

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

ΦΥΣΙΚΗ Α΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Φυσική Α΄ Γυμνασίου: Βιβλίο Μαθητή
ΤΑΞΗ Α΄

| | |
|----------------------------------|---|
| Συγγραφή: | Ιωάννης Καρμιώτης, Φυσικός Δημήτριος Φιλίππου, Φυσικός Αχιλλέας Καπαρτζιάνης, Φυσικός |
| Συντονισμός: | Δρ Γιώργος Ασπρομάλλης, ΕΜΕ Φυσικής |
| Επιμέλεια έκδοσης: | Ιωάννης Καρμιώτης, Φυσικός Δημήτριος Φιλίππου, Φυσικός Αχιλλέας Καπαρτζιάνης, Φυσικός |
| Γλωσσική επιμέλεια: | Μαριάννα Χριστόφια, <i>Λειτουργός Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων</i> |
| Ηλεκτρονική σελίδωση: | Ιωάννης Καρμιώτης, Φυσικός Δημήτριος Φιλίππου, Φυσικός Αχιλλέας Καπαρτζιάνης, Φυσικός |
| Σχεδιασμός εξωφύλλου: | Φωτογραφία: Παρασκευάς Παπαδόπουλος Επεξεργασία: Ευάγγελος Στεργενάκης, <i>Λειτουργός Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων</i> |
| Συντονισμός έκδοσης: | Χρίστος Παρπούνας, <i>Συντονιστής Υπηρεσίας Ανάπτυξης Προγραμμάτων</i> |

Έκδοση 2012

Εκτύπωση:Όνομα Τυπογραφείου.....

© ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ISBN: 978-9963-0-4615-7



Στο εξώφυλλο χρησιμοποιήθηκε ανακυκλωμένο χαρτί σε ποσοστό τουλάχιστον 50%, προερχόμενο από διαχείριση απορριμμάτων χαρτιού. Το υπόλοιπο ποσοστό προέρχεται από υπεύθυνη διαχείριση δασών.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η διασφάλιση της ποιότητας ζωής στον αιώνα που διανύουμε, βασίζεται ολοένα και περισσότερο στην επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο. Η απόκτηση εκπαίδευσης και δεξιοτήτων στην επιστήμη είναι απαραίτητη για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης και εδραίωσης της πραγματικής δημοκρατίας.

Με ιδιαίτερη χαρά προλογίζω την έκδοση του βιβλίου «Φυσική Α΄ Γυμνασίου». Το βιβλίο αυτό γράφτηκε με τη σκέψη ότι εσείς, οι σημερινοί μαθητές και οι αυριανοί πολίτες, θα πρέπει να δομήσετε ένα συνεκτικό σώμα γνώσεων, να αναπτύξετε τις αναγκαίες δεξιότητες και ικανότητες για συμμετοχή σε μια κοινωνία ενεργών και κριτικά σκεπτόμενων ανθρώπων και να διαμορφώσετε θετικές στάσεις και συμπεριφορές έναντι της επιστήμης. Γι' αυτό το λόγο σε αυτό το βιβλίο τα θέματα της Φυσικής συνδέονται με την καθημερινή ζωή, τη φύση και την εξέλιξη της επιστήμης.

Επιθυμώ να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους εκπαιδευτικούς της ομάδας, Ιωάννη Καρμιώτη, Δημήτριο Φιλίππου και Αχιλλέα Καπαρτζιάνη που ασχολήθηκαν με τη συγγραφή του βιβλίου.

Ιδιαίτερα θέλω να ευχαριστήσω τον Επιθεωρητή της Φυσικής, Δρα Γιώργο Ασπρομάλλη, που είχε τον συντονισμό της ομάδας, καθώς και την Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων που είχε την ευθύνη για την έκδοση του βιβλίου αυτού.

Δρ Ζήνα Πουλλή
Διευθύντρια Μέσης Εκπαίδευσης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|---------------|
| ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΝΕΡΟ | 1 |
| ΕΙΔΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ | 3 |
| Εισαγωγή | 3 |
| Φυσικές καταστάσεις του νερού | 3 |
| Ειδικές ιδιότητες των τριών φάσεων του νερού | 4 |
| Συγκοινωνούντα δοχεία | 5 |
| Αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων στην καθημερινή ζωή | 5 |
| Συμπιεστότητα και ελαστικότητα του νερού στην αέρια φάση (υδρατμοί) | 7 |
| ΑΛΛΑΓΗ ΦΑΣΕΩΝ ΝΕΡΟΥ | 9 |
| Εισαγωγή | 9 |
| Εξάτμιση του νερού | 9 |
| Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η εξάτμιση του νερού | 9 |
| Υγροποίηση του νερού | 10 |
| Στερεοποίηση του νερού | 12 |
| ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ | 14 |
| Εισαγωγή | 14 |
| Μετεωρολογία | 16 |
| ΜΑΖΑ, ΟΓΚΟΣ ΚΑΙ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ | 20 |
| Εισαγωγή | 20 |
| Μάζα | 20 |
| Μάζα - βάρος | 21 |
| Όγκος | 22 |
| Μέτρηση όγκου υγρών | 23 |
| Μέτρηση όγκου στερεού κανονικού σχήματος | 23 |
| Μέτρηση όγκου στερεού ακανόνιστου σχήματος | 23 |
| Πυκνότητα | 24 |
| Μάζα, όγκος και πυκνότητα νερού και πάγου | 26 |
| ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΑΕΡΑΣ | 31 |
| ΑΕΡΑΣ | 33 |
| Εισαγωγή | 33 |
| Ατμοσφαιρική πίεση | 34 |
| Το πείραμα του Torricelli (Τορισέλι) | 36 |
| Όργανα μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης | 37 |
| Βαρομετρικά Υψηλά (Υ) | 39 |
| Βαρομετρικά χαμηλά (Χ) | 40 |

| | |
|--|-----------|
| ΕΝΟΤΗΤΑ 3: ΜΟΡΙΑΚΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΥΛΗΣ | 43 |
| Δημιουργία πίεσης στα αέρια..... | 45 |
| Ιστορικό ένθετο..... | 46 |
| ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΥΛΗΣ | 49 |
| Η σωματιδιακή θεωρία για τη δομή της ύλης | 50 |
| Η ιστορία του Robert Brown | 51 |
| Μοριακή ερμηνεία των ιδιοτήτων των στερεών, υγρών και αερίων | 53 |
| ΔΙΑΧΥΣΗ | 56 |
| ΧΗΜΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ | 59 |
| ΕΝΟΤΗΤΑ 4: ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ - ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ | 61 |
| ΕΝΕΡΓΕΙΑ..... | 63 |
| Πηγές ενέργειας | 63 |
| ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ..... | 67 |
| Θερμόμετρα | 67 |
| Είδη θερμομέτρων..... | 69 |
| ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ..... | 71 |
| Θερμοκρασία και μικρόκοσμος..... | 72 |
| Μεταφορά θερμότητας και μικρόκοσμος..... | 73 |
| ΕΝΟΤΗΤΑ 5: ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΑΛΛΑΓΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ .. | 75 |
| ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ | 77 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ, ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ | 83 |
| ΕΝΟΤΗΤΑ 6: ΔΙΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ- ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ | 87 |
| ΔΙΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ | 89 |
| Διάδοση θερμότητας στα στερεά | 89 |
| Διάδοση θερμότητας με ρεύματα μεταφοράς..... | 92 |
| Διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία..... | 94 |
| Θερμομόνωση κατοικίας..... | 95 |
| ΕΝΟΤΗΤΑ 7: ΗΧΟΣ | 97 |
| ΗΧΟΣ | 99 |
| Εισαγωγή..... | 99 |
| Παραγωγή του ήχου..... | 100 |
| Διάδοση του ήχου..... | 101 |
| Χαρακτηριστικά του ήχου | 103 |
| Ταξινόμηση ήχων | 105 |
| Ανάκλαση του ήχου | 106 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Εφαρμογές του ήχου | 108 |
| Ηχορύπανση | 109 |
| Απορρόφηση του ήχου - Ηχομόνωση..... | 110 |
| ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ | 115 |

ENOTHTA 1 NEPO

ΕΙΔΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Εισαγωγή

«Δεν έχει σημασία ποιοι είμαστε, πού ζούμε, τι κάνουμε, όλοι εξαρτιόμαστε από το νερό. Το χρειαζόμαστε κάθε μέρα, με πάρα πολλούς τρόπους. Το χρειαζόμαστε για να είμαστε υγιείς, το χρειαζόμαστε για να παράγουμε την τροφή μας, για τις μεταφορές, την άρδευση και τη βιομηχανία. Το χρειαζόμαστε για τα ζώα και τα φυτά, για να αλλάζουν οι εποχές και τα χρώματα. Ωστόσο, παρά τη σημασία των αποθεμάτων του νερού για τη ζωή και την ύπαρξή μας, δείχνουμε μια συνεχώς αυξανόμενη έλλειψη σεβασμού για τα αποθέματα νερού. Τα σπαταλούμε, τα λεηλατούμε, τα μολύνουμε, ξεχνώντας πόσο απαραίτητα είναι για την επιβίωσή μας».



Εικόνα 1- 1 Νερό: πηγή ζωής.

Το πιο πάνω απόσπασμα είναι από την ανακήρυξη του 2003 ως παγκόσμιου έτους για το Νερό από τον Ο.Η.Ε. Από το 1992, η 22η Μαρτίου κάθε έτους έχει καθιερωθεί από τη Γενική Συνέλευση του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών ως η παγκόσμια μέρα για το νερό.

