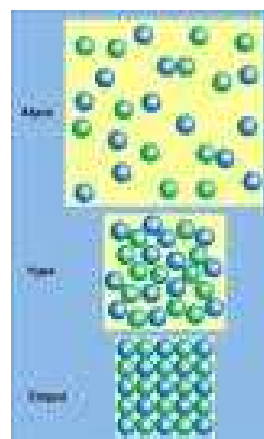
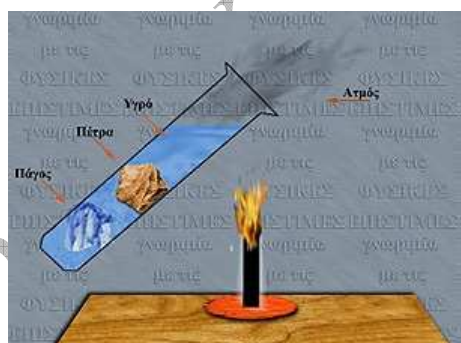
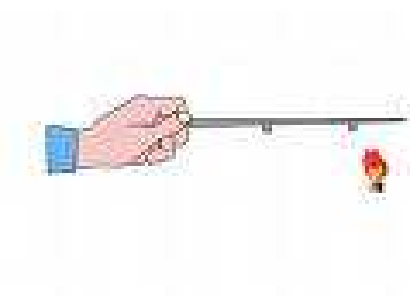


**ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ**  
**ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ – ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ**  
**ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ**  
**ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ**



**ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΦΡΑΓΚΑΚΗΣ**  
**ΔΑΣΚΑΛΟΣ-ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ**  
**ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ 2ου ΕΚΦΕ Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ**

## ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΎΛΗΣ ΣΤΕΡΕΑ – ΥΓΡΑ – ΑΕΡΙΑ

### Εισαγωγή

Όλα τα υλικά σώματα που μας περιβάλλουν προέρχονται από συνδυασμό 92 μόνο στοιχείων.

Γνωρίζουμε ότι το μόριο είναι το μικρότερο τμήμα ενός καθαρού σώματος, που διατηρεί τις ιδιότητές του.

Τα μόρια αποτελούνται από ακόμα μικρότερα σωματίδια, τα άτομα.

Με βάση το μόριό τους, τα καθαρά σώματα χωρίζονται σε δυο κύριες κατηγορίες: **τα στοιχεία**, όπου στο μόριό τους έχουμε ένα είδος ατόμων και **τις χημικές ενώσεις**, όπου στα μόριό τους έχουμε διαφορετικά άτομα. Έτσι λοιπόν κάθε σώμα συγκροτείται από απείρως μικρά σωματίδια, δηλαδή άτομα, μόρια ή ιόντα, που ονομάζονται **δομικά σωματίδια ή δομικές μονάδες** της ύλης.

Στα παρακάτω, και για να προσαρμοστούμε στο βιβλίο του μαθητή, όταν μιλάμε για μόρια θα εννοούμε τις δομικές μονάδες. Άλλωστε αυτό που μας ενδιαφέρει στο Δημοτικό σχολείο είναι τα παιδιά να κατανοήσουν ότι τα σώματα αποτελούνται από πολύ-πολύ μικρά κομματάκια και κατά δεύτερο λόγο από τι αποτελούνται αυτά τα κομματάκια (άτομα, ηλεκτρόνια, κουάρκ, κ.α.). Με βάση την ιδέα αυτή των παιδιών, για τα πολύ μικρά κομματάκια, θα προσπαθήσουμε να εξηγήσουμε τις καταστάσεις της ύλης και στη συνέχεια τα διάφορα φυσικά φαινόμενα, που σχετίζονται με τη θερμότητα.

### Καταστάσεις της ύλης

Τα υλικά σώματα ανάλογα με τις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης που επικρατούν βρίσκονται σε τρεις διαφορετικές καταστάσεις: **τη στερεή (s), την υγρή (l) και την αέρια (g)**. Τα παιδιά έχουν γνώση και για τις τρεις καταστάσεις, οπότε μπορούμε να συζητήσουμε μαζί τους και να μας δώσουν παραδείγματα από αυτές. Πριν ξεκινήσουμε να εξετάζουμε καθεμιά κατάσταση ξεχωριστά θα πρέπει να τονίσουμε ιδιαίτερα ότι **τα μόρια των σωμάτων κινούνται συνεχώς**, ανεξάρτητα αν τα σώματα βρίσκονται σε στερεή, υγρή ή αέρια κατάσταση. Όπως θα δούμε όμως σε κάθε κατάσταση κινούνται διαφορετικά.

### Στερεά κατάσταση

Τα παιδιά γνωρίζουν ότι τα σώματα αποτελούνται από πολύ μικρά σωματίδια, τα μόρια. Στη στερεά κατάσταση λοιπόν τα μόρια βρίσκονται σε πολύ μικρές αποστάσεις μεταξύ τους, κινούνται σε καθορισμένες θέσεις, ενώ αναπτύσσονται μεταξύ τους ισχυρές ελκτικές δυνάμεις. Αποτέλεσμα αυτών είναι ότι **τα στερεά έχουν ορισμένο όγκο και σχήμα**.

Μπορούμε να αναπαραστήσουμε στην τάξη τις κινήσεις των μορίων ενός στερεού: τα παιδιά θα είναι κοντά, θα κινούνται σε καθορισμένες θέσεις και δεν θα βγαίνουν πολύ έξω από τα όρια που τους έχουμε βάλει. Θα μπορούσαν για παράδειγμα να κινηθούν κρατώντας την άκρη του θρανίου τους πηγαίνοντας σε απόσταση όσο είναι το τεντωμένο χέρι τους.

### **Υγρή κατάσταση**

Στην υγρή κατάσταση τα μόρια βρίσκονται σε μεγαλύτερες αποστάσεις, ενώ οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ τους δεν είναι τόσο ισχυρές όσο στα στερεά, με αποτέλεσμα αυτά να μην κινούνται σε καθορισμένες θέσεις αλλά να κινούνται σε ένα καθορισμένο όγκο, τον όγκο του δοχείου που βρίσκονται. **Τα υγρά λοιπόν έχουν καθορισμένο όγκο, αλλά παίρνουν το σχήμα του δοχείου που βρίσκονται.** Τα παιδιά έχουν γνώση για το τελευταίο και εμείς μπορούμε να το επιβεβαιώσουμε με διάφορα υγρά. Να βάλουμε δηλαδή νερό και άλλα υγρά σε δοχεία διαφορετικού σχήματος και με ένα ογκομετρικό κύλινδρο να μετράμε τον όγκο τους, ενώ τους αλλάζουμε δοχεία. Ο όγκος θα παραμένει σταθερός, ενώ το σχήμα θα αλλάζει, τόσο του νερού όσο και των άλλων υγρών.

Εάν θέλουμε να αναπαραστήσουμε στην τάξη την κίνηση των μορίων ενός υγρού, θα αφήσουμε τα παιδιά να κινηθούν ελεύθερα στην τάξη, αλλά δεν θα επιτρέπεται να βγουν έξω.

### **Αέρια κατάσταση**

Στην αέρια κατάσταση τα μόρια κινούνται άτακτα προς όλες τις κατευθύνσεις, οι δυνάμεις συνοχής είναι αμελητέες και οι αποστάσεις των μορίων μεγάλες. Έτσι **τα αέρια δεν έχουν καθορισμένο σχήμα και όγκο.** Εδώ χρειάζεται να τονίσουμε ότι αέριο δεν είναι μόνο ο αέρας, αλλά για παράδειγμα να φέρουμε ένα άρωμα ή αποσμητικό, να δούμε ότι και αυτό είναι αέριο και μάλιστα μπορούμε να το μυρίσουμε γιατί τα μόριά του κινούνται και έρχονται εκεί που βρισκόμαστε.

