με την ενέργεια που απορροφά με ακτινοβολία από αυτό στον ίδιο χρόνο. Έτσι, η θερμική ενέργεια του σώματος, άρα και η θερμοκρασία του, διατηρείται σταθερή.

Όταν η θερμοκρασία του σώματος είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τότε ακτινοβολεί περισσότερη ενέργεια από όση απορροφά. Επομένως, η θερμική του ενέργεια, άρα και η θερμοκρασία του, ελαττώνεται. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρις ότου η θερμοκρασία του σώματος εξισωθεί με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Ένας λαμπτήρας πυράκτωσης που φωτοβολεί, έχει σταθερή θερμοκρασία, μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του αέρα που τον περιβάλλει. *Πώς συμβαίνει αυτό;*

Για να διατηρείται η θερμοκρασία του λαμπτήρα σταθερή, στην περίπτωση αυτή, θα πρέπει κάποια άλλη μορφή ενέργειας να μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια του λαμπτήρα. Η θερμική του ενέργεια διατηρείται σταθερή λόγω της συνεχούς μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμική. Παρόμοια, ο πολύ θερμός ήλιος ακτινοβολεί διαρκώς ενέργεια προς το ψυχρό διάστημα και η θερμοκρασία του διατηρείται σταθερή. Αυτό συμβαίνει, διότι στο εσωτερικό του πυρηνική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική (εικόνα 8.14).

### Είδος και ισχύς εκπεμπόμενης/απορροφούμενης ακτινοβολίας

*Γιατί φοράμε ανοικτόχρωμα ρούχα το καλοκαίρι και σκούρα το χειμώνα;*



## ΦΥΣΙΚΗ Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

Όλα τα σώματα, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία τους, εκπέμπουν και απορροφούν ακτινοβολία. Υπάρχουν όμως διαφορές στο είδος και στην ισχύ της ακτινοβολουμένης ενέργειας. Σε θερμοκρασίες του γήινου περιβάλλοντος, τα σώματα εκπέμπουν ενέργεια ακτινοβολίας που περιλαμβάνει κυρίως θερμότητα. Σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από περίπου  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$  η ενέργεια ακτινοβολίας που εκπέμπουν τα σώματα συμπεριλαμβάνει και φωτεινή ενέργεια.

Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η ποσότητα της ενέργειας που ακτινοβολεί ένα σώμα κάθε δευτερόλεπτο;

Μπορούμε να διαπιστώσουμε πειραματικά ότι το ποσό της ενέργειας που ένα σώμα ακτινοβολεί ανά δευτερόλεπτο, δηλαδή η **ισχύς της ακτινοβολουμένης ενέργειας**, εξαρτάται από:

- Τη **θερμοκρασία** του σώματος. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία ενός σώματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς της ακτινοβολουμένης ενέργειας (Εικόνα 8.15).
- Το **εμβαδόν της επιφάνειας** του σώματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνειά του σώματος, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ισχύς της ακτινοβολουμένης ενέργειας.
- Την **υφή της επιφάνειας**. Οι τραχιές επιφάνειες εκπέμπουν θερμότητα με ακτινοβολία εντονότερα από τις λείες (εικόνα 8.16).
- Το **χρώμα της επιφάνειας** του σώματος. Οι σκουρόχρωμες επιφάνειες εκπέμπουν θερμότητα με ακτινοβολία εντονότερα από τις ανοιχτόχρωμες (εικόνα 8.16).

Από τους ίδιους παράγοντες και ακριβώς με τον ίδιο τρόπο εξαρτάται και η ισχύς της ενέργειας που απορροφάται από ένα σώμα. Γι' αυτό τις καλοκαιρινές ημέρες φοράμε συνήθως ανοιχτόχρωμα ρούχα, τα οποία απορροφούν μικρότερη ποσότητα θερμότητας που διαδίδεται από τον ήλιο.