Φυσικές καταστάσεις του νερού

Στην Εικόνα 1-2 διακρίνεται το νερό στις τρεις μορφές του (φάσεις του νερού):

- το παγόβουνο είναι η στερεή φάση του νερού,
- το νερό της θάλασσας είναι η υγρή φάση του νερού,
- οι υδρατμοί στα σύννεφα είναι η αέρια φάση του νερού.

Αυτό το χαρακτηριστικό του νερού, να εμφανίζεται και στις τρεις φάσεις της ύλης στις συνθήκες του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο ζει ο άνθρωπος, το κάνει μοναδικό στοιχείο.



Εικόνα 1- 2 Παγόβουνο στη θάλασσα, με συννεφιασμένο ουρανό.

Πίνακας 1- 1



Εικόνα 1- 3: Η Γη όπως φαίνεται από το διάστημα.

| Νερό σε υγρή φάση | Νερό σε στερεή φάση | Νερό σε αέρια φάση |
|--|---|---|
| Περίπου το 98% του νερού που υπάρχει στον πλανήτη (ωκεανοί, θάλασσες, υπόγεια νερά παγετώνες). | Το 2% περίπου του νερού που υπάρχει στον πλανήτη προσωρινά παγωμένο (χιόνι, πάχνη) ή μόνιμα παγωμένο (παγόβουνα). | Το 0,001% του νερού που υπάρχει στον πλανήτη με μορφή υδρατμών. |

Το πόσο εύκολα μπορεί να αλλάξει η μορφή του νερού εξαρτάται από τη φάση στην οποία βρίσκεται. Συγκεκριμένα:

- Ο στερεός πάγος είναι άκαμπτος και ασυμπίεστος, αποτρέποντας την αλλαγή της μορφής ή του όγκου ενός κύβου πάγου.
- Το υγρό νερό είναι ένα ασυμπίεστο ρευστό, έτσι ώστε η σταγόνα του νερού να μπορεί να αλλάξει το σχήμα της κατά την πτώση της από τον ουρανό στην επιφάνεια της Γης, χωρίς να αλλάξει ο όγκος της.
- Το νερό στην αέρια του κατάσταση -υδρατμοί- είναι ένα συμπίεστο ρευστό που σε όταν βρίσκεται σε βρασθήρες διαφορετικού μεγέθους και σχήματος, διαφέρει τόσο στο σχήμα του όσο και στον όγκο του.

Ειδικές ιδιότητες των τριών φάσεων του νερού



Εικόνα 1- 4: Διάφορα ποτήρια.

Όταν τοποθετήσουμε παγάκια σε διάφορα ποτήρια το σχήμα του πάγου δεν αλλάζει.

Το νερό στη στερεά του κατάσταση διατηρεί το σχήμα και τον όγκο του.

Όταν ρίξουμε νερό μέσα σε διάφορα ποτήρια τότε το νερό προσαρμόζεται στα δοχεία και παίρνει τη μορφή τους, διατηρώντας τον όγκο του.

Το νερό στην υγρή του φάση έχει καθορισμένο όγκο και παίρνει το σχήμα του δοχείου που το περιέχει.



Εικόνα 1- 5: Ποτήρι με κρασί οριζόντια και με κλίση.

Θα έχετε παρατηρήσει ότι, όταν γείρουμε λίγο ένα ποτήρι με κρασί, η επιφάνεια της ποσότητας του κρασιού παραμένει οριζόντια. Αυτό συμβαίνει ανεξαρτήτως από το πόσο μικρή ή μεγάλη είναι η κλίση του ποτηριού.

Συγκοινωνούντα δοχεία

Ποιος δεν έχει δοκιμάσει να αδειάσει νερό από μια τσαγέρα ή ένα ποτιστήρι; Το άδειασμα του νερού είναι πολύ εύκολο.

Ο λόγος είναι ότι το νερό στον σωλήνα του στομίου βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με το νερό στο υπόλοιπο μέρος της τσαγέρας ή του ποτιστηριού. Όταν γέρνεται το δοχείο, η στάθμη του νερού παραμένει στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο. Έτσι, για να αδειάσετε το νερό από το δοχείο, θα πρέπει να γείρετε το δοχείο λίγο.

Αυτή η αρχή ονομάζεται «**Αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων**». Σε δοχεία που συγκοινωνούν, η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού σε όλα τα δοχεία θα βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, όταν το υγρό βρίσκεται σε ισορροπία, ανεξάρτητα από το σχήμα των δοχείων ή από την κλίση των δοχείων.

Δύο ή περισσότερα δοχεία που συγκοινωνούν μεταξύ τους, σαν και αυτά που φαίνονται στην Εικόνα 1-7, ονομάζονται **συγκοινωνούντα δοχεία**.

Στο εργαστήριο Φυσικής υπάρχει η συσκευή των συγκοινωνούντων δοχείων του διπλανού σχήματος. Όταν σε ένα από τα σκέλη της συσκευής των συγκοινωνούντων δοχείων ρίξουμε νερό, το ύψος του νερού στο κάθε σκέλος της συσκευής είναι το ίδιο.

Αν κρατήσουμε τη συσκευή των συγκοινωνούντων δοχείων υπό κλίση, τότε η ελεύθερη επιφάνεια στα σκέλη της συσκευής θα βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο.

Η αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων ισχύει, όταν έχουμε το ίδιο υγρό στα διάφορα δοχεία που συγκοινωνούν και όταν οι επιφάνειές τους είναι ελεύθερες. Αν κάποιο δοχείο είναι από πάνω κλειστό, τότε σε αυτό η επιφάνεια του νερού δεν θα βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με τις άλλες επιφάνειες.

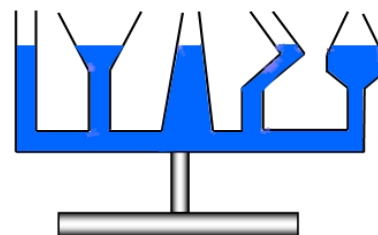
Αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων στην καθημερινή ζωή

Οι άνθρωποι εφαρμόζουν την αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων σε διάφορες καταστάσεις της καθημερινής ζωής, όπως:

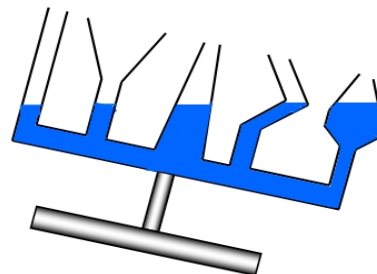
Υδροδείκτης. Ο υδροδείκτης δείχνει τη στάθμη του υγρού σε κλειστά δοχεία, π.χ. σε βραστήρα νερού, ντεπόζιτα, δεξαμενές καυσίμων κ.ά.. Στο πλευρικό τοίχωμα κλειστών δοχείων υπάρχει διαφανής γυάλινος ή πλαστικός σωλήνας. Με αυτό τον τρόπο, βλέποντας τη στάθμη του υγρού στον διαφανή σωλήνα, ξέρουμε πού βρίσκεται το υγρό μέσα στο κλειστό δοχείο.



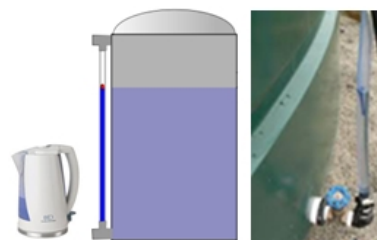
Εικόνα 1- 6: Τσαγέρα και ποτιστήρι



Εικόνα 1- 7: Συσκευή συγκοινωνούντων δοχείων.



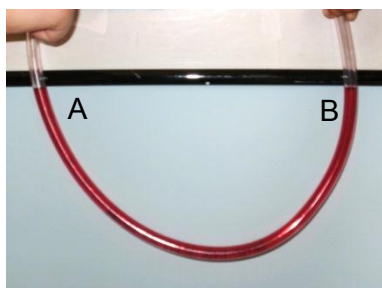
Εικόνα 1- 8: Συσκευή συγκοινωνούντων δοχείων με κλίση.



Εικόνα 1- 9: Υδροδείκτης σε βραστήρα νερού και ντεπόζιτο νερού.



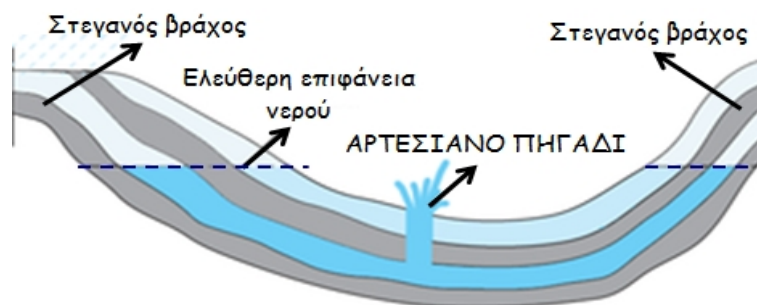
Εικόνα 1- 10: Αλφαδολάστιχο



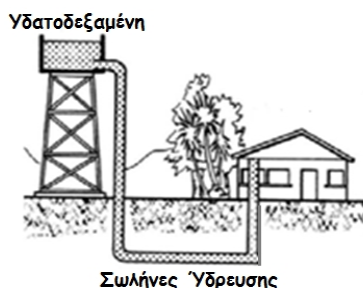
Εικόνα 1- 11: Χρήση αλφαδολάστιχου, για προσδιορισμό οριζόντιου επιπέδου

Αλφαδολάστιχο. Όταν θέλουμε να προσδιορίσουμε αν δύο σημεία Α και Β βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, χρησιμοποιούμε έναν διαφανή πλαστικό σωλήνα στον οποίο βάζουμε ποσότητα νερού. Ο σωλήνας αυτός ονομάζεται *αλφαδολάστιχο*. Μετά κάμπτουμε τον σωλήνα σε σχήμα U και κρατούμε το ένα σκέλος του σωλήνα, ώστε η ελεύθερη επιφάνεια του νερού μέσα στον σωλήνα να είναι στο Α. Η άλλη ελεύθερη επιφάνεια του νερού στο άλλο σκέλος του σωλήνα θα είναι στο Β, που βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο.