Εάν θέλουμε επίσης να αναπαραστήσουμε την κίνηση των μορίων ενός αερίου στην τάξη, μπορούμε να πούμε στα παιδιά να κινηθούν ελεύθερα σε όλη την τάξη, έξω από την τάξη και στην αυλή.

Μπορούμε στο τέλος να παίξουμε και με τις τρεις καταστάσεις ζητώντας από τα παιδιά να αναπαραστήσουν στερεό, υγρό, αέριο με διάφορες εναλλαγές.

## ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ - ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

### Θερμοκρασία

Η έννοια της θερμοκρασίας μπορεί να γεννηθήκε από τη φυσική αίσθηση του ζεστού και του κρύου. Η αίσθηση αυτή είναι υποκειμενική και έτσι χρειαζόταν ένα φυσικό μέγεθος που να μπορεί να μετρηθεί και έτσι να μας δίνει αντικειμενική απάντηση στο πόσο ζεστό ή πόσο κρύο είναι ένα σώμα. Το φυσικό αυτό μέγεθος είναι η θερμοκρασία. Χρειάστηκε να κατασκευαστεί και ένα όργανο που να μπορεί να μετρήσει αυτό το φυσικό μέγεθος και έτσι κατασκευάστηκε το **θερμόμετρο**.

Γνωρίζουμε εμπειρικά ότι η θερμοκρασία μπορεί να επηρεάσει τη φυσική κατάσταση ενός σώματος. Το κερι σε υψηλή θερμοκρασία θα γίνει υγρό, το νερό θα γίνει ατμός, ότι με τη μεταβολή της θερμοκρασίας ενός σώματος μπορεί να μεταβληθεί το μέγεθός του, ή η πίεσή του αν είναι αέριο, ή το χρώμα του αν είναι πυρακτωμένο στερεό και πολλά άλλα.

Η ιδιότητα που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του θερμομέτρου ήταν η **μεταβολή του όγκου ενός υγρού** (π.χ. υδραργύρου) με τη μεταβολή της θερμοκρασίας. Η κατασκευή λοιπόν του θερμομέτρου στηρίχτηκε στο φαινόμενο της διαστολής ή συστολής ενός υγρού και σε ένα άλλο πολύ σημαντικό φυσικό φαινόμενο, τη **θερμική ισορροπία**. Στο ότι δηλαδή δύο σώματα που έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες, αν έρθουν σε επαφή προσπαθούν να αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία. Εάν τελικά αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία, τότε λέμε ότι έρχονται σε θερμική ισορροπία. Τα παιδιά γνωρίζουν το ιατρικό θερμόμετρο, γιατί σε όλα το έχει βάλει η μαμά τους, για να δει αν έχουν πυρετό. Γνωρίζουν ακόμη ότι το θερμόμετρο η μαμά το αφήνει λίγη ώρα στη μασχάλη πριν το κοιτάξει. Αυτός ο χρόνος είναι ο χρόνος που χρειάζεται για να έρθει το θερμόμετρο σε θερμική ισορροπία με το σώμα και έτσι η θερμοκρασία που θα δείξει θα είναι και η θερμοκρασία του σώματος.

### Θερμική ενέργεια και θερμότητα

Τα παιδιά στην ερώτηση, γιατί το θερμόμετρο στη μασχάλη τους ανεβαίνει και δείχνει αν έχουν πυρετό, είναι πολύ πιθανό να απαντήσουν ότι μεταφέρεται ζέστη από το σώμα τους στο θερμόμετρο. Αν επίσης τους ζητήσουμε να ακουμπήσουν για λίγο την παλάμη τους στο θρανίο, θα παρατηρήσουν ότι το θρανίο θα ζεσταθεί στο σημείο που ακουμπούν και πάλι θα πουν ότι μεταφέρεται ζέστη από το χέρι τους στο θρανίο. Τι ακριβώς όμως μεταφέρεται;

Θα θυμηθούμε πάλι ότι τα μόρια όλων των σωμάτων κινούνται συνεχώς. Εφόσον τα μόρια κινούνται, έχουν προφανώς **κινητική ενέργεια** (ενέργεια πολύ πιο προσιτή στα παιδιά). Αυτή λοιπόν την κινητική ενέργεια που έχουν τα μόρια όλων των σωμάτων θα την ονομάζουμε **θερμική ενέργεια**. Είναι προφανές ότι όλα τα σώματα έχουν θερμική ενέργεια ακόμη και αυτά που βρίσκονται σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, αφού και τότε τα μόριά τους κινούνται, αρκετά αργά μεν, αλλά κινούνται. Θεωρητικά μόνο στο απόλυτο μηδέν ( $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) τα μόρια ενός σώματος θα σταματήσουν να κινούνται.

Τι γίνεται τώρα όταν βάζουμε θερμόμετρο; Το θερμόμετρο πριν το βάλουμε στη μασχάλη δείχνει  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ενώ το σώμα μας βρίσκεται σε θερμοκρασία  $36,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Το θερμόμετρο και το σώμα μας προσπαθούν να έρθουν σε θερμική ισορροπία. Έτσι, μεταφέρεται η κινητική ενέργεια των μορίων του σώματός μας στα μόρια του θερμομέτρου, δηλαδή μεταφέρεται θερμική ενέργεια από το σώμα μας στο θερμόμετρο, μέχρι να έρθουν στην ίδια θερμοκρασία. Όταν μεταφέρεται θερμική ενέργεια από ένα σώμα σ' ένα άλλο λόγω διαφορετικής θερμοκρασίας, τότε θα λέμε ότι μεταφέρεται **θερμότητα**. Η θερμότητα λοιπόν έχει έννοια μόνο όταν **μεταφέρεται ενέργεια**.

Ας δούμε ένα άλλο παράδειγμα. Σε ένα φούρνο που βρίσκεται στους 200 °C βάζουμε ένα σώμα που βρίσκεται στους 25 °C. Έτσι λοιπόν μεταφέρεται θερμότητα από το φούρνο στο σώμα με αποτέλεσμα να αυξάνεται η κινητική ενέργεια των μορίων του, δηλαδή η θερμική του ενέργεια, μέχρι το σώμα να αποκτήσει θερμοκρασία 200 °C. Σε αυτή τη θερμοκρασία το σώμα έχει προφανώς πολύ μεγαλύτερη θερμική ενέργεια από ό,τι είχε αρχικά, αλλά δεν υφίσταται πια η έννοια της θερμότητας αφού φούρνος και σώμα βρίσκονται σε **θερμική ισορροπία** και δεν μεταφέρεται πια ενέργεια. Δεν θα πούμε λοιπόν τότε ότι το σώμα έχει θερμότητα αλλά ότι **μπορεί να αποδώσει θερμότητα**. Τη θερμότητα αυτή θα την αποδώσει όταν το βγάλουμε έξω από το φούρνο, οπότε το περιβάλλον θα είναι στους 25 °C, ενώ το σώμα στους 200 °C, οπότε θα μεταφέρεται θερμότητα στο περιβάλλον μέχρι να έρθουν σε θερμική ισορροπία, δηλαδή σε λίγη ώρα το σώμα θα έρθει και αυτό στους 25 °C.

### **Θερμοκρασία και θερμότητα**

Έστω ότι ζεσταίνουμε νερό σε ένα δοχείο με ένα γκαζάκι. Το νερό ζεσταίνεται γιατί μεταφέρεται σε αυτό θερμότητα από τη φλόγα και αυτή η μεταφορά θερμότητας έχει σαν αποτέλεσμα η θερμοκρασία του νερού να αυξάνεται συνεχώς.