### Ακτινοβολία και μικρόκοσμος

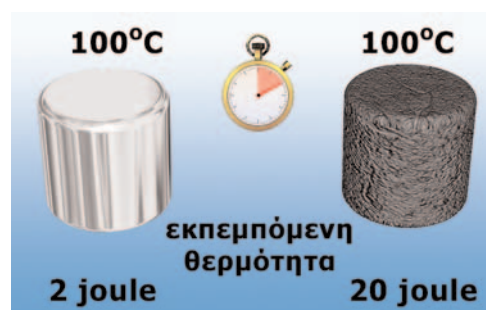
Σύμφωνα με τις σύγχρονες απόψεις της φυσικής, η ενέργεια ακτινοβολίας μεταφέρεται από ιδιόμορφα σωμάτια τα οποία ονομάζονται **φωτόνια**. Κάθε φωτόνιο μεταφέρει ορισμένη ποσότητα ενέργειας. Η ενέργεια των φωτονίων μιας ακτινοβολίας καθορίζει και το είδος της. Για παράδειγμα, κάθε φωτόνιο της φωτεινής ενέργειας έχει μεγαλύτερη ενέργεια από κάθε φωτόνιο της ενέργειας ακτινοβολίας με την οποία διαδίδεται η θερμότητα.

Τα σώματα εκπέμπουν διάφορα είδη ακτινοβολίας, δηλαδή εκπέμπουν μείγμα φωτονίων διαφορετικής ενέργειας. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία ενός σώματος, τόσο μεγαλύτερη και η ενέργεια των φωτονίων που εκπέμπει. Τα φωτόνια τα οποία, όταν απορροφώνται από το δέρμα μας, προκαλούν το αίσθημα της ζέσης, λέμε ότι ανήκουν στην υπέρυθη ακτινοβολία. Η θερμότητα διαδίδεται κυρίως με την υπέρυθη ακτινοβολία (εικόνα 8.17). Είναι δυνατόν, όμως, η θερμοκρασία ορισμένων σωμάτων (όπως των φαγητών στο φούρνο μικροκυμάτων) να αυξηθεί και με απορρόφηση φωτονίων μικρότερης ενέργειας.



Εικόνα 8.15.

Τα δυο σώματα είναι πανομοιότυπα. Στο ίδιο χρονικό διάστημα το θερμότερο ακτινοβολεί μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας.



Εικόνα 8.16.

Στο ίδιο χρονικό διάστημα το τραχύ και σκουρόχρωμο σώμα ακτινοβολεί μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας από το ανοικτό και λείο.

### Φυσική και Τεχνολογία και Ιατρική



Εικόνα 8.17.

Ειδική φωτογράφιση με υπέρυθη φιλμ. Οι κόκκινες περιοχές αντιστοιχούν σε σημεία του σώματος που έχουν υψηλότερη θερμοκρασία και συνεπώς ακτινοβολούν πιο έντονα. Φωτογραφίες σαν αυτή χρησιμοποιούνται για να ανιχνευθούν πιθανές ανωμαλίες στην κυκλοφορία του αίματος ή όγκοι στους πνεύμονες και τον εγκέφαλο.

**Φυσική και Κοινωνία, Τεχνολογία, Ιατρική και καθημερινή Ζωή**

**Μαγειρεύοντας με φωτόνια: ο φούρνος μικροκυμάτων**

Μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο οι κατασκευαστές των ραντάρ, που είχαν χρησιμοποιηθεί στη διάρκεια του, διέθεταν πολλές συσκευές παραγωγής μικροκυμάτων. Αναζήτησαν λοιπόν μια ειρηνική εφαρμογή τους και τη βρήκαν στο φούρνο μικροκυμάτων. Τα μικροκύματα είναι ακτινοβολία που αποτελείται από φωτόνια μικρότερης ενέργειας από εκείνης των φωτονίων της υπέρυθρης ακτινοβολίας.