Αρτεσιανά πηγάδια. Σε κάποιο βάθος κάτω από το έδαφος μπορεί να υπάρχει υδροφόρο στρώμα ανάμεσα σε αδιάβροχα στρώματα, δημιουργώντας έτσι μια δεξαμενή νερού. Όταν η ελεύθερη επιφάνεια στο στρώμα είναι ψηλότερα από το σημείο γεώτρησης, το νερό σχηματίζει πίδακα.



Εικόνα 1- 13: Αρτεσιανό πηγάδι



Εικόνα 1- 12: Δίκτυο Ύδρευσης

Στα δίκτυα ύδρευσης: Στα δίκτυα ύδρευσης, η δεξαμενή του νερού κατασκευάζεται ψηλά, ώστε να δημιουργείται η αναγκαία πίεση, για να ανυψώσει το νερό στα διάφορα κτήρια.

Συμπιεστότητα και ελαστικότητα του νερού στην αέρια φάση (υδρατμοί)

Όταν πατάει το παιδί ένα στρώμα, συμπιέζει τον αέρα. Επειδή όμως ο αέρας είναι ελαστικός, το παιδί «τινάζεται» προς τα πάνω.

Το ίδιο συμβαίνει όταν πάνω από ένα δοχείο με νερό που βράζει, τραβήξουμε το έμβολο μιας σύριγγας προς τα έξω και κλείσουμε το στόμιο της με το δάχτυλό μας. Μέσα στη σύριγγα εισρέουν υδρατμοί (νερό στην αέρια φάση) και αέρας. Κρατώντας το στόμιο κλειστό, αν πιέσουμε το έμβολο προς τα μέσα, τότε το έμβολο πιέζεται με δυσκολία.

Όταν αφήσουμε το έμβολο ελεύθερο, αυτό τινάζεται προς τα έξω. Το έμβολο της σύριγγας, όταν αυτή είναι κλειστή και περιέχει υδρατμούς, συμπιέζεται οπότε οι υδρατμοί περιορίζονται σε μικρότερο χώρο (όγκο). Η ιδιότητα αυτή ονομάζεται **συμπιεστότητα**. Μετά, όταν αφεθεί ελεύθερο το έμβολο της σύριγγας, οι υδρατμοί καταλαμβάνουν όλο τον χώρο που τους διατίθεται (όγκος). Η ιδιότητα αυτή ονομάζεται **ελαστικότητα**.

Η συμπιεστότητα και η ελαστικότητα είναι χαρακτηριστικά των υδρατμών και των αερίων γενικότερα.

Η ύλη παρουσιάζεται σε τρεις φάσεις: τη στερεή, την υγρή και την αέρια. Τα χαρακτηριστικά των τριών φάσεων του νερού είναι και χαρακτηριστικά των τριών φάσεων της ύλης. Γενικά δεχόμαστε ότι, στερεά είναι τα σώματα που έχουν καθορισμένο όγκο και σχήμα, υγρά αυτά που έχουν μόνο καθορισμένο όγκο και παίρνουν το σχήμα του δοχείου που τα περιέχει και αέρια τα σώματα που δεν έχουν καθορισμένο ούτε όγκο ούτε σχήμα.






Εικόνα 1- 14: Αναπήδηση παιδιού σε στρώμα αέρα.



Εικόνα 1- 15: Συμπίεση εμβόλου σύριγγας

Πίνακας 1- 2

| ΝΕΡΟ | | | |
|-----------------------|---|---|------------------------|
| Κατάσταση | | Μακροσκοπικά Χαρακτηριστικά | |
| | | Σχήμα | Όγκος |
| Στερεό Νερό (Πάγος) |  | Έχουν καθορισμένο σχήμα | Έχουν σταθερό όγκο |
| Υγρό Νερό |  | Δεν έχουν καθορισμένο σχήμα, αλλά παίρνουν κάθε φορά το σχήμα του δοχείου που τα περιβάλλει | Έχουν σταθερό όγκο |
| Αέριο Νερό (Υδρατμοί) |  | Δεν έχουν σταθερό σχήμα | Δεν έχουν σταθερό όγκο |

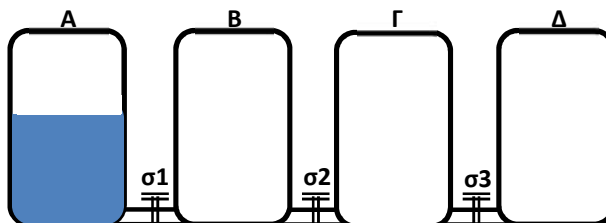


Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Στην Εικόνα 1-16 φαίνονται τέσσερις δεξαμενές οι οποίες συγκοινωνούν μεταξύ τους όταν είναι οι στρόφιγγες σ1, σ2 και σ3 είναι ανοικτές. Στη δεξαμενή Α υπάρχει νερό ύψους 3,6 m. Οι στρόφιγγες είναι κλειστές και οι δεξαμενές Β, Γ και Δ είναι άδειες.

Να αναφέρετε το ύψος του νερού όταν:

- α) Μόνον η στρόφιγγα 1 είναι ανοικτή και οι 2, 3 είναι κλειστές
- β) Οι στρόφιγγες 1 και 2 είναι ανοικτές και η 3 κλειστή
- γ) Και οι τρεις στρόφιγγες είναι ανοικτές.



Εικόνα 1- 16

2. Οι εργάτες στις οικοδομές χρησιμοποιούν διαφανές λάστιχο που περιέχει νερό, όταν θέλουν να σηματοδύουν σημεία που βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο. Να εξηγήσετε πώς το χρησιμοποιούν.



Εικόνα 1- 17

3. Ποιο είναι το «λάθος» στην Εικόνα 1-17.

4. Στην Εικόνα 1-18 φαίνονται δύο μαθητές που προσπαθούν να βρουν εάν το κάδρο στον τοίχο είναι οριζόντιο. Παρατηρώντας την εικόνα να εξηγήσετε εάν το κάδρο είναι οριζόντιο.



Εικόνα 1- 18



Θέματα για Project

1. Κατασκευή φίλτρου ακάθαρτου νερού.
2. Μελέτη για τα Αρχαία Υδραγωγεία.
3. Κατασκευές και μηχανισμοί με τη χρήση του νερού.
4. Το νερό ως στοιχείο δημιουργίας πολιτισμού.
5. Το νερό στις διάφορες θρησκείες.
6. Το υδατικό πρόβλημα στην Κύπρο.
7. Τα είδη και τα συστατικά των σύννεφων.



[Οι υπόγειες διαδρομές του νερού](#) (Αρχείο ντοκιμαντέρ της [ΕΡΤ](#)).

ΑΛΛΑΓΗ ΦΑΣΕΩΝ ΝΕΡΟΥ

Εισαγωγή

Στη Γη, το νερό υπάρχει σε πολλές μορφές, σε διάφορα μέρη της. Στη μορφή του αλμυρού νερού, βρίσκεται στους ωκεανούς, στις θάλασσες, στις λιμνοθάλασσες και στις αλυκές. Το γλυκό νερό στη στερεά του μορφή βρίσκεται στους πολικούς πάγους, στην υγρή του μορφή βρίσκεται στους ποταμούς, στις λίμνες, στους καταρράκτες, στη βροχή και στα υπόγεια νερά ή στις υπόγειες λίμνες. Το νερό στην αέρια του φάση βρίσκεται στον αέρα και στα σύννεφα.



Εικόνα 1- 19: Σταγόνα νερού

Εξάτμιση του νερού

Θα έχετε παρατηρήσει ότι ο βρεγμένος δρόμος και τα απλωμένα ρούχα στεγνώνουν, δηλαδή η ποσότητα του υγρού νερού μειώνεται συνεχώς μέχρι να μη μείνει τίποτα. Αυτό φυσικά δεν σημαίνει ότι το νερό εξαφανίζεται. Το νερό μετατρέπεται από την υγρή του φάση στην αέρια, δηλαδή σε υδρατμούς. Με τη μετατροπή του νερού σε υδρατμούς, οι υδρατμοί γίνονται μέρος του αέρα που περιβάλλει το δοχείο. Το φαινόμενο αυτό της μετατροπής του νερού από την υγρή του φάση στην αέρια, ονομάζεται **εξάτμιση**.



Εικόνα 1- 20: Η Αλυκή της Λάρνακας το καλοκαίρι

Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η εξάτμιση του νερού

Βλέποντας την Αλυκή της Λάρνακας, θα έχετε παρατηρήσει ότι έχει νερό συνήθως τον χειμώνα, ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες είναι ξερή.

Το καλοκαίρι όμως, η θερμοκρασία είναι ψηλότερη από τον χειμώνα. Από αυτό οδηγούμαστε στην υπόθεση ότι:

η θερμοκρασία του νερού θα παίζει κάποιο ρόλο στην εξάτμισή του. Μια άλλη παρατήρηση που κάνουμε είναι ότι τα ρούχα στεγνώνουν ευκολότερα όταν απλώνονται, δηλαδή όταν η επιφάνειά τους είναι μεγαλύτερη.

Μια δεύτερη υπόθεση είναι:

η μάζα του νερού που εξατμίζεται θα εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας του σώματος ή του δοχείου μέσα στο οποίο είναι το νερό.