**Η προσφορά θερμότητας** λοιπόν έχει σαν αποτέλεσμα την **αύξηση της θερμοκρασίας**.

Αντίστροφα, όσο μεγαλύτερη θερμοκρασία έχει ένα σώμα τόσο περισσότερη θερμότητα μπορεί το ίδιο σώμα να αποδώσει υπό κατάλληλες συνθήκες.

Μέχρι πού όμως μπορεί να αυξηθεί η θερμοκρασία του νερού; Μέχρι το νερό να αρχίσει να αλλάζει φυσική κατάσταση, δηλαδή από υγρό να γίνεται αέριο. Τότε, ενώ θα δίνουμε θερμότητα στο νερό, η θερμοκρασία του θα παραμένει σταθερή.

Γενικά λοιπόν θα μπορούσαμε να πούμε ότι όσο **δίνουμε θερμότητα** σε ένα σώμα τόσο **ανεβαίνει η θερμοκρασία** του ή **αλλάζει η φυσική του κατάσταση**.

Η **θερμότητα** λοιπόν και η **θερμοκρασία**, δύο διαφορετικές φυσικές έννοιες, έχουν άμεση σχέση. Θα πρέπει όμως να τονιστούν **οι διαφορές τους** γιατί πολλές φορές υπάρχει σύγχυση που μεγαλώνει, επειδή χρησιμοποιούνται λάθος οι όροι και στην καθημερινή μας ζωή.

α) Η θερμοκρασία είναι μια θεμελιώδης φυσική έννοια, που μας δείχνει αντικειμενικά πόσο ζεστό ή πόσο κρύο είναι ένα σώμα. Η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας, που μεταφέρεται από το πιο ζεστό στο πιο κρύο σώμα.

β) Η θερμοκρασία και η θερμότητα σαν διαφορετικά φυσικά μεγέθη έχουν και διαφορετικές μονάδες. Τη θερμοκρασία τη μετράμε σε βαθμούς Κελσίου (°C) ή βαθμούς Κέλβιν (K) ή βαθμούς Φαρενάιτ (°F). Τη θερμότητα τη μετράμε σε calori (θερμίδα) ή σε joule, που είναι η γενικότερη μονάδα ενέργειας.

γ) Όργανα μέτρησης της θερμοκρασίας είναι τα θερμόμετρα, ενώ για να βρούμε τη θερμότητα που μεταφέρεται χρειάζονται υπολογισμοί βάσει σχέσεων.

δ) Στη φυσική χωρίζουμε τις ιδιότητες των σωμάτων σε εντατικές και εκτατικές. Η **θερμοκρασία** είναι **εντατική ιδιότητα** (δεν εξαρτάται από τη μάζα του σώματος), ενώ η **θερμότητα** είναι **εκτατική ιδιότητα** (εξαρτάται από τη μάζα του σώματος). Αυτό μπορούμε να το διαπιστώσουμε πολύ εύκολα: έχουμε σε ένα δοχείο νερό στους 60 °C. Βάζουμε το νερό σε ένα μικρό και σε ένα μεγάλο δοχείο και μετράμε τη θερμοκρασία. Θα παρατηρήσουμε ότι και στα δυο δοχεία η θερμοκρασία είναι 60 °C (εντατική ιδιότητα). Η θερμότητα όμως που μπορεί να αποδώσει το νερό που βρίσκεται στο μεγάλο δοχείο είναι σαφώς μεγαλύτερη από τη θερμότητα που μπορεί να αποδώσει το νερό στο μικρό δοχείο (εκτατική ιδιότητα).

## Η ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΕΙ ΤΟΝ ΟΓΚΟ ΚΑΙ ΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

### Διαστολή και συστολή

Είδαμε ότι τα μόρια των σωμάτων κινούνται συνεχώς. Όσο δίνουμε θερμότητα σε ένα σώμα η θερμοκρασία του ανεβαίνει και τα μόριά του κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα.

Μέσα στην τάξη φτιάχνουμε έναν κύκλο και ζητάμε από μερικά παιδιά να κινηθούν μέσα σ' αυτόν τον κύκλο, σαν να είναι τα μόρια ενός σώματος. Στη συνέχεια, λέμε στα παιδιά ότι δίνουμε θερμότητα στο σώμα. Τα παιδιά πρέπει να κινηθούν πιο γρήγορα. Όταν κινηθούν πιο γρήγορα θα συγκρούονται πιο εύκολα ή θα προσπαθούν να μη συγκρούονται, με συνέπεια να βγουν έξω από τα όρια του κύκλου, ο κύκλος δηλαδή τελικά θα μεγαλώσει. Η επιφάνεια που θα καλύπτουν τώρα τα παιδιά είναι μεγαλύτερη και συνεπώς ο όγκος μεγαλώνει. Έτσι λοιπόν, έχουμε παραστατικά το φαινόμενο της διαστολής, δίνοντας δηλαδή θερμότητα σε ένα σώμα μεγαλώνει ο όγκος του. Εάν αντίστροφα ζητήσουμε από τα παιδιά να κινηθούν πιο αργά, ο συνολικός όγκος θα μειωθεί και έχουμε το φαινόμενο της συστολής.

Με τη μεταβολή της θερμοκρασίας διαστέλλονται και συστέλλονται όλα τα φυσικά σώματα (στερεά, υγρά και αέρια). Επειδή όμως, όπως είδαμε, η δομή τους είναι διαφορετική, τα υγρά διαστέλλονται ευκολότερα από τα στερεά και τα αέρια πολύ πιο εύκολα από όλα.

### Τήξη-Πήξη

Ας θυμηθούμε τη δομή ενός στερεού. Τα στερεά είναι σώματα με σταθερό όγκο και σχήμα. Τα μόρια ενός στερεού βρίσκονται κοντά το ένα στο άλλο και κινούνται σε ορισμένες θέσεις. Όταν δίνουμε θερμότητα στο στερεό, τα μόριά του κινούνται πιο γρήγορα, ενώ αυξάνεται και το πλάτος της κίνησης που κάνουν. Έτσι λοιπόν τα μόρια του στερεού αρχικά θα απομακρυνθούν και έτσι έχουμε τη διαστολή. Εάν όμως συνεχίσουμε να δίνουμε θερμότητα και έτσι να αυξάνεται η θερμοκρασία, τα μόρια του στερεού αποκτούν πια **αρκετή ενέργεια** για να **κατανικήσουν τις δυνάμεις** που τα διατηρούν στη «σφικτή» οργάνωση της στερεάς κατάστασης. Τα μόρια απομακρύνονται τόσο πολύ, που **μεταπηδούν** σε μια καινούργια διάταξη, τη **διάταξη του υγρού**. Βλέπουμε λοιπόν το σώμα να εκδηλώνει ρευστότητα και να παίρνει το σχήμα του δοχείου που το έχουμε τοποθετήσει. Έχουμε λοιπόν υγρό.

Από τη στιγμή που αρχίζει η αποδιοργάνωση του στερεού και παρουσιάζεται η ρευστότητα, βλέπουμε ότι το θερμόμετρο δεν ανεβαίνει, παρόλο που προσφέρεται θερμότητα. **Το θερμόμετρο δείχνει σταθερή θερμοκρασία** μέχρις ότου όλο το στερεό γίνει υγρό. Τι γίνεται όμως με τη θερμότητα που προσφέρεται; Γιατί δεν ανεβαίνει η θερμοκρασία; Όλη αυτή η ενέργεια (θερμότητα) χρησιμεύει για να αποδιοργανώσει τη στερεά δομή του σώματος και να το μετατρέψει σε υγρό. Η **θερμότητα** αυτή χρησιμεύει μόνο για την αλλαγή της φυσικής κατάστασης του σώματος, γι' αυτό ονομάζεται λανθάνουσα θερμότητα και στη συγκεκριμένη περίπτωση **λανθάνουσα θερμότητα τήξης**. Η **σταθερή θερμοκρασία** που δείχνει το θερμόμετρο σε όλη τη διάρκεια της τήξης λέγεται **σημείο τήξης** του σώματος. Το σημείο τήξης είναι διαφορετικό για κάθε σώμα, χαρακτηρίζει αυτό το σώμα, είναι δηλαδή μια βασική του φυσική ιδιότητα.