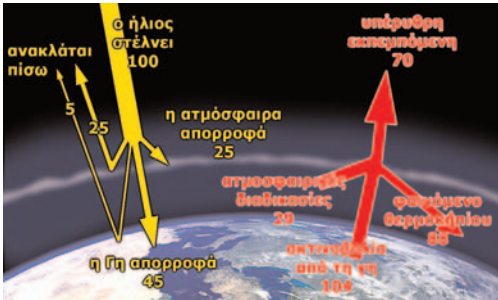
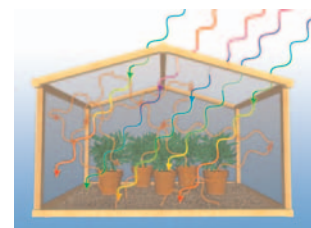


Τα φωτόνια των μικροκυμάτων απορροφώνται από τα μόρια ορισμένων ουσιών, όπως το νερό, και προκαλούν αύξηση της κινητικής τους ενέργειας. Τα μόρια του νερού συγκρούονται με τα γειτονικά τους μόρια και μέσω των συγκρούσεων μεταφέρεται ένα μέρος της κινητικής τους ενέργειας σ' αυτά. Με αυτή τη διαδικασία, η ενέργεια της ακτινοβολίας μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια του υλικού και επομένως αυξάνεται η θερμοκρασία του. Με αυτό τον τρόπο λειτουργεί ο φούρνος μικροκυμάτων. Με αντίστοιχο τρόπο λειτουργούν και οι συσκευές διαθερμίας που χρησιμοποιούνται στα νοσοκομεία για τη θέρμανση των μυών και των αρθρώσεων προκειμένου να ανακουφιστούν οι ασθενείς από τον πόνο.

**Φυσική και Χημεία, Περιβάλλον και Κοινωνία**

**Θερμοκήπιο και ακτινοβολίες**

Λόγω της υψηλής θερμοκρασίας του, ο ήλιος εκπέμπει και φωτόνια μεγάλης ενέργειας που διαπερνούν το γυάλινο περίβλημα ενός θερμοκηπίου. Αντίθετα, το έδαφος λόγω της πολύ χαμηλής θερμοκρασίας του σε σχέση με τον ήλιο εκπέμπει φωτόνια πολύ μικρότερης ενέργειας, τα οποία δε διαπερνούν το γυαλί. Αυτά τα φωτόνια απορροφώνται από τον αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία του αέρα να αυξάνεται.



- Ποια από τα αέρια που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα δημιουργούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου;
- Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται αύξηση της περιεκτικότητας της ατμόσφαιρας σε κάποια από τα αέρια του θερμοκηπίου. Ποια είναι αυτά και ποια είναι η αιτία της αύξησής τους;

- Πώς επηρεάζουν τα αέρια του θερμοκηπίου το κλίμα της γης;
- Ποια είναι η πιθανή αλλαγή του κλίματος εξαιτίας της αύξησης της περιεκτικότητας της ατμόσφαιρας στα αέρια του θερμοκηπίου;

Παρόμοιο «φαινόμενο θερμοκηπίου» συμβαίνει και στον πλανήτη μας. **Αέρια της ατμόσφαιρας** (αέρια θερμοκηπίου) λειτουργούν όπως το γυάλινο περίβλημα του θερμοκηπίου, δηλαδή δεν επιτρέπουν στο μεγαλύτερο μέρος των φωτονίων που εκπέμπεται από τη γη ως υπέρυθρη ακτινοβολία, να διαφύγουν στο διάστημα. Με αυτό τον τρόπο η υπέρυθρη ακτινοβολία που δε διαφεύγει στο διάστημα θερμαίνει τη γη. Τελικά υπάρχει **ένα θερμικό ισοζύγιο** μεταξύ της εισερχόμενης ηλιακής και της εξερχόμενης γήινης ακτινοβολίας, οπότε η **μέση θερμοκρασία της γης διατηρείται σταθερή**.

Χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η γη θα ήταν ένα παγωμένο σώμα με **θερμοκρασία περίπου -18 °C**. Τα τελευταία 500.000 χρόνια η μέση θερμοκρασία της γης κυμαίνεται μεταξύ 19 °C και 27 °C.

- Να συγκρίνεις τις θερμοκρασίες που επικρατούν στη γη, τη σελήνη και την Αφροδίτη και να τις συνδέσεις με την ύπαρξη της ατμόσφαιρας και τη σύστασή της.