Συνήθως οι νοικοκυρές απλώνουν τα ρούχα κάπου που φυσά αέρας, διότι, όπως αναφέρουν, στεγνώνουν πιο γρήγορα.



Εικόνα 1- 21: Η Αλυκή της Λάρνακας τον χειμώνα



Εικόνα 1- 22: Στέγνωμα ρούχων

Μια τρίτη υπόθεση είναι ότι:

ο αέρας, όταν πνέει, επηρεάζει την εξάτμιση.

Με βάση αυτές τις υποθέσεις, πραγματοποιήθηκαν τα πειράματα στα Φύλλα Εργασίας και μετά από τη συζήτηση με τον/την καθηγητή/τρια έχετε εξαγάγει το συμπέρασμα ότι:

Η εξάτμιση του νερού εξαρτάται:

- από τη θερμοκρασία του
- από το εμβαδόν της ελεύθερης επιφάνειάς του
- από την ταχύτητα του αέρα πάνω από την ελεύθερη επιφάνειά του.



Εικόνα 1- 23: Υγροποίηση υδρατμών πάνω από βραστήρα νερού.



Εικόνα 1- 24: Υγροποίηση υδρατμών πάνω από φλιτζάνι με ζεστό νερό.



Εικόνα 1- 25: Υγροποίηση υδρατμών σε ποτήρι και μπουκάλι με παγωμένο νερό

Υγροποίηση του νερού

Θα έχετε παρατηρήσει, ότι, όταν στο σπίτι βράζουμε νερό για τσάι με τον βραστήρα ή μέσα σε μια κατσαρόλα για φαγητό, από το στόμιο του βραστήρα ή πάνω από την κατσαρόλα δημιουργείται ένα «λευκό σύννεφο». Αυτό το «λευκό σύννεφο» δημιουργείται από μικροσκοπικά σταγονίδια νερού. Τα σταγονίδια του νερού σχηματίζονται, όταν οι υδρατμοί (νερό στην αέρια του κατάσταση) που παράγονται κατά τον βρασμό, ψύχονται από τον περιβάλλοντα αέρα που είναι πιο κρύος. Σε αυτή την περίπτωση λέμε ότι ο ατμός υγροποιείται (συμπυκνώνεται). Στην ατμόσφαιρα με την υγροποίηση (συμπύκνωση) των υδρατμών της, σχηματίζονται η ομίχλη και τα σύννεφα. Η μετατροπή του νερού από την αέρια φάση στην υγρή φάση ονομάζεται **υγροποίηση**. Δεν αντιλαμβανόμαστε άμεσα αυτή τη διαδικασία, γιατί οι υδρατμοί, δηλαδή το νερό σε αέρια φάση, είναι αόρατοι. Το ίδιο συμβαίνει όταν έχουμε ένα φλιτζάνι με ζεστό τσάι.

Υγροποίηση του νερού στην καθημερινή ζωή

Το καλοκαίρι ένα ποτήρι ή ένα μπουκάλι με παγωμένο νερό, όταν έχει υγρασία, φαίνεται να «ιδρώνει» από τη ζέστη. Οι υδρατμοί που κυκλοφορούν και είναι αόρατοι στην ατμόσφαιρα, όταν έλθουν σε επαφή με το κρύο ποτήρι, ψύχονται, υγροποιούνται και γίνονται σταγόνες νερού πάνω στην εξωτερική πλευρά του ποτηριού. Το ίδιο συμβαίνει, όταν καταψυγμένα προϊόντα αφήνονται να αποψυχθούν. Παρόμοιο φαινόμενο παρατηρείται και στον καθρέφτη του μπάνιου, όταν γίνεται χρήση ζεστού νερού: θαμπώνει και στη συνέχεια εμφανίζονται σταγόνες νερού πάνω του.

Θα έχετε παρατηρήσει ότι κατά το σιδέρωμα των ρούχων με το σίδερο του ατμού, δημιουργείται ένα λευκό σύννεφο. Αυτό συμβαίνει, διότι οι ζεστοί υδρατμοί έρχονται σε επαφή με τον κρύο αέρα του περιβάλλοντος.

Μπορείτε να αναφέρετε και άλλα παραδείγματα από την καθημερινή σας εμπειρία;

Ακόμη και κατά τη διάρκεια του χειμώνα στις πολικές περιοχές, το νερό των λιμνών και των ωκεανών εξατμίζεται και έρχεται σε επαφή με τον πιο κρύο αέρα πάνω από τις επιφάνειές τους. Οι υδρατμοί, λόγω της εξατμίσης, υγροποιούνται, δημιουργώντας ένα λευκό σύννεφο.

Τις ξάστερες νύκτες που δεν υπάρχουν σύννεφα να προστατεύουν σαν κάλυμμα την επιφάνεια της Γης και δεν φυσάει αέρας, η Γη ακτινοβολεί συνεχώς θερμότητα προς την ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα να ψύχεται η επιφάνειά της. Τότε, το κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας, που έρχεται σε επαφή με τη Γη, αρχίζει να ψύχεται. Οι υδρατμοί που βρίσκονται σε αυτό το πολύ χαμηλό ύψος, αγγίζοντας τις ψυχρές επιφάνειες των σωμάτων, αρχίζουν να συμπυκνώνονται. Οι υδρατμοί αυτοί κολλούν στις ψυχρές επιφάνειες, έλκοντας και άλλους υδρατμούς και σχηματίζοντας σταγόνες νερού. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **δρόσος**. Η δρόσος αποτελείται από σταγόνες νερού, οι οποίες σχηματίζονται πάνω στα φυτά και στην επιφάνεια διαφόρων στερεών σωμάτων, λόγω της συμπύκνωσης των υδρατμών πάνω σ' αυτά. Η δρόσος έχει μεγάλη σημασία για τις περιοχές στις οποίες παρατηρούνται μεγάλες περιόδους ξηρασίας. Αυτό συμβαίνει, γιατί αυτή είναι σχεδόν η μόνη πηγή από την οποία παίρνει νερό η βλάστηση των εν λόγω περιοχών, όταν δεν αρδεύονται.

Η **ομίχλη** είναι ένα σύννεφο κοντά στη Γη. Ο σχηματισμός της οφείλεται στη συμπύκνωση (υγροποίηση) των υδρατμών, όχι πάνω στην επιφάνεια της Γης, όπως στην περίπτωση της δρόσου, αλλά πάνω στα αιωρούμενα σωματίδια του αέρα. Οι σταγόνες νερού που δημιουργούνται είναι τόσο μικροσκοπικές και ελαφριές, που η παραμικρή πνοή του ανέμου δεν τις αφήνει να πέσουν και έτσι αιωρούνται κοντά στην επιφάνεια της Γης. Όσες σταγόνες πέφτουν, η πτώση τους είναι πολύ αργή, τόσο που δεν γίνεται άμεσα αισθητή ως βροχή. Η ομίχλη γίνεται αντιληπτή από το αποτέλεσμα, π.χ. από τα ρούχα που υγραίνονται ή έχουν απλωθεί και δεν στεγνώνουν κ.λπ.

Όλοι έχουμε παρατηρήσει αεροπλάνα να πετάνε σε μεγάλο ύψος, αφήνοντας πίσω τους μια άσπρη γραμμή. Τα ζεστά καυσάερια βγαίνοντας συναντούν κρύα στρώματα αέρα και παθαίνουν συμπύκνωση.



Εικόνα 1- 26: Υγροποίηση υδρατμών κάτω από το σίδερο ατμού.



Εικόνα 1- 27: Υγροποίηση υδρατμών πάνω από λίμνη.



Εικόνα 1- 28: Σχηματισμός δρόσου σε φυτά το πρωί.



Εικόνα 1- 29: Ομίχλη σε δρόμο



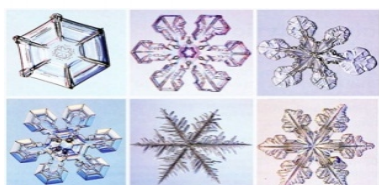
Εικόνα 1- 30: Αεροπλάνο σε μεγάλα ύψη



Εικόνα 1- 31: Στερεοποίηση νερού σε παγοθήκη



Εικόνα 1- 32: Λίμνη σε ψυχρές χώρες το χειμώνα.



Εικόνα 1- 33: Νιφάδες χιονιού



Εικόνα 1- 34: Χαλάζι στο έδαφος

Στερεοποίηση του νερού

Όταν θέλουμε να κάνουμε παγάκια στο σπίτι, γεμίζουμε νερό τις παγοθήκες και τις τοποθετούμε στον θάλαμο του ψυγείου. Μετά από κάποιες ώρες, έχουμε παγάκια. Η μετατροπή του νερού από την υγρή στη στερεή του φάση (πάγος) ονομάζεται **στερεοποίηση (πήξη)**.

Στερεοποίηση του νερού στην καθημερινή ζωή

Όταν τον χειμώνα επικρατούν θερμοκρασίες γύρω στους 0°C , το νερό της επιφάνειας των λιμνών γίνεται πάγος.