Το αντίστροφο ακριβώς φαινόμενο είναι η **πήξη**. Τα μόρια του υγρού, το οποίο χάνει θερμότητα και συνεπώς πέφτει η θερμοκρασία του, κινούνται πιο αργά, με αποτέλεσμα σε κάποια χρονική στιγμή το υγρό να αρχίσει να αποκτά δομή στερεού. Όσο χρόνο διαρκεί η μετατροπή του υγρού σε στερεό, η ένδειξη του θερμομέτρου παραμένει σταθερή. Η ένδειξη αυτή ονομάζεται **σημείο πήξης** και είναι χαρακτηριστική ιδιότητα του σώματος.

Για κάθε σώμα οι θερμοκρασίες τήξης και πήξης είναι ίσες.

Θα μπορούσαμε να συνεχίσουμε το παιχνίδι με τα παιδιά που είναι μέσα σε κύκλο, να τους πούμε ότι φτάσαμε στη θερμοκρασία τήξης και αυτά να αρχίσουν να κινούνται γρήγορα και άτακτα μέσα στην τάξη. Στη συνέχεια να τους πούμε ότι αφαιρούμε θερμότητα, να κινηθούν πιο αργά και όταν τους πούμε ότι φτάσαμε στη θερμοκρασία πήξης, να μπουν και πάλι μέσα στον κύκλο.

### **Εξαέρωση-Υγροποίηση**

Η μετατροπή ενός υγρού σε αέριο με τη βοήθεια της θερμότητας ονομάζεται **εξαέρωση**. Εάν η εξαέρωση γίνεται μόνο από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού, τότε ονομάζεται **εξάτμιση**, ενώ αν γίνεται απ' όλη τη μάζα του υγρού, τότε ονομάζεται **βρασμός**.

Η εξαέρωση ακολουθεί τις ίδιες αρχές που είδαμε και στα προηγούμενα, δηλαδή εάν δώσουμε θερμότητα στο υγρό τα μόριά του κινούνται πιο γρήγορα, οι αποστάσεις μεγαλώνουν και σε μια ορισμένη θερμοκρασία καταφέρνουν να υπερνικήσουν τις δυνάμεις που τα συγκρατούν στην υγρή φάση και μεταπηδούν στην αέρια φάση.

Ο **βρασμός** γίνεται σε μια ορισμένη θερμοκρασία που διατηρείται σταθερή, όσο αυτός διαρκεί και θα την ονομάζουμε **θερμοκρασία ή σημείο βρασμού**. Όταν το υγρό βράζει, όλη η θερμότητα που προσφέρεται σε αυτό χρησιμοποιείται για την αλλαγή της φυσικής κατάστασης, όπως ανάλογα είδαμε και στην τήξη.

Τι γίνεται όμως με την **εξάτμιση** όπου έχουμε πέρασμα από την υγρή στην αέρια φάση ακόμα και σε πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες από τη θερμοκρασία βρασμού; Τα μόρια του υγρού που βρίσκονται στην **ελεύθερη επιφάνειά του** είναι συνήθως τα πιο «ζωηρά» (πιο κινητικά), ενώ οι δυνάμεις που τα συγκρατούν στην υγρή φάση είναι πιο ασθενείς, αφού εξασκούνται βασικά από τα κάτω από αυτά μόρια, ενώ από πάνω υπάρχει αέρας, που ασκεί ασθενέστερες δυνάμεις. Έτσι, τα μόρια που βρίσκονται στην ελεύθερη επιφάνεια μπορούν εύκολα να περάσουν από την υγρή στην αέρια φάση.

Το αντίστροφο φαινόμενο της εξαέρωσης είναι η **υγροποίηση**, όπου έχουμε μετατροπή αερίου σε υγρό. Εδώ τα μόρια του αερίου χάνουν θερμότητα, με αποτέλεσμα να χάσουν μεγάλο μέρος της κινητικής τους ενέργειας και να μεταπέσουν τελικά στη δομή της υγρής φάσης.

## ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Κάθε μορφή ενέργειας μπορεί να μεταφερθεί από ένα μέρος σε ένα άλλο. Έτσι και η θερμότητα μπορεί να μεταφερθεί και μάλιστα με διάφορους τρόπους. Έτσι έχουμε μεταφορά θερμότητας **με αγωγή, με ρεύματα και με ακτινοβολία.**

Το ότι μεταφέρθηκε θερμότητα από ένα μέρος Α σε ένα μέρος Β, το διαπιστώνουμε με την άνοδο της θερμοκρασίας του μέρους Β.

### α) Μετάδοση θερμότητας με αγωγή

Μετάδοση με αγωγή θα λέμε τη μεταφορά θερμότητας από ένα θερμό μέρος ενός σώματος σε ένα λιγότερο θερμό μέρος του ίδιου σώματος ή σε ένα λιγότερο θερμό σημείο άλλου σώματος, εφόσον τα δυο σώματα βρίσκονται σε επαφή. Έχουμε λοιπόν **μεταφορά ενέργειας από μόριο σε μόριο.** Για να εξηγήσουμε το φαινόμενο της μεταφοράς με αγωγή αρκεί να θυμηθούμε ότι η θερμική ενέργεια είναι η κινητική ενέργεια των μορίων. Όταν λοιπόν θερμάνουμε μια ράβδο στο ένα της άκρο, τα μόρια που βρίσκονται στο άκρο αυτό αποκτούν μεγαλύτερη κινητική ενέργεια, κινούνται δηλαδή «ζωηρότερα». Έτσι, συγκρούονται με τα γειτονικά τους μόρια και δίνουν σ' αυτά ένα μέρος από την ενέργειά τους. Με αυτόν τον τρόπο λοιπόν μεταφέρεται ενέργεια από την περιοχή της ράβδου που βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία σε άλλες περιοχές της ράβδου, που βρίσκονται σε χαμηλότερη θερμοκρασία, χωρίς να μεταφέρονται μόρια.

Υπάρχουν υλικά που η μεταφορά θερμότητας με αγωγή γίνεται δύσκολα και ονομάζονται **κακοί αγωγοί της θερμότητας** και άλλα υλικά που η μεταφορά θερμότητας γίνεται εύκολα και λέγονται **καλοί αγωγοί της θερμότητας.** Καλοί αγωγοί της θερμότητας είναι τα μέταλλα, όπου εκτός από τα μόρια κινούνται με μεγάλες ταχύτητες και τα **ελεύθερα ηλεκτρόνια** (χαρακτηριστικό των μετάλλων) και βοηθούν πάρα πολύ την αγωγή.

### β) Μετάδοση θερμότητας με ρεύματα

Στη μετάδοση της θερμότητας με αγωγή δεν μεταφέρεται ύλη από ένα σημείο του σώματος σε ένα άλλο. Υπάρχει όμως και τρόπος μετάδοσης της θερμότητας, κατά τον οποίο **μεταφέρεται ύλη** από μια περιοχή σε άλλη περιοχή. Αυτός ο τρόπος μετάδοσης ονομάζεται μετάδοση θερμότητας **με μεταφορά** ή μετάδοση θερμότητας **με ρεύματα.**

Η θερμότητα μεταφέρεται με ρεύματα στα **υγρά** και στα **αέρια**, δηλαδή στα **ρευστά**, επειδή τα μόριά τους έχουν τη δυνατότητα να κινούνται, στα μεν υγρά σε όλη τη μάζα τους, στα δε αέρια σε όσο χώρο τους είναι διαθέσιμος.