Λαμβάνοντας τις τιμές της ενέργειας, που δίνονται σε αυθαίρετες μονάδες, από την αντίστοιχη εικόνα συμπλήρωσε τον πίνακα:

Ενέργεια που φθάνει από τον Ήλιο στη γη 100	Ενέργεια που ανακλάται	30	Ενέργεια που απορροφάται		70
	Από την ατμόσφαιρα 25	Από το έδαφος 5	Από την ατμόσφαιρα 25	Από το έδαφος 45	
Ενέργεια που ακτινοβολείται από το έδαφος	104	Ενέργεια που επιστρέφει στο έδαφος και την ατμόσφαιρα λόγω του θερμοκηπίου		88	Συνολική ενέργεια που εκπέμπεται με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα 70
Ενέργεια που ακτινοβολείται λόγω ατμοσφαιρικών διαδικασιών	29			70	

## Φυσική και Χημεία, Περιβάλλον και Κοινωνία

### Θερμικά φαινόμενα και μετεωρολογία

Το νερό στο ποτήρι σου έρχεται από το υδραγωγείο μέσα από το δίκτυο ύδρευσης, ενώ το νερό της μπανιέρας διοχετεύεται στο δίκτυο αποχέτευσης και καταλήγει στη θάλασσα για να ανακυκλωθεί στους ωκεανούς και στην ατμόσφαιρα και ίσως κάποτε να ξαναγεμίσει πάλι το ποτήρι μας! Μέσα από ποιες διαδικασίες όμως; Το νερό υπάρχει στη φύση ως υγρό στους ωκεανούς, τις θάλασσες, τις λίμνες, τα ποτάμια και τη βροχή, ως στερεό στον πάγο και το χιόνι και ως αέριο, που είναι οι υδρατμοί στην ατμόσφαιρα. Ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει πάντοτε υδρατμούς που προέρχονται από την εξάτμιση του νερού των ποταμών, των λιμνών και κυρίως της θάλασσας. Η υγρασία είναι ένα φυσικό μέγεθος που προσδιορίζει την ποσότητα των υδρατμών που περιέχονται στον αέρα. Η τιμή της υγρασίας συνδέεται με τη θερμοκρασία του αέρα. Σε υψηλότερη θερμοκρασία ο αέρας μπορεί να συγκρατήσει μεγαλύτερη ποσότητα υδρατμών, δηλαδή η υγρασία έχει μεγαλύτερη τιμή. Αν η υγρασία μειωθεί, ένα μέρος των υδρατμών μετατρέπεται σε μικρά σταγονίδια ή παγοκρυστάλλους, δηλαδή σε υγρό ή στερεό νερό.

### Διαδικασίες ψύξης του αέρα

- Στη διάρκεια της ημέρας η γη, επειδή απορροφά περισσότερη ενέργεια ακτινοβολίας από τον ήλιο απ' όση εκπέμπει προς το διάστημα, θερμαίνεται. Αντίθετα, τη νύχτα η εκπομπή της γήινης ακτινοβολίας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας της. Ειδικά αν δεν υπάρχουν σύννεφα στον ουρανό, η ενέργεια ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τη γη στο διάστημα είναι μεγαλύτερη και επομένως η πτώση της θερμοκρασίας εντονότερη. Γι' αυτό στα βουνά και στις ερήμους, που η υγρασία είναι πολύ μικρή, οι νύχτες με αστροφεγγιά είναι πολύ κρύες.
- Ο αέρας μιας περιοχής ψύχεται από ανέμους που προέρχονται από πιο ψυχρές περιοχές, όπως για παράδειγμα από τη Σιβηρία.
- Ο ζεστός αέρας κινείται προς τα πάνω και καθώς ανεβαίνει σε μεγαλύτερα ύψη ψύχεται.

### Αλλαγές κατάστασης και καιρικά φαινόμενα

Η ύπαρξη σκόνης ή άλλων σωματιδίων ευνοεί τη συμπύκνωση ή τη στερεοποίηση των υδρατμών.