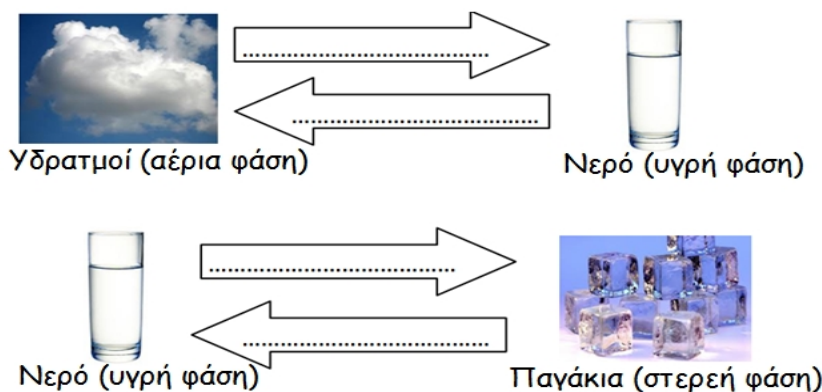
Το χιόνι αποτελείται από κρυστάλλους πάγου που προέρχονται από συγκεκριμένες κατηγορίες σύννεφων και φθάνουν στο έδαφος χωρίς να λειώσουν. Αυτό προϋποθέτει ότι το στρώμα του αέρα κάτω από το σύννεφο και μέχρι το έδαφος έχει θερμοκρασία μικρότερη των 0°C . Οι παγοκρύσταλλοι αυτοί (νιφάδες) του χιονιού παρουσιάζουν πολύπλοκους εξαγωνικούς συνήθως σχηματισμούς, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1-33.

Το **χαλάζι** δημιουργείται πάντοτε σε νέφη της κατηγορίας κατακόρυφης ανάπτυξης. Στις ανώτερες περιοχές των νεφών αυτών, η θερμοκρασία είναι πολύ κάτω των 0°C , οπότε συμβαίνει αυτόματη πήξη των σταγονιδίων νερού του νέφους. Οι παγοκρύσταλλοι αυτοί, συγκρούονται με άλλα υδροσταγονίδια ή μεταξύ τους και αυξάνεται έτσι το μέγεθός τους. Η αύξηση του μεγέθους τους συνεχίζεται, μέχρι να μην μπορούν να συγκρατηθούν από τα ανοδικά ρεύματα που υπάρχουν σε αυτά τα νέφη. Τότε πέφτουν στην επιφάνεια του εδάφους, πριν να προφτάσουν να λειώσουν, δίνοντας έτσι το φαινόμενο του χαλαζιού.



Ερωτήσεις αξιολόγησης

1. Πώς θα ήταν ο κόσμος μας ή η ζωή χωρίς νερό;
2. Ποια ιδιότητα του νερού είναι μοναδική;
3. Γιατί πρέπει να καλύπτονται οι πισίνες, όταν δεν τις χρησιμοποιούμε;
4. Να συμπληρώσετε τα κενά στα βέλη της πιο κάτω Εικόνας με το όνομα του φαινομένου που συμβαίνει.



Εικόνα 1- 35

5. Να αναφέρετε παραδείγματα εξάτμισης και υγροποίησης από την καθημερινή σας εμπειρία.
6. Να αναφέρετε τις συνθήκες κάτω από τις οποίες τα βρεγμένα ρούχα στεγνώνουν πιο γρήγορα. Να συνδέσετε καθεμιά από τις παραπάνω συνθήκες με τον αντίστοιχο παράγοντα από τον οποίο εξαρτάται η ταχύτητα εξάτμισης.
7. Αν είσαστε απομονωμένοι σε κάποιο νησί και θέλετε αλάτι για το φαγητό σας, τι θα μπορούσατε να κάνετε;
8. Να εξηγήσετε γιατί τον χειμώνα τα τζάμια των παραθύρων του αυτοκινήτου θολώνουν (υγραίνονται) από την εσωτερική τους πλευρά.
9. Να εξηγήσετε γιατί δημιουργούνται σταγόνες νερού στην εξωτερική επιφάνεια μιας βρύσης, όταν τρέχει από αυτήν κρύο νερό. Γιατί δεν συμβαίνει το ίδιο, όταν από τη βρύση τρέχει ζεστό νερό.



Χρήσιμη Ιστοσελίδα

<http://www.youtube.com/watch?v=yyxc-81JDbo>

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Εισαγωγή

Σχεδόν τα τρία τέταρτα της γήινης επιφάνειας καλύπτονται από νερό. Πάνω από 96% αυτού του νερού βρίσκεται στους ωκεανούς. Οι πολικοί πάγοι και οι παγετώνες συγκρατούν άλλα 2% και λιγότερο από 1% είναι διαθέσιμο για τις διαδικασίες στο έδαφος της ξηράς (*Παγκόσμιο Ταμείο για τη Φύση –WWF*). Το νερό της Γης είναι πάντα σε κίνηση και πάντα σε αλλαγή, από την υγρή μορφή στην αέρια (υδρατμοί) ή στη στερεή (πάγο) και αντίστροφα. Το νερό ανταλλάσσεται μεταξύ των ωκεανών, της ατμόσφαιρας και του εδάφους. Αυτή η συνεχής κίνηση του νερού από την ατμόσφαιρα στη Γη και από τη Γη στην ατμόσφαιρα, ονομάζεται **κύκλος του νερού** ή **υδρολογικός κύκλος**. Ο κύκλος του νερού λειτουργεί εδώ και δισεκατομμύρια χρόνια.

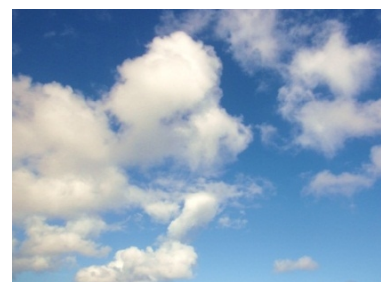


Εικόνα 1- 36: Υδρολογικός κύκλος.

Για να καταλάβουμε καλύτερα τον κύκλο του νερού μπορούμε να ακολουθήσουμε για λίγο το ταξίδι του. Ο κύκλος του νερού δεν έχει αρχή, αλλά είναι βολικό να ξεκινήσει κανείς από τους ωκεανούς και τις θάλασσες.

Ο ήλιος, κινεί τον κύκλο του νερού, θερμαίνοντας το νερό στους ωκεανούς και στις θάλασσες, το οποίο εν μέρει εξατμίζεται και ανυψώνεται με τη μορφή υδρατμών στον αέρα. Νερό εξατμίζεται ακόμα από τις λίμνες, τα ποτάμια και το έδαφος, όμως αυτό συνεισφέρει πολύ λίγο στον κύκλο του νερού.

Ανοδικά ρεύματα αέρα ανεβάζουν τους υδρατμούς ψηλά στον ουρανό, όπου η θερμοκρασία είναι χαμηλή. Σε αυτές τις χαμηλές θερμοκρασίες, οι υδρατμοί συμπυκνώνονται. Για τη συμπύκνωση των υδρατμών σε σταγονίδια νερού, απαραίτητη προϋπόθεση είναι και η παρουσία μικροσκοπικών σωματιδίων, όπως σκόνης, αλατιού, γύρης και καπνού της ατμόσφαιρας, τα οποία ονομάζονται *πυρήνες συμπύκνωσης*. Αυτά τα σταγονίδια νερού δημιουργούνται και εξελίσσονται σε σύννεφα, τα οποία μπορούμε να δούμε. Τα σύννεφα αποτελούνται από σταγονίδια νερού (υδροσταγονίδια) ή από μικρά κομμάτια πάγου (παγοκρυστάλλια). Τα σύννεφα κατατάσσονται είτε ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού τους είτε σε σχέση με το ύψος τους. Το μέγιστο ύψος των νεφών δεν ξεπερνά τα 15 km.

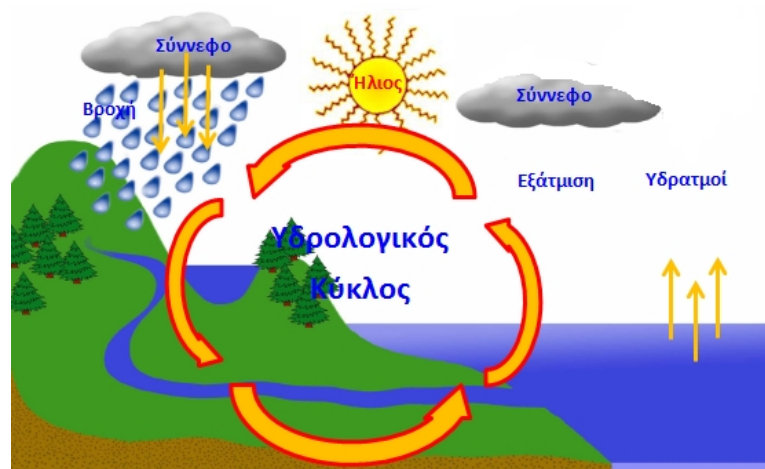


Εικόνα 1- 37: Σύννεφο.

Τα ρεύματα του αέρα κινούν τα σύννεφα γύρω από τη Γη. Παράλληλα, τα σταγονίδια νερού που σχηματίζουν τα σύννεφα συγκρούονται και συνενώνονται μεταξύ τους. Όταν γίνουν μεγάλα και αρκετά βαριά, πέφτουν από τον ουρανό ως βροχή, χαλάζι, χιόνι (κατακρημνίσματα), ανάλογα με τη θερμοκρασία που επικρατεί στην ατμόσφαιρα και την περιοχή πτώσης τους. Για να σχηματιστεί μια σταγόνα βροχής, πρέπει να συνενωθούν εκατομμύρια σταγονίδια νερού σε ένα σύννεφο.

Η μεγαλύτερη ποσότητα των κατακρημνισμάτων πέφτει απευθείας στους ωκεανούς και τις θάλασσες. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η ποσότητα νερού που εξατμίζεται είναι ίση με την ποσότητα του νερού που επιστρέφει στην επιφάνεια της Γης με τη μορφή κατακρημνισμάτων. Υπάρχει, δηλαδή, μια σταθερή ποσότητα νερού, που συνεχώς ανανεώνεται και «κινείται» σε έναν κλειστό κύκλο μεταξύ ωκεανών - θάλασσας, σύννεφων και Γης. Βέβαια, η κατανομή των ποσοτήτων, που εξατμίζονται και ξαναπέφτουν, μεταβάλλεται γεωγραφικά. Οι άνθρωποι, όπως και όλοι οι υπόλοιποι ζωντανοί οργανισμοί, χρησιμοποιούμε ξανά και ξανά το ίδιο νερό.