Το φαινόμενο στηρίζεται στο ότι όταν ένα υγρό ή ένα αέριο θερμανθεί διαστέλλεται. Εφόσον διαστέλλεται, **η πυκνότητά του μικραίνει**, γίνεται πιο **ελαφρύ και ανεβαίνει** προς τα πάνω. Έτσι, για παράδειγμα αν ζεστάνουμε ένα δοχείο με νερό, το νερό του πυθμένα ζεσταίνεται πρώτο, γίνεται ελαφρύτερο και κινείται προς τα πάνω, ενώ το κρύο νερό, που είναι τώρα πια βαρύτερο, κατεβαίνει προς τα κάτω, ζεσταίνεται και αυτό και ακολουθεί την αρχική πορεία. Έτσι, δημιουργείται ένα **συνεχόμενο ρεύμα** και η θερμότητα μεταδίδεται σε όλη τη μάζα του νερού. Το ίδιο φαινόμενο θα συμβεί εάν στη θέση του νερού, έχουμε ένα αέριο.



### **γ) Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία**

Είδαμε ότι η θερμότητα διαδίδεται με αγωγή, δηλαδή από μόριο σε μόριο, και με ρεύματα, δηλαδή με μετακίνηση θερμών ρευμάτων αερίων ή υγρών.

Η θερμότητα του ήλιου όμως, φτάνει μέχρι τη γη περνώντας ένα πολύ μεγάλο διάστημα, που είναι κενό. Σε αυτό το διάστημα, προφανώς, η θερμότητα δεν μπορεί να μεταδίδεται ούτε με αγωγή, ούτε με ρεύματα.

Υπάρχει λοιπόν και ένας άλλος τρόπος μετάδοσης της θερμότητας και αυτός ονομάζεται μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία. Την ακτινοβολία αυτή την ονομάζουμε **θερμική ακτινοβολία**. Η θερμική ακτινοβολία είναι μια μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και μπορεί να διαδίδεται ελεύθερα στο κενό, αλλά και μέσα από την ύλη, αρκεί η ύλη να είναι διαφανής σε αυτήν την ακτινοβολία.

#### **Θερμική ακτινοβολία εκπέμπουν όλα τα θερμά σώματα.**

Έστω λοιπόν ότι έχουμε μια ηλεκτρική σόμπα (αντίσταση) στην τάξη και συζητάμε με τα παιδιά για το πώς μεταδίδεται η θερμότητα από τη σόμπα σε εμάς. Κατ' αρχήν θερμότητα μεταδίδεται γιατί η θερμοκρασία της σόμπας είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Υπάρχει λοιπόν η **προϋπόθεση της ροής θερμότητας**. Προφανώς, έχουμε διάδοση θερμότητας με ρεύματα, γιατί τα στρώματα του αέρα που βρίσκονται κοντά στη σόμπα θερμαίνονται, αραιώνουν και κινούνται προς τις ψυχρότερες περιοχές του δωματίου, ενώ ο ψυχρότερος αέρας, που καταλαμβάνει τη θέση τους, θερμαίνεται και αυτός και ακολουθεί την ίδια πορεία. Εάν όμως γυρίσουμε τη σόμπα να κοιτάζει προς τον τοίχο, ενώ η μετάδοση της θερμότητας με ρεύματα δεν αλλάζει, εμείς θα ζεστανόμαστε πολύ λιγότερο. Άρα, η μετάδοση της θερμότητας δεν γίνεται μόνο με ρεύματα, αλλά και με άλλο τρόπο. Αυτός ο τρόπος είναι η μετάδοση με θερμική ακτινοβολία. Όταν η σόμπα είναι γυρισμένη προς τον τοίχο, η θερμική ακτινοβολία που φτάνει σε εμάς είναι ελάχιστη, και γι' αυτό ζεστανόμαστε πολύ λιγότερο. **Έχουμε λοιπόν συγχρόνως δυο τρόπους μετάδοσης της θερμότητας, με ρεύματα και με ακτινοβολία.**

Γενικά, στις περισσότερες περιπτώσεις, έχουμε συγχρόνως δυο ή και τρεις τρόπους μεταφοράς της θερμότητας.

20 Ε.Κ.Φ.Π.

## ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΤΟΥ ΤΕΤΡΑΔΙΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΑΛΛΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

### Ε΄ ΤΑΞΗ

#### 1. Το θερμόμετρο

##### **α) Πείραμα με το ζεστό-κρύο και χλιαρό νερό (σελ. 70)**

Η αίσθηση πράγματι είναι ότι το χέρι που ήταν στο ζεστό νερό μας φαίνεται κρύο, ενώ το χέρι που ήταν στο κρύο νερό μας φαίνεται ζεστό. Θα πρέπει όμως να προσέξουμε ιδιαίτερα το πόσο ζεστό θα είναι το νερό, ώστε εάν βάλει το χέρι του μέσα ο μαθητής να μην καεί. Θα πρέπει δηλαδή πρώτα να το δοκιμάσουμε εμείς.

##### **β) Μετράμε τη θερμοκρασία του πάγου που λιώνει (σελ. 71)**

Μπορούμε να σπάσουμε τα παγάκια πριν τα βάλουμε στο δοχείο. Πιθανόν η θερμοκρασία που θα μετράμε όταν λιώνει ο πάγος να είναι 1-2 °C.

##### **γ) Μέτρηση της θερμοκρασίας του νερού που βράζει (σελ. 72)**

Πιθανώς να μετρήσουμε μια θερμοκρασία βρασμού 101-102 °C, εξαιτίας των αλάτων που υπάρχουν στο νερό.

#### **ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ**

**1.** Επειδή θέλουμε να ελέγξουμε την υποκειμενικότητα της αίσθησης του ζεστού και του κρύου μπορούμε να πούμε στα παιδιά να ακουμπήσουν το ένα χέρι τους στο σιδερένιο πόδι του θρανίου και το άλλο σε ένα ξύλινο σημείο του. Θα νιώσουν πιο κρύο το σιδερένιο μέρος.

**2.** Θα μπορούσαμε να συζητήσουμε επίσης το τι θα γινόταν εάν φέρναμε στην αυλή του σχολείου έναν Εσκιμώο και έναν Αφρικανό και τους ζητούσαμε να μας πουν πως βρίσκει ο καθένας τον καιρό, δηλαδή αν κρυώνει ή αν ζεσταίνεται.

#### **2. Θερμοκρασία – Θερμότητα**

##### **α) Πείραμα όπου μετράμε την άνοδο της θερμοκρασίας (σελ. 74)**

Ξεκινώντας τα πείραμα μπορούμε να δούμε την ένδειξη του θερμομέτρου, που μας δείχνει τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και να μετρήσουμε στη συνέχεια τη θερμοκρασία του νερού πριν ανάψουμε το γκαζάκι. Θα δούμε ότι το νερό βρίσκεται στην ίδια θερμοκρασία με το περιβάλλον. Αυτό θα μας βοηθήσει στη συνέχεια, όταν μιλήσουμε για τη θερμική ισορροπία.

Όταν μετράμε τη θερμοκρασία κάθε λεπτό, η άνοδός της δεν θα είναι ακριβώς ανάλογη με το χρόνο. Επίσης, το πόσο γρήγορα ανεβαίνει η θερμοκρασία θα εξαρτηθεί από το πόσο νερό έχουμε βάλει στο δοχείο (λιγότερο νερό γρηγορότερη άνοδος).