#### Συμπύκνωση

Αν ο αέρας κοντά στην επιφάνεια της γης ψυχθεί, τότε οι υδρατμοί ενώνονται σε υδροσταγονίδια που όλα μαζί σχηματίζουν ομίχλη. Συχνά στη διάρκεια της ημέρας τα υδροσταγονίδια απορροφούν θερμότητα από την ηλιακή ακτινοβολία. Έτσι, μετατρέπονται σε υδρατμούς και η ομίχλη εξαφανίζεται.

Σε μεγάλο ύψος τα σταγονίδια σχηματίζουν τα σύννεφα. Τα σταγονίδια των σύννεφων, όταν ψύχονται ακόμα περισσότερο από παγωμένες ποσότητες αέρα, συνενώνονται και σχηματίζουν μεγαλύτερες σταγόνες. Όταν το βάρος της σταγόνας γίνει αρκετά μεγάλο, αυτές δεν μπορούν πλέον να συγκρατηθούν στον αέρα και πέφτουν. Είναι η βροχή.

Το καλοκαίρι ο αέρας που βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος κατά τη διάρκεια της ημέρας θερμαίνεται, ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας ψύχεται. Λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που έχει ο αέρας κατά τη διάρκεια της ημέρας, είναι δυνατόν να περιέχει μεγάλη ποσότητα υδρατμών που συμπυκνώνονται κατά τη διάρκεια της νύχτας και σχηματίζουν σταγονίδια, που τα βλέπουμε ως σταγόνες δρροσιάς τις πρώτες πρωινές ώρες.

#### Στερεοποίηση

Όταν η θερμοκρασία του αέρα κατά τη διάρκεια της νύχτας κατέβει κάτω από 0 °C και εφόσον αυτός περιέχει μεγάλη ποσότητα υδρατμών, τότε ένα μέρος των ατμών μετατρέπεται σε παγοκρυστάλλους, που τους αντιλαμβανόμαστε τα χειμωνιάτικα πρωινά ως πάχνη στο έδαφος.

Στα νέφη οι υδρατμοί μετατρέπονται σε παγοκρυστάλλους που πέφτουν στο έδαφος ως χιόνι. Όταν οι σταγόνες ενός νέφους κατά την πτώση προς το έδαφος συναντήσουν πολύ ψυχρά στρώματα αέρα, ψύχονται απότομα και μετατρέπονται σε κομμάτια πάγου που πέφτουν στο έδαφος ως χαλάζι. Τα κομμάτια του πάγου που δεν προλαβαίνουν να λιώσουν κατά τη διάρκεια της πτώσης προς το έδαφος μπορεί να έχουν και μέγεθος αυγού και είναι δυνατόν να προκαλέσουν καταστροφές στις καλλιέργειες και αρκετά σπάνια να τραυματίσουν και ανθρώπους. Το φαινόμενο της χαλαζόπτωσης παρατηρείται πιο συχνά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

#### Εξάχνωση

Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι μικρότερη από 0 °C και η ηλιακή ακτινοβολία πολύ έντονη, το χιόνι εξαχνώνεται σε υδρατμούς.