Πιο κάτω φαίνεται ο κύκλος του νερού σε απλοποιημένη μορφή και σε σχηματική αναπαράσταση.



Εικόνα 1- 38: Σχηματική παράσταση του κύκλου του νερού

Μετεωρολογία

Μετεωρολογία είναι η επιστήμη που μελετά την ατμόσφαιρα και τα φαινόμενα που αναπτύσσονται σε αυτήν και ασχολείται με την πρόβλεψη του καιρού και το κλίμα.

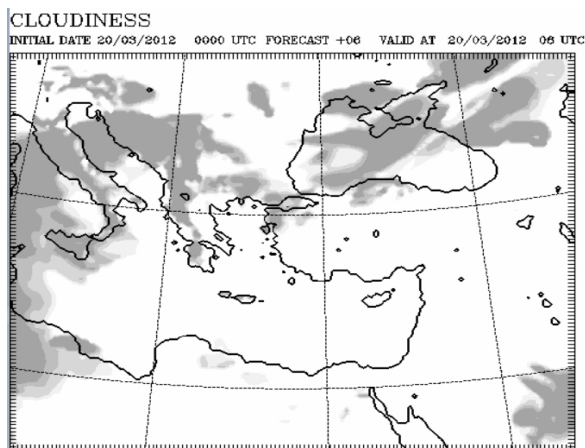
Τον όρο Μετεωρολογία χρησιμοποίησε στα αρχαία χρόνια ο Πλάτων, με την έννοια της έρευνας των μετεώρων, δηλαδή της ύλης που έπεφτε από τον ουρανό ή φαινόταν μέσα στην ατμόσφαιρα. Αργότερα ο Αριστοτέλης με το έργο του «Μετεωρολογικά», στο οποίο μελετά τον αέρα, το νερό και τους σεισμούς, έδωσε στον όρο τη σημερινή του έννοια. Τα «Μετεωρολογικά» του Αριστοτέλη αποτέλεσαν τη βάση της Μετεωρολογίας, μέχρι και τις αρχές του 17ου αιώνα. Στο συγκεκριμένο έργο, παρουσιαζόταν το σύνολο της γνώσης για τον καιρό και το κλίμα μέχρι εκείνη την εποχή, καθώς και στοιχεία αστρονομίας, γεωγραφίας και φυσικής.

Τα φαινόμενα που ενδιαφέρουν τη Μετεωρολογία είναι εκείνα που συμβαίνουν στο κατώτερο στρώμα της ατμοσφαιράς, όπου παρατηρούνται δηλαδή ως «τροπές», ως μεταβλητές αυτού του στρώματος. Για αυτό τον λόγο, το κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας ονομάστηκε **τροπόσφαιρα**.

Τα σημαντικότερα φαινόμενα που ενδιαφέρουν τη Μετεωρολογία είναι η ατμοσφαιρική πίεση, οι μεταβολές της θερμοκρασίας, οι μετακινήσεις αέριων μαζών, η εξάτμιση, η υγρασία, ο σχηματισμός και η εξέλιξη των νεφών, η υγροποίηση των υδρατμών, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχή, χαλάζι, χιονόνερο, χιόνι). Επίσης, τη Μετεωρολογία ενδιαφέρουν τα φαινόμενα που προέρχονται από τον ατμοσφαιρικό ηλεκτρισμό (όπως π.χ. «καταιγίδες») και εκείνα που οφείλονται στην ίδια την ατμόσφαιρα, όπως διάθλαση, ανάκλαση κ.λπ. Επίσης, η μελέτη των φαινομένων πάνω από την ξηρά ή τη θάλασσα και των σχέσεών τους αποτελούν αντικείμενο της Μετεωρολογίας.

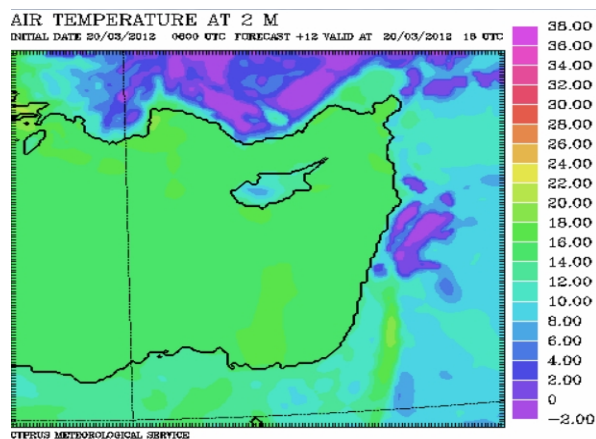
Στη μελέτη των φαινομένων, η Μετεωρολογία αναζητά τις αιτίες που δημιουργούν αυτά τα φαινόμενα και τους παράγοντες που συμβάλλουν σε αυτά, φθάνοντας στο σημείο της σχετικής χάραξής τους σε χάρτες. Με τη χρήση αυτών των χαρτών, η Μετεωρολογία έχει φτάσει από τη μικρή χρονικά πρόβλεψη στην ασφαλή πρόβλεψη για μακρύτερο χρονικό διάστημα, που αποτελεί και τον κυριότερο στόχο της.

Καιρός σε έναν τόπο είναι η κατάσταση που επικρατεί στην ατμόσφαιρα σε μια δεδομένη στιγμή, όπως περιγράφεται από τη θερμοκρασία, την πίεση, την υγρασία και τα ατμοσφαιρικά φαινόμενα. Η Μετεωρολογική Υπηρεσία αποτυπώνει τον καιρό σε χάρτες, όπως στις Εικόνες 1-39 (α), (β), (γ) και (δ) ή εκδίδει δελτία καιρού, όπως στην Εικόνα 1-40.



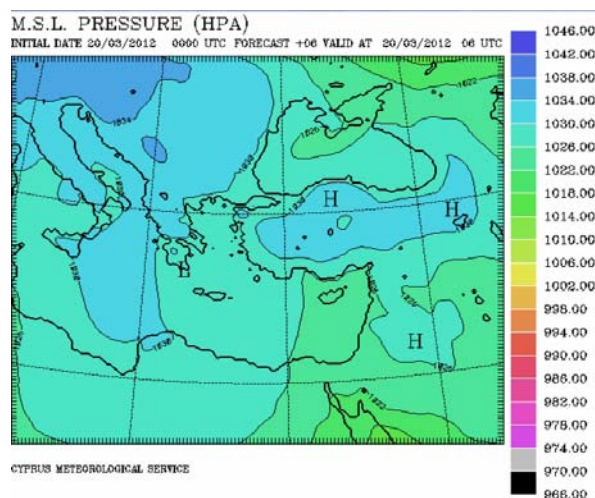
(α) Χάρτης καιρού με τη νεφοκάλυψη στην περιοχή της Κύπρου.

Πηγή: Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου



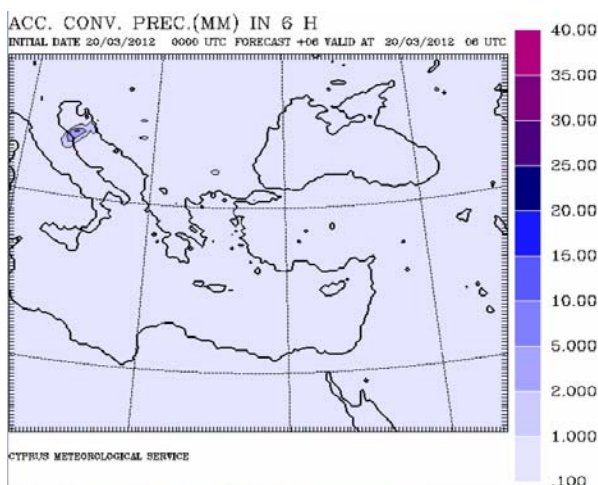
(β) Χάρτης καιρού με τη θερμοκρασία στην περιοχή της Κύπρου

Πηγή: Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου



(γ) Χάρτης καιρού με την ατμοσφαιρική πίεση στην περιοχή της Κύπρου

Πηγή: Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου



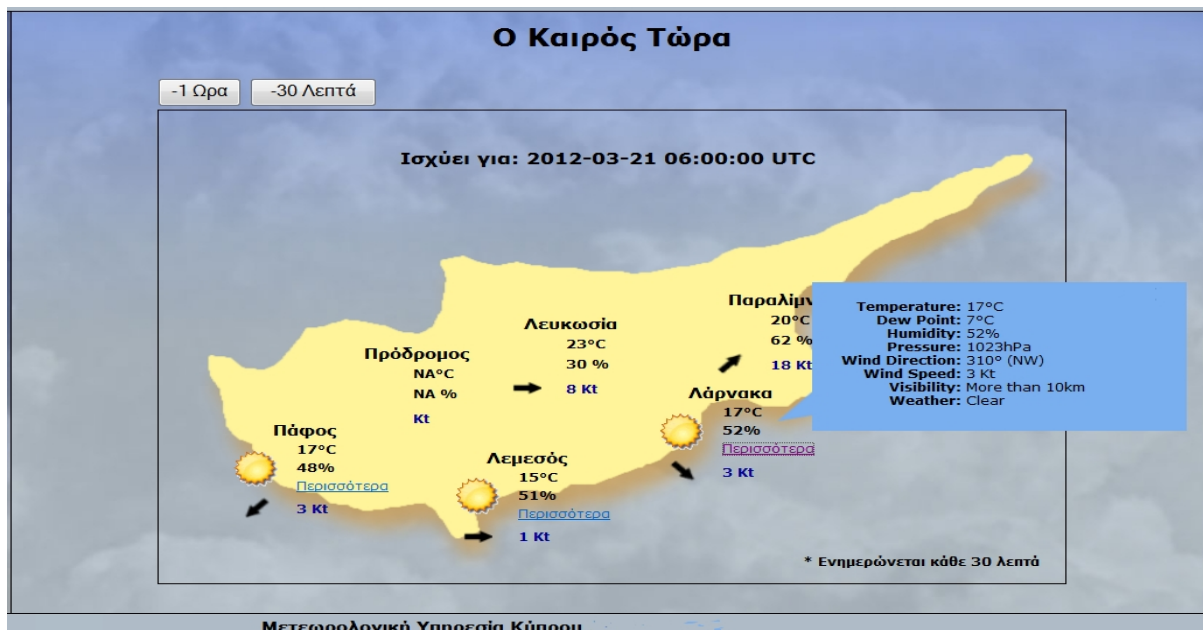
(δ) Χάρτης καιρού με τη βροχόπτωση στην περιοχή της Κύπρου.