##### **β) Πείραμα όπου βάζουμε το δοχείο με το ζεστό νερό στη λεκάνη με το κρύο νερό (σελ. 75)**

Θα παρατηρήσουμε πολύ μικρή άνοδο της θερμοκρασίας στο κρύο νερό και σχετικά αργή πτώση στο ζεστό νερό. Για να έχουμε πολύ καλύτερα αποτελέσματα μπορούμε να κάνουμε το ανάποδο. Να βάλουμε δηλαδή ζεστό νερό στη λεκάνη και κρύο νερό στο δοχείο (που προφανώς θα είναι πολύ λιγότερο). Τότε θα παρατηρήσουμε γρήγορη άνοδο του ενός θερμομέτρου και γρήγορη πτώση του άλλου. Ακόμη καλύτερα αποτελέσματα θα παρατηρήσουμε εάν βάλουμε το ζεστό νερό σε ένα ποτήρι και το κρύο νερό σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα, όπου θα βάλουμε και το θερμόμετρο.

#### **ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ**

**1.** Βάζουμε το μπρίκι πάνω στο γκαζάκι. Το νερό δεν ζεσταίνεται γιατί δεν υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας, αφού το γκαζάκι είναι σβηστό. Όταν όμως ανάψουμε το γκαζάκι, η φλόγα έχει θερμοκρασία περίπου 400 °C, ενώ το νερό 25 °C.

Αφού υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας θα έχουμε ροή θερμότητας και γι' αυτό ζεσταίνεται το νερό. Παρακολουθούμε την άνοδο της θερμοκρασίας του νερού με ένα θερμόμετρο. Σχολιάζουμε το ότι το νερό θα πρέπει να έρθει στην ίδια θερμοκρασία με τη φλόγα. Όμως αυτό δεν θα γίνει, γιατί το νερό θα αλλάξει φυσική κατάσταση, που θα δούμε πιο αναλυτικά παρακάτω.

**2.** Λέμε στα παιδιά να βάλουν την παλάμη τους πάνω στο θρανίο. Αρχικά θα το νιώσουν κρύο, γιατί μεταφέρεται θερμότητα από το χέρι στο θρανίο. Εάν αφήσουν το χέρι τους πάνω στο θρανίο για λίγη ώρα, το μέρος του θρανίου που ακουμπούν θα ζεσταθεί.

**3.** Κρατάμε ένα νόμισμα στο χέρι μας για λίγη ώρα και στη συνέχεια ζητάμε από τα παιδιά να αναγνωρίσουν το νόμισμα αυτό από ένα άλλο ίδιο νόμισμα. Θα το αναγνωρίσουν γιατί είναι πιο ζεστό.

**4.** Λέμε στα παιδιά να τρίψουν γρήγορα τις παλάμες τους. Αισθάνονται ότι ζεστάθηκαν. Αυτό αποτελεί παράδειγμα κινητικής ενέργειας που μετατράπηκε σε θερμότητα.

**5.** Εάν συνεχίσουμε να μετράμε τη θερμοκρασία στο πείραμα της σελ. 74 θα φτάσουμε στη θερμοκρασία βρασμού, όπου θα διαπιστώσουμε ότι το θερμόμετρο σταματά να ανεβαίνει. Η διαπίστωση αυτή θα μας χρησιμεύσει και για να τονίσουμε τη διαφορά θερμότητας-θερμοκρασίας, δηλαδή ενώ δίνουμε θερμότητα, η θερμοκρασία παραμένει σταθερή. Άρα θερμότητα και άνοδος θερμοκρασίας δεν πάνε πάντα μαζί.

### **3. Τήξη και πήξη**

**α) Πείραμα όπου λιώνουν τα παγάκια στο μπρίκι με τη φλόγα του κεριού (σελ. 78)**

Θα πρέπει να ανακατεύουμε συνέχεια τα παγάκια με το θερμόμετρο. Η θερμοκρασία θα είναι 2-4 °C, αλλά θα διατηρηθεί εκεί μέχρι να λιώσουν τα παγάκια. Στη συνέχεια, η θερμοκρασία θα αρχίσει να ανεβαίνει γρήγορα. Ουσιαστικά, αυτό που πρέπει να τονιστεί είναι ότι η θερμοκρασία, όσο έλιωναν τα παγάκια, ήταν σχεδόν σταθερή, ενώ στη συνέχεια αρχίζει να ανεβαίνει γρήγορα.

**β) σελ. 79**

Αφού το πείραμα θα το κάνουν οι μαθητές στο σπίτι, ό,τι παρατηρήσουν θα είναι σημαντικό. Θα πρέπει όμως να τους δώσουμε αναλυτικές οδηγίες.

#### **ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ**

Βάζουμε ένα κομμάτι κεριό σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα. Ζεσταίνουμε και παρατηρούμε πως το κεριό μετά από λίγο γίνεται υγρό (τήξη). Χύνουμε σιγά-σιγά κεριό σε ένα πιατάκι. Το κεριό στο πιατάκι στερεοποιείται (πήξη). Έχει μεγάλο ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε τον δοκιμαστικό σωλήνα, στο σημείο όπου χυνόταν το κεριό. Έχει δημιουργηθεί ένας κέρινος δρόμος, αφού τα τοιχώματα του σωλήνα ήταν κρύα και το υγρό κεριό περνώντας, στερεοποιήθηκε. Μπορούμε να φτιάξουμε έτσι σχήματα μέσα στο σωλήνα π.χ. τέσσερις κέρινους δρόμους. Εάν ζεστάνουμε πάλι όλο το δοκιμαστικό σωλήνα, οι δρόμοι θα σβήσουν και το κεριό θα γίνει πάλι υγρό. Το βάζουμε κάτω από τη βρύση ή σε ένα ποτήρι νερό και αμέσως στερεοποιείται.

### **4. Εξάτμιση και συμπύκνωση**

**α) Πείραμα εξάτμισης (σελ. 82)**

Είναι καλύτερα να χρησιμοποιήσουμε βενζίνη ή αιθέρα. Η βενζίνη θα εξατμιστεί πολύ πιο γρήγορα από το οινόπνευμα, ενώ αν βάλουμε λίγη στο χέρι μας θα νιώσουμε την ψύξη, οπότε μπορούμε να εξηγήσουμε καλύτερα ότι παίρνει θερμότητα και εξατμίζεται (το δέρμα μας ψύχεται γιατί από αυτό παίρνει θερμότητα για να εξατμιστεί).

## **β) Πείραμα συμπύκνωσης (σελ. 83)**

Όταν αρχίσουν να θολώνουν τα τοιχώματα του ποτηριού, σκουπίσέ τα με ένα χαρτί και δείξε το βρεγμένο χαρτί στα παιδιά. Σε λίγη ώρα μπορείς να σκουπίσεις το ποτήρι ξανά και πάλι να δείξεις το χαρτί.

### **ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ**

**1.** Η συμπύκνωση θα γίνει πιο κατανοητή στο επόμενο μάθημα, όταν βράζουμε νερό και πάνω από τους ατμούς βάλουμε ένα κομμάτι αλουμίνιο ή κάτι άλλο. Όλα τα παιδιά έχουν την ιδέα της συμπύκνωσης από τις σταγόνες που βλέπουν στο καπάκι της κατσαρόλας, όταν η μαμά τους μαγειρεύει.

**2.** Μπορούμε να βάλουμε τρεις σταγόνες στο θρανίο, μία από νερό, μία από οινόπνευμα και μία από βενζίνη, για να δουν τα παιδιά ποια από αυτές θα εξατμιστεί πιο γρήγορα.