## Ερωτήσεις

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

## ▶ Χρησιμοποίησε και εφάρμοσε τις έννοιες που έμαθες:

1. Συμπλήρωσε τις λέξεις που λείπουν από το παρακάτω κείμενο έτσι ώστε οι προτάσεις που θα προκύψουν να είναι επιστημονικά ορθές:
  - α. Ο τρόπος διάδοσης της θερμότητας μέσω των συγκρούσεων των δομικών λίθων των σωμάτων ονομάζεται διάδοση θερμότητας με ..... Υλικά στα οποία η διάδοση της θερμότητας γίνεται πολύ γρήγορα ονομάζονται θερμικοί ..... Αντίθετα, υλικά στα οποία η θερμότητα διαδίδεται με πολύ αργό ρυθμό ονομάζονται θερμικοί .....
  - β. Όταν δομικοί λίθοι μετακινούνται από περιοχή ..... θερμοκρασίας σε περιοχή μικρότερης ..... λέμε ότι η θερμότητα διαδίδεται με ..... Με αυτόν τον τρόπο η θερμότητα μπορεί να διαδοθεί στα ..... και στα ..... σώματα αλλά όχι στα ..... σώματα.
  - γ. Η διάδοση της θερμότητας με φωτόνια ακόμη και στο ..... λέγεται διάδοση με .....
2. Να χαρακτηρίσεις με Σ τις προτάσεις το περιεχόμενο των οποίων είναι επιστημονικά ορθό και με Λ αυτές των οποίων είναι επιστημονικά λανθασμένο.
  - α. Μια καλοκαιρινή μέρα, που η θερμοκρασία του αέρα είναι πολύ υψηλή, αγγίζουμε συγχρόνως το μεταλλικό πόμολο του παραθύρου και το μαρμάρινο περβάζι. Αισθανόμαστε το πόμολο πολύ ζεστό και το μάρμαρο δροσερό. Αυτό συμβαίνει, διότι:
    - Η θερμοκρασία του μεταλλικού πόμολου είναι υψηλότερη από του μαρμαρίνου περβαζιού, επειδή το μάρμαρο είναι θερμικός μονωτής, ενώ το μέταλλο θερμικός αγωγός.
    - Οι θερμοκρασίες του πόμολου και του περβαζιού είναι ίσες. Το χέρι μας έχει χαμηλότερη θερμοκρασία και από τα δυο. Θερμότητα μεταφέρεται και από τα δυο προς το χέρι μας, όμως στο ίδιο χρονικό διάστημα μεταφέρεται μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας από το μεταλλικό πόμολο και πολύ λιγότερο από το μαρμάρινο περβάζι, γιατί το πρώτο είναι θερμικός αγωγός και το δεύτερο θερμικός μονωτής.
  - β. Όταν βυθίσουμε σε νερό που βράζει το άκρο ενός σύρματος, μετά από λίγο, αισθανόμαστε το άλλο άκρο του σύρματος να θερμαίνεται. Αυτό συμβαίνει διότι:
    - Από το νερό θερμότητα μεταφέρεται στο χέρι μας.
    - Από το χέρι μας ψύχος μεταφέρεται στο νερό.
    - Από το χέρι μας θερμότητα μεταφέρεται στο νερό.

## ▶ Εφάρμοσε τις γνώσεις σου και γράψε τεκμηριωμένες απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν:

1. Παρατήρησε τον πίνακα 8.1. Πού νομίζεις ότι οφείλεται η μεγάλη διαφορά που παρουσιάζουν τα μέταλλα στη θερμική αγωγιμότητα;
2. Αν γνωρίζεις ότι στις ερήμους υπάρχει μεγάλη διαφορά στη θερμοκρασία μεταξύ ημέρας και νύχτας, συμβουλεύσου τον πίνακα 8.1 και εξήγησε γιατί οι κάτοικοί της συνήθως κατασκευάζουν τα σπίτια τους από χώμα και νερό. Γιατί οι τοίχοι πρέπει να έχουν μεγάλο πάχος;
3. Μπορείς να εξηγήσεις γιατί:
  - α. Τα διπλά τζάμια στα παράθυρα κρατούν πιο ζεστό το σπίτι το χειμώνα και πιο δροσερό το καλοκαίρι σε σχέση με το περιβάλλον;
  - β. Το χιόνι που σκεπάζει τα σπαρμένα χωράφια τις πολύ κρύες ημέρες του χειμώνα πολλές φορές σώζει τη σοδειά από την καταστροφή;
  - γ. Τις κρύες μέρες του χειμώνα φοράμε μάλλινα ρούχα;
  - δ. Οι συλλέκτες στους ηλιακούς θερμοσίφωνες είναι βαμμένοι με μαύρο χρώμα;
4. Πατώντας με το ένα γυμνό πόδι στα πλακάκια και με το άλλο σ' ένα μικρό χαλί στο μπάνιο αισθάνεσαι τα πλακάκια πιο κρύα. Αυτό σημαίνει ότι τα πλακάκια έχουν μικρότερη θερμοκρασία από το χαλί; Αιτιολόγησε την απάντησή σου.