Πηγή: Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου

Εικόνα 1- 39: Μετεωρολογικοί χάρτες

Κλίμα ενός τόπου είναι ο μέσος όρος των καιρικών συνθηκών για μια μεγάλη χρονική περίοδο (πάνω από 30 χρόνια). Το κλίμα, δηλαδή, αντιπροσωπεύει τη στατιστική έκφραση των ημερήσιων, μηνιαίων ή εποχιακών καιρικών φαινομένων για μεγάλες χρονικές περιόδους.

Η έννοια του κλίματος περιέχει και τα ακραία καιρικά φαινόμενα, που μπορεί να συμβούν σε μια συγκεκριμένη περιοχή, όπως οι καύσωνες το καλοκαίρι ή ο παγετός τον χειμώνα. Η γνώση του κλίματος που επικρατεί σε κάθε περιοχή παρουσιάζει, μεγάλο ενδιαφέρον για τη ζωή του ανθρώπου και τις καλλιέργειες. Τα διάφορα κλιματικά στοιχεία είναι η θερμοκρασία του αέρα, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχή, χιόνι κ.λπ.), ο άνεμος, η υγρασία του αέρα, η νέφωση, η ηλιοφάνεια, κ.λπ.



Εικόνα 1- 40: Χάρτης καιρού από τη Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου

Η διαμόρφωση του κλίματος μιας περιοχής καθορίζεται από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου, την απόκλιση του ήλιου, την κατανομή ξηράς και θάλασσας, το γήινο ανάγλυφο, τη φύση και την κατάσταση του εδάφους, τα θαλάσσια ρεύματα, τις διάφορες ατμοσφαιρικές διαταράξεις και από τη γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας. Από τους παράγοντες αυτούς, ο σπουδαιότερος είναι το γεωγραφικό πλάτος του τόπου, γιατί αυτό σε συνδυασμό με την απόκλιση του ήλιου, ρυθμίζει το ποσό της ηλιακής ενέργειας που δέχεται ο τόπος. Το ποσό αυτό ρυθμίζει τη θερμοκρασία του εδάφους και του αέρα και αποτελεί το σπουδαιότερο κλιματικό στοιχείο. Οι μεταβολές της θερμοκρασίας που παρατηρούνται στις διάφορες περιοχές είναι το κυριότερο αίτιο της δημιουργίας των ανέμων.



Ερωτήσεις αξιολόγησης.

1. Να γράψετε την «ιστορία» μιας σταγόνας νερού καθώς ταξιδεύει μέσω του κύκλου του νερού. Στην ιστορία σας να περιλάβετε τους ορισμούς για καθεμιά από τις διαδικασίες που συμβαίνουν και την εξήγηση για το πώς η σταγόνα νερού κινείται μέσω του κύκλου. Να παραστήσετε την ιστορία σας με ένα διάγραμμα του κύκλου του νερού.
2. Γιατί με την ατμοσφαιρική ρύπανση μειώνεται η βροχόπτωση σε έναν τόπο;
3. Ποιες οι διαφοροποιήσεις καιρού και κλίματος;



Θέματα για Project

1. Χρησιμοποιώντας το Διαδίκτυο, να περιγράψετε πώς θα επηρεαζόταν ο κύκλος του νερού και οι ζωές των ανθρώπων, αν το γήινο παγκόσμιο κλίμα ήταν θερμότερο. Να αναρωτηθείτε τι μπορεί να συμβεί στην περιοχή όπου προκαλείται πολλή εξάτμιση.
2. Χρησιμοποιώντας το Διαδίκτυο ή άλλες πηγές, να διερευνήσετε πώς οι ανθρώπινες δραστηριότητες επηρεάζουν το κλίμα.
3. Να κατασκευάσετε το μοντέλο του κύκλου του νερού στο σπίτι σας, με πιο παραστατικό τρόπο (να φαίνεται ένα βουνό, μερικά δέντράκια, χρωματιστό νερό κ.λπ.).
4. Να γίνει έρευνα για τα είδη των σύννεφων.
5. Να γίνει έρευνα για τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται σε μετεωρολογικούς χάρτες.



Χρήσιμες Ιστοσελίδες

<http://www.youtube.com/watch?v=vHApTRvbJCw>

http://www.teachersdomain.org/asset/ess05_vid_watercycle/

<http://www.jogtheweb.com/run/bkq5lB2gpreA/Interactive-Water-Cycle#1>

http://www.harcourtschool.com/activity/science_up_close/209/deploy/interface.html

<http://www.crickweb.co.uk/ks1science.html#watercycle>

<http://www.metoffice.gov.uk/education/teachers/key-stage3/lessonplan-hydrological-cycle/animation>

<http://www.weatherwizkids.com/experiments-cloud.htm>

Video

http://www.youtube.com/watch?v=0_c0ZzZfC8c&feature=related

<http://www.youtube.com/watch?v=3Fst-Wle2mU&feature=related>

ΜΑΖΑ, ΟΓΚΟΣ ΚΑΙ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Εισαγωγή

Τι κοινό έχετε, με μια μπάλα ποδοσφαίρου, ένα σάντουιτς, ένα βιβλίο, την πέννα σας ή τη λάμπα στο δωμάτιό σας; Δεν είναι ερώτηση παγίδα, παρόλο που είναι δύσκολο να πιστέψετε ότι έχετε κάτι κοινό με αυτά.



Εικόνα 1- 41: Το κοινό χαρακτηριστικό όλων των αντικειμένων ή ουσιών είναι ότι αποτελούνται από ύλη.

Από επιστημονική άποψη έχετε τουλάχιστον ένα κοινό χαρακτηριστικό με τη μπάλα ποδοσφαίρου, το σάντουιτς, την πέννα και τη λάμπα. Εσείς και κάθε ένα από αυτά τα υλικά έχετε δημιουργηθεί από ύλη. Τι είναι ακριβώς η ύλη; **Ύλη** είναι οτιδήποτε έχει μάζα και καταλαμβάνει όγκο.

Μάζα

Ένα χαρακτηριστικό της ύλης είναι η μάζα. Η **μάζα** εκφράζει την ποσότητα ύλης από την οποία αποτελείται ένα αντικείμενο ή μια ουσία. Παραδείγματος χάριν, ένα αυτοκίνητο και μια τηλεόραση αποτελούνται από ύλη. Το αυτοκίνητο, όμως, αποτελείται από περισσότερη ύλη από ότι η τηλεόραση, έτσι έχει μεγαλύτερη μάζα. Όσο περισσότερη ύλη περιέχεται σε ένα αντικείμενο, τόσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του. Η μάζα ενός αντικειμένου δεν αλλάζει όταν αλλάζει η θέση του αντικειμένου. Η μάζα ενός αντικειμένου αλλάζει, μόνο όταν αλλάζει η ποσότητα της ύλης από την οποία αποτελείται το αντικείμενο. Η μάζα συμβολίζεται με το αγγλικό γράμμα **m**.



Ποιο από τα δύο αντικείμενα έχει περισσότερη ύλη;

Εικόνα 1- 42: Το αυτοκίνητο περιέχει περισσότερη ύλη, γι' αυτό έχει μεγαλύτερη μάζα.

Μονάδα μέτρησης της μάζας στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.) είναι το **χιλιόγραμμα (kg)**. Οι περισσότεροι άνθρωποι χρησιμοποιούν καθημερινά τα χιλιόγραμμα για τις καθημερινές αγορές τροφίμων. Μια δεσμίδα μπανάνες ή ένα λίτρο νερό έχουν μάζα περίπου 1 kg. Οι άνθρωποι έχουν μάζα γύρω στα 75 kg. Η μάζα των μηχανών της καθημερινότητάς μας κυμαίνεται από το ποδήλατο (περίπου 15 kg) στις μοτοσυκλέτες (περίπου 200 kg) ή τα αυτοκίνητα (1000 – 2000 kg). Θα πρέπει να αποκτήσετε μια αίσθηση πόση μάζα υπάρχει σε ένα kg, διότι αυτή η μονάδα είναι σημαντική στη Φυσική και στην καθημερινότητά μας.



Εικόνα 1- 43: 1 kg περιέχει περίπου 1000 κόκκους ρυζιού.



Εικόνα 1- 44: Ηλεκτρονική ζυγαριά.

Για μικρές ποσότητες μάζας, το χιλιόγραμμα (kg) είναι πολύ μεγάλη μονάδα για να είναι βολική. Ένα **γραμμάριο (g)** είναι το ένα χιλιοστό ενός χιλιόγραμμου. Η μάζα ενός κόκκου ρυζιού είναι περίπου 1 g, έτσι ένα σακούλι με 1 kg ρύζι περιέχει περίπου 1000 κόκκους ρυζιού, επειδή ένα κιλό αποτελείται από 1000 g.

Για πολλούς υπολογισμούς θα πρέπει να μετατραπεί η μάζα από χιλιόγραμμα (kg) σε γραμμάρια (g). Για να μετατρέψουμε μια μάζα από χιλιόγραμμα, σε γραμμάρια, πρέπει να διαιρέσουμε με 1000, επειδή υπάρχουν 1000 γραμμάρια σε ένα χιλιόγραμμα (kg).

Για μεγάλα ποσά μάζας χρησιμοποιείται ως μονάδα μέτρησης της μάζας, ο **τόνος (tn)**. Ένας τόνος ισούται με 1000 kg.

Στο εργαστήριο Φυσικής τη μάζα τη μετρούμε συνήθως με την ηλεκτρονική ζυγαριά. Όταν χρησιμοποιούμε την ηλεκτρονική ζυγαριά, τοποθετούμε στον δίσκο της προσεκτικά τα αντικείμενα που θέλουμε να μετρήσουμε. Δεν τα αφήνουμε να πέφτουν από ψηλά.

Παλαιότερα για τη μέτρηση της μάζας οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν τον **ζυγό σύγκρισης**. Για να γίνει μέτρηση με τον ζυγό σύγκρισης, στο ένα σκέλος τοποθετείται το αντικείμενο που θα ζυγίσουμε και στο άλλο σταθμά (γνωστές τυποποιημένες μάζες) μέχρι να επέλθει η ισορροπία. Το άθροισμα των σταθμών είναι η μάζα του σώματος.

Μάζα - βάρος



Εικόνα 1- 45: Ζυγός και σταθμά.

Στην καθημερινή ζωή χρησιμοποιείται λανθασμένα περισσότερο η λέξη βάρος αντί της ορθής, μάζα. Είμαστε συνηθισμένοι να ακούμε π.χ. «το βάρος μου είναι 60 kg». Όπως είδαμε και πιο πάνω το χιλιόγραμμα, είναι μονάδα μέτρησης της μάζας. Το βάρος είναι εντελώς διαφορετικό φυσικό μέγεθος. Η μάζα δεν μεταβάλλεται όταν το σώμα αλλάζει θέση ή τόπο, ενώ το βάρος εξαρτάται από το υψόμετρο μιας περιοχής και τον τόπο. Όσο αυξάνεται το ύψος ενός σώματος από την επιφάνεια της Γης, τόσο ελαττώνεται το βάρος του. Ένας άνθρωπος έχει διαφορετικό βάρος πάνω στη Γη και διαφορετικό σε άλλον πλανήτη ή στη Σελήνη, μακριά από τη Γη.

Το βάρος του αστροναύτη στη Σελήνη είναι το $1/6$ αυτού που έχει στη Γη, ενώ η μάζα είναι η ίδια στη Γη και στη Σελήνη. Εμβάθυνση στη διαφοροποίηση μάζας - βάρους θα γίνει σε επόμενη τάξη.

Όγκος

Όλα τα αντικείμενα γύρω μας καταλαμβάνουν έναν ορισμένο χώρο, όποια μορφή και αν έχουν. Ο **όγκος** εκφράζει τον χώρο που καταλαμβάνει ένα αντικείμενο ή μια ουσία. Το δάκτυλό σας, η Κύπρος ή ένα σύννεφο έχουν όγκο. Επειδή αυτά έχουν όγκο, δεν σημαίνει ότι καταλαμβάνουν τον ίδιο χώρο, την ίδια χρονική στιγμή. Ακόμη και το πιο μικρό σωματίδιο σκόνης καταλαμβάνει χώρο. Στον χώρο που καταλαμβάνει αυτό το σωματίδιο δεν χωρεί άλλο σωματίδιο, εκτός και αν το δεύτερο «διώξει» το πρώτο. Ο όγκος συμβολίζεται με το αγγλικό γράμμα V.



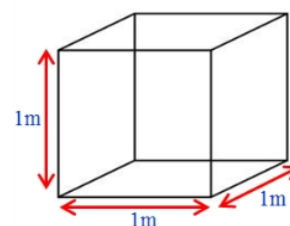
Εικόνα 1- 46: Αστροναύτης στην επιφάνεια της Σελήνης.



Εικόνα 1- 47: Όταν μία βιβλιοθήκη είναι γεμάτη από βιβλία, για να τοποθετήσουμε ένα βιβλίο, θα πρέπει να αφαιρέσουμε ένα άλλο βιβλίο από τη βιβλιοθήκη.

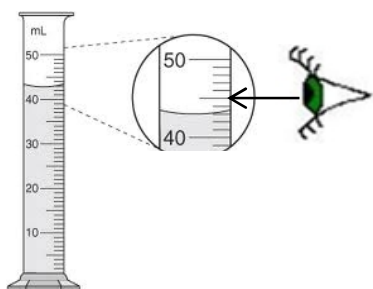
Για τα στερεά σώματα ο όγκος μετρείται σε κυβικά μέτρα (m^3) ή σε κυβικά εκατοστόμετρα (cm^3). Η σχέση που συνδέει τις δύο μονάδες είναι $1 m^3 = 1000000 cm^3$.

Ο όγκος των υγρών μετρείται σε λίτρα (L). Το λίτρο (L) ορίζεται ως ο όγκος ενός κύβου πλευράς (ακμής) 10 cm. Για μικρές ποσότητες υγρών, όπως αρώματα, χρησιμοποιείται το χιλιοστόλιτρο (mL) το οποίο είναι ίσο με ένα κυβικό εκατοστό ($1 cm^3$). Το ένα λίτρο (1 L) αντιστοιχεί σε 1000 χιλιοστόλιτρα (mL).



Εικόνα 1- 48: Το κυβικό μέτρο (m^3) είναι ο όγκος ενός κύβου με ακμή 1 m.

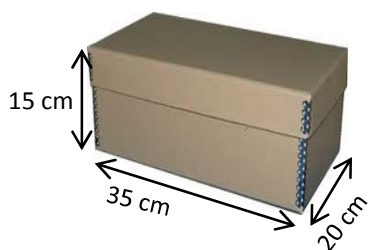
Μέτρηση όγκου υγρών



Εικόνα 1- 49: Η επιφάνεια του υγρού είναι κυρτή. Η ανάγνωση της μέτρησης γίνεται στο κέντρο της κυρτής επιφάνειας.

Η μέτρηση του όγκου των υγρών είναι εύκολη διαδικασία. Αδειάζουμε το υγρό σε βαθμονομημένο ογκομετρικό σωλήνα και διαβάζουμε την ένδειξη του όγκου. Πρέπει να έχουμε υπόψη μας δύο πράγματα για να είναι ακριβής η μέτρησή μας. Κατ' αρχάς, διαβάζουμε τη μέτρηση στον ογκομετρικό σωλήνα στο επίπεδο των ματιών. Δεύτερον, θα παρατηρήσετε ότι η επιφάνεια του υγρού είναι κυρτή (Εικόνα 1-49). Ο όγκος διαβάζεται στο κέντρο της κυρτής επιφάνειας (μηνίσκος).

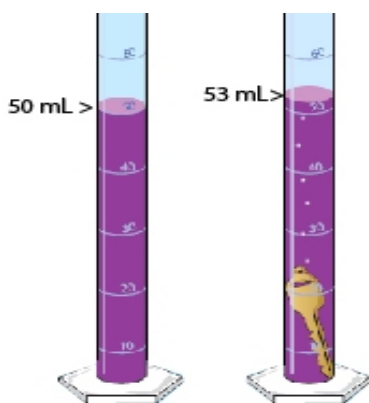
Μέτρηση όγκου στερεού κανονικού σχήματος



Εικόνα 1- 50: Ο όγκος του κουτιού των παπουτσιών είναι $15\text{ cm} \times 35\text{ cm} \times 20\text{ cm}$, δηλαδή 10500 cm^3 .

Θα έχετε πιθανόν μάθει να υπολογίζετε τον όγκο μερικών στερεών κανονικού σχήματος στο Δημοτικό. Ο όγκος ενός στερεού κανονικού σχήματος υπολογίζεται με απλές **μαθηματικές πράξεις**. Παραδείγματος χάριν, ο όγκος ενός κουτιού παπουτσιών, βρίσκεται με τον πολλαπλασιασμό του ύψους, επί το μήκος, επί το πλάτος του.

Μέτρηση όγκου στερεού ακανόνιστου σχήματος



Εικόνα 1- 51: Το κλειδί εκτοπίζει $3,0\text{ ml}$ νερού.

Μπορείτε να βρείτε τον όγκο ενός στερεού αντικειμένου ακανόνιστου σχήματος, χρησιμοποιώντας ογκομετρικό σωλήνα και νερό. Για παράδειγμα θέλουμε να μετρήσουμε τον όγκο ενός κλειδιού. Γεμίζουμε έναν βαθμολογημένο ογκομετρικό σωλήνα των 100 mL , με 50 mL νερού (Εικόνα 1-51). Αφήνουμε το κλειδί να γλιστρήσει μέσα στον ογκομετρικό σωλήνα με το νερό. Η στάθμη του νερού στον ογκομετρικό σωλήνα ανέρχεται. Έστω ότι το νερό ανέρχεται στα $53,0\text{ mL}$. Τούτο σημαίνει πως το νερό εκτοπίστηκε κατά $3,0\text{ mL}$. Ο όγκος του κλειδιού, ή οποιουδήποτε άλλου αντικειμένου που μετρούμε με αυτό τον τρόπο, είναι ίσος με τον όγκο του νερού που εκτοπίζεται. Το