**3.** Σε ένα θερμόμετρο τυλίγουμε βαμβάκι στην άκρη του. Βρέχουμε το βαμβάκι με βενζίνη ή οινόπνευμα και περιμένουμε. Παρατηρούμε ότι το θερμόμετρο δείχνει χαμηλότερη θερμοκρασία. Η θερμοκρασία τελικά θα κατέβει αρκετά.

## **5. Βρασμός**

### **Πείραμα βρασμού (σελ. 84)**

Μπορούμε στο πείραμα αυτό να επαναλάβουμε την ώρα της διεξαγωγής του αρκετά από όσα έχουμε μάθει στο κεφάλαιο. Να επαναλάβουμε γιατί μεταφέρεται θερμότητα στο νερό, να παρατηρήσουμε πάλι την άνοδο της θερμοκρασίας, τις φυσαλίδες που βγαίνουν αρχικά χωρίς να έχει αρχίσει ο βρασμός (πρόκειται για τις φυσαλίδες του αέρα που είναι εγκλωβισμένες στο νερό), τις φυσαλίδες που βγαίνουν όταν σταθεροποιείται η θερμοκρασία και αρχίζει ο βρασμός κ.α. Επίσης να βάλουμε ένα κρύο αντικείμενο πάνω από τους υδρατμούς και να δούμε την υγροποίηση.

Τέλος, μπορούμε να βάλουμε το ερώτημα γιατί δεν ανεβαίνει η θερμοκρασία αφού δίνουμε θερμότητα. Εξηγούμε στα παιδιά ότι όλη αυτή η θερμότητα χρησιμεύει για να περάσει το νερό από την υγρή στην αέρια φάση.

### **ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ**

**1.** Με ένα απλό πείραμα θα δείξουμε ότι η θερμοκρασία βρασμού δεν ξεπερνά τους 100 °C (περίπου).

Φτιάχνουμε ένα μικρό χάρτινο κουτί, βάζουμε μέσα νερό και το τοποθετούμε στο αναμμένο γκαζάκι. Η φλόγα αγγίζει το χάρτινο κουτί, αλλά αυτό δεν θα καεί. Το νερό θα αρχίσει να βράζει, αλλά το κουτί δεν θα πάθει τίποτα. Η εξήγηση είναι ότι εφόσον το χαρτί και το νερό βρίσκονται σε επαφή, θα βρίσκονται και σε θερμική ισορροπία. Η θερμοκρασία λοιπόν του χαρτιού δεν θα ανεβεί πάνω από τη θερμοκρασία του νερού. Η θερμοκρασία του νερού δεν ανεβαίνει πάνω από τους 100 °C, οπότε το ίδιο θα συμβεί και για το χαρτί. Για να πάρει φωτιά το χαρτί θα πρέπει η θερμοκρασία του να ανέβει πολύ ψηλότερα.

**2.** Στο ερώτημα εάν υπάρχει τρόπος να αλλάξει η θερμοκρασία που βράζει το νερό, μπορούμε να πούμε στα παιδιά ότι η θερμοκρασία μπορεί να αλλάξει, εάν αλλάξει και η πίεση. Για παράδειγμα στις χύτερες ταχύτητας, η πίεση είναι μεγαλύτερη και γι' αυτό το νερό βράζει σε μεγαλύτερη θερμοκρασία (περίπου 120 °C).

Όταν η πίεση είναι μεγαλύτερη, το νερό βράζει σε μεγαλύτερη θερμοκρασία. Όταν όμως είναι μικρότερη, τότε βράζει σε μικρότερη θερμοκρασία.

Αυτό μπορούμε να το διαπιστώσουμε με ένα πολύ απλό πείραμα. Με μια μικρή σύριγγα, που μπορούμε να πάρουμε από ένα φαρμακείο, τραβάμε νερό, που έχει θερμοκρασία 70 °C. Κλείνουμε με το δάκτυλό μας την άκρη της σύριγγας και τραβάμε το έμβολο προς τα πίσω. Βλέπουμε ότι το νερό σχηματίζει φυσαλίδες και αρχίζει να βράζει. Το ίδιο μπορούμε να κάνουμε με νερό στους 60 °C ή και σε ακόμη χαμηλότερες θερμοκρασίες.

## **6, 7, 8 Θερμαίνοντας και ψύχοντας τα στερεά, τα υγρά και τα αέρια**

### **α) Πείραμα με το νόμισμα που διαστέλλεται (σελ. 87)**

Πολύ απλό. Αν το κάνουμε εμείς μπορούμε να το ζεστάνουμε καλύτερα στο γκαζάκι. Εάν στο σχολείο υπάρχει η συσκευή διαστολής με τη σφαίρα, μπορούμε να κάνουμε και αυτό το πείραμα.

### **β) Πείραμα με το χρωματισμένο νερό που διαστέλλεται (σελ. 89)**

Εάν το κάνουμε εμείς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια κωνική φιάλη με ένα φελλό από όπου θα περνά ένα σωληνάκι. Στη συνέχεια βάζουμε τη φιάλη πάνω στο γκαζάκι. Θα παρατηρήσουμε το φαινόμενο πολύ πιο εύκολα.

### **γ) Πείραμα με το νόμισμα που ανασηκώνεται (σελ. 91)**

Το πείραμα είναι αρκετά εύκολο και εντυπωσιακό και σίγουρα τα περισσότερα παιδιά θα το επαναλάβουν στο σπίτι.

### **δ) Πείραμα με το μπαλόνι (σελ. 91)**

Αν το κάνουμε εμείς καλύτερα να βάλουμε το άδειο μπουκάλι με το μπαλόνι άνω στο γκαζάκι. Έτσι, το φαινόμενο θα είναι πιο εντυπωσιακό. Ούτως ή άλλως όμως, πριν προσαρμόσουμε το μπαλόνι στο μπουκάλι, θα πρέπει να το φουσκώσουμε 2-3 φορές και να το αφήνουμε κάθε φορά φουσκωμένο για λίγη ώρα, ώστε να αποκτήσει ελαστικότητα.

### **ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ**

**1.** Στη διαστολή των υγρών στηρίζεται το θερμόμετρο. Είναι λοιπόν ευκαιρία να μιλήσουμε πάλι για το θερμόμετρο, έχοντας εξετάσει τη διαστολή. Άλλωστε, το πείραμα του τετραδίου εργασιών με το καλαμάκι, μας δείχνει στην ουσία τη λειτουργία του θερμομέτρου.

**2.** Μπορούμε, με βάση το πείραμα του τετραδίου εργασιών για τη διαστολή των υγρών, να χρησιμοποιήσουμε χρωματισμένο νερό και λάδι, σε ένα άλλο, ίδιο δοχείο και να δούμε ότι τα υγρά διαστέλλονται διαφορετικά.

**3.** Εάν βάλουμε ένα άδειο μπουκάλι από εμφιαλωμένο νερό, πωματισμένο, στο ψυγείο και το αφήσουμε για 10', θα δούμε ότι έχει συμπιεστεί. Αυτό οφείλεται στη συστολή του αέρα που υπάρχει μέσα στο μπουκάλι, με αποτέλεσμα να πιάνει λιγότερο χώρο και το μπουκάλι να συμπιεστεί από την εξωτερική πίεση του αέρα.

**4.** Εάν αφήσουμε ένα μπαλόνι που δεν το έχουμε φουσκώσει πολύ, πάνω στο καλοριφέρ ή στον ήλιο, θα δούμε ότι θα φουσκώσει περισσότερο (διαστολή του αέρα που περικλείεται στο μπαλόνι).

**5.** γεμίζουμε ένα ποτήρι με πολύ κρύο νερό, έτσι ώστε το νερό να πάει μέχρι τα χείλη. Αφήνουμε το ποτήρι για λίγη ώρα και παρατηρούμε ότι έχει χυθεί έξω λίγο νερό.

## ΣΤ' ΤΑΞΗ

### **1. Η θερμότητα μεταδίδεται με αγωγή**

#### **Πείραμα με τη μεταλλική βελόνα (σελ. 52)**

Μπορούμε αντί για βελόνα να χρησιμοποιήσουμε ένα κομμάτι χοντρό σύρμα ή ένα μακρύ καρφί. Θα πρέπει να προσέξουμε να είναι οι μπάλες ίδιες περίπου σε μέγεθος. Αν πραγματοποιήσουμε εμείς το πείραμα, καλύτερα να χρησιμοποιήσουμε γκαζάκι.

#### **ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ**

**1.** Το παιχνίδι με την αναγνώριση του νομίσματος που έχει αναφερθεί πριν, είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα μετάδοσης θερμότητας με αγωγή. Είναι σημαντικό να τονίσουμε στα παιδιά ότι η αγωγή θερμότητας δεν γίνεται μόνο στο ίδιο στερεό σώμα, αλλά και από ένα σώμα σε ένα άλλο, όταν αυτά βρίσκονται σε επαφή. Όταν κρατάμε μια σιδερένια ράβδο στη φωτιά, η θερμότητα θα μεταφερθεί από μόριο σε μόριο στη ράβδο και στη συνέχεια στο χέρι μας.

**2.** Αν ζητήσουμε από τα παιδιά να ακουμπήσουν το ξύλινο και το σιδερένιο μέρος του θρανίου τους, θα νιώσουν ζεστότερο το ξύλινο και ψυχρότερο το σιδερένιο. Όμως, και τα δυο έχουν την ίδια θερμοκρασία, τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Και στις δυο περιπτώσεις μεταφέρεται θερμότητα με αγωγή από το χέρι μας, αφού αυτό έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία. Το σίδηρο όμως, σαν καλός αγωγός της θερμότητας, απορροφά γρήγορα θερμότητα από το χέρι μας και έτσι το νιώθουμε κρύο, ενώ το ξύλο, σαν κακός αγωγός της θερμότητας, απορροφά θερμότητα αργά και έτσι το νιώθουμε ζεστό.

### **2. Η θερμότητα μεταδίδεται με ρεύματα**

#### **Πείραμα με μπαλόνια (σελ. 54)**

Το πρώτο πρόβλημα είναι το πώς θα βάλουμε νερό στα μπαλόνια. Αν τα κρατήσουμε ανοιχτά από το λαιμό, κάτω από τη βρύση, μάλλον θα μπει πολύ λίγο νερό. Πρέπει να περάσουμε το λαιμό γύρω-γύρω από τη βρύση και έτσι θα βάλουμε όσο νερό θέλουμε. Εάν συνεχίσουμε με γεμάτα τα μπαλόνια, τα αφήσουμε στο ζεστό και στο κρύο νερό και στο τέλος τα ρίξουμε στον κουβά, υπάρχει πιθανότητα να μην φανούν και μεγάλες διαφορές. Το κρύο νερό ίσως να μην πάει στον πάτο και το ζεστό ίσως να μην ανεβεί τόσο πολύ. Εν τέλει μπορούμε να το αντικαταστήσουμε με άλλο πείραμα.

#### **Πείραμα με το χρωματισμένο νερό (σελ. 55)**

Βάζουμε το χαρτόνι πάνω στο μπουκάλι και τα τοποθετούμε μαζί, πάνω στο ποτήρι για να μη χυθεί το νερό. Το ποτήρι με το χρωματισμένο νερό θα πρέπει να είναι γεμάτο και το χαρτόνι να εφαρμόζει τέλεια. Θα δούμε το νερό του μπουκαλιού να χρωματίζεται.

#### **ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ**

**1.** Κόβουμε ένα πλαστικό μπουκάλι στο πάνω μέρος του. Έτσι φτιάχνουμε ένα ψηλό κυλινδρικό δοχείο. Παίρνουμε ένα κοντό μπουκάλι (π.χ. μπουκάλι από νερό Σουρωτή, ή κοντή αλατιέρα χωρίς το καπάκι), βάζουμε μέσα ζεστό νερό που το χρωματίζουμε με τέμπερα. Βάζουμε κρύο νερό στο κυλινδρικό δοχείο και μέσα βάζουμε προσεκτικά το μικρό μπουκάλι, ώστε να βυθιστεί και να υπάρχει αρκετό κρύο νερό από πάνω. Βλέπουμε πολύ παραστατικά τα ρεύματα του θερμού χρωματισμένου νερού που κινούνται προς τα πάνω.

**2.** Θα δείξουμε ότι το νερό είναι κακός αγωγός της θερμότητας και έτσι μπορούν να ζεσταθούν μόνο τα πάνω στρώματα νερού και όχι τα κάτω.

Παίρνουμε ένα δοκιμαστικό σωλήνα και βάζουμε μέσα μερικά παγάκια. Πάνω από τα παγάκια βάζουμε ένα μικρό και βαρύ αντικείμενο (π.χ. πέτρα) για να μην ανέβουν προς τα πάνω. Γεμίζουμε το δοκιμαστικό σωλήνα με νερό μέχρι περίπου τα

2/3 του. Κρατάμε το σωλήνα από το κάτω μέρος, όπου είναι τα παγάκια και τον ζεσταίνουμε στο ύψος που φτάνει το νερό. Τα παγάκια δεν λιώνουν, ενώ αρχίζουν να βγαίνουν ατμοί από το πάνω μέρος του σωλήνα. Έτσι βλέπουμε συγχρόνως και τις τρεις φυσικές καταστάσεις του νερού.

Το πείραμα αυτό μπορεί να γίνει ούτως ή άλλως όταν μιλάμε για τη φυσική κατάσταση των σωμάτων. Η συνύπαρξη και των τριών φάσεων είναι εντυπωσιακή.

### **3. Η θερμότητα μεταδίδεται με ακτινοβολία**

#### **α) Πείραμα με τη λάμπα (σελ. 57)**

Μπορούμε να φέρουμε στο σχολείο ένα πορτατίφ και να κάνουμε τις παρατηρήσεις μας.

#### **β) Πείραμα σελ. 58**

Στο φως του ήλιου δύσκολα θα παρατηρήσουμε διαφορά. Θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το πορτατίφ.

#### **ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ**

**1.** Όταν καθόμαστε στο τζάκι, με το πρόσωπο προς τη φωτιά, αισθανόμαστε αρκετά τη ζέση, ενώ αντίθετα αν στρέψουμε το πρόσωπό μας δεν την αισθανόμαστε τόσο πολύ. Λέμε ότι το τζάκι «ακτινοβολεί» και εννοούμε ακριβώς τη μετάδοση της θερμότητας με ακτινοβολία. Προφανώς, η θερμότητα φτάνει σε μας με ακτινοβολία και πολύ λιγότερο με ρεύματα.

**2.** Το στάδιο Ειρήνης και Φιλίας αν γεμίσει μια κρύα χειμωνιάτικη μέρα δεν χρειάζεται θέρμανση. Η θέρμανσή του εξασφαλίζεται από τη θερμική ακτινοβολία που εκπέμπουν τα σώματα των ανθρώπων, που είναι μέσα στο στάδιο.

**3.** Παίρνουμε δυο δοχεία, το ένα με μαύρα τοιχώματα και το άλλο με γυαλιστερά. Βάζουμε και στα δυο δοχεία, προσεχτικά, βραστό νερό (100 °C) και παρατηρούμε με τα θερμόμετρα, πώς πέφτει η θερμοκρασία τους.

Η θερμοκρασία στο δοχείο με τα μαύρα τοιχώματα θα ελαττώνεται με πολύ πιο γρήγορο ρυθμό, αφού το δοχείο αυτό εκπέμπει περισσότερη θερμική ακτινοβολία.