5. Μέσα από διαδοχικές μετατροπές όλες οι μορφές ενέργειας καταλήγουν σε θερμική ενέργεια που διασκορπίζεται στον αέρα. Αυτό σημαίνει ότι η συνεχής αύξηση της «κατανάλωσης» ενέργειας στη γη θα προκαλέσει απεριόριστη αύξηση της θερμοκρασίας της; Υπάρχει διαδικασία που να εμποδίσει τη συνεχή αύξηση; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.
6. Πάνω σε μια εστία θέρμανσης υπάρχει μια χύτρα με νερό που βράζει. Με ποιους τρόπους μεταφέρεται η θερμότητα:
  - α. από την εστία στον πυθμένα της χύτρας
  - β. από τον πυθμένα της χύτρας στο νερό
  - γ. από το νερό του πυθμένα στην επιφάνεια
  - δ. από την επιφάνεια του νερού στον αέρα του περιβάλλοντος
  - ε. από τα θερμά τοιχώματα της χύτρας στο περιβάλλον.
7. Να αναλύσεις τους μηχανισμούς με τους οποίους θερμαίνεται ο αέρας κοντά στο έδαφος μια ηλιόλουστη ημέρα.

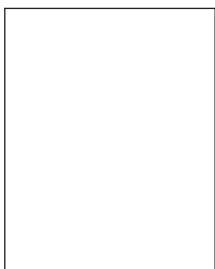
### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

- ❑ Η θερμότητα διαδίδεται με τρεις τρόπους: με αγωγή, με μεταφορά και με ακτινοβολία.
- ❑ Στη διάδοση της θερμότητας με αγωγή μεταφέρεται ενέργεια δια μέσου του σώματος από περιοχές με υψηλότερη θερμοκρασία προς άλλες με χαμηλότερη μέχρι όλες οι περιοχές να αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία.
- ❑ Στη διάδοση με αγωγή η θερμότητα μεταφέρεται μέσω των συγκρούσεων των δομικών λίθων.
- ❑ Υλικά στα οποία η θερμότητα διαδίδεται με αγωγή πολύ γρήγορα έχουν μεγάλη θερμική αγωγιμότητα, είναι θερμικοί αγωγοί. Ενώ αυτά στα οποία διαδίδεται πολύ αργά είναι θερμικοί μονωτές.
- ❑ Στα υγρά και στα αέρια η θερμότητα διαδίδεται κυρίως με ρεύματα μεταφοράς.
- ❑ Η διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία μπορεί να πραγματοποιείται ακόμα και όταν δε μεσολαβεί ύλη μεταξύ των σωμάτων.
- ❑ Σύμφωνα με τις σύγχρονες απόψεις της φυσικής, η ενέργεια ακτινοβολίας μεταφέρεται από ιδιόμορφα σωμάτια που ονομάζονται φωτόνια.
- ❑ Τα φωτόνια που, όταν απορροφηθούν από το δέρμα μας, προκαλούν το αίσθημα της ζέστης, λέμε ότι ανήκουν στην υπέρυθρη ακτινοβολία. Γι' αυτό λέμε ότι η θερμότητα διαδίδεται κυρίως με την υπέρυθρη ακτινοβολία.
- ❑ Η ισχύς της ακτινοβόλου ενέργειας εξαρτάται: από τη θερμοκρασία του σώματος, το εμβαδόν της επιφάνειάς του, την υφή και το χρώμα της επιφάνειας.

### ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

Αγωγή	Ακτινοβολία	Θερμικοί μονωτές
Ρεύματα μεταφοράς θερμότητας	Θερμικοί αγωγοί	Φωτόνια

Με απόφαση της Ελληνικής Κυβέρνησης τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου και του Λυκείου τυπώνονται από τον Οργανισμό Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν βιβλιόσημο προς απόδειξη της γνησιότητάς τους. Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δε φέρει βιβλιόσημο θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του Νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946, 108, Α').



*Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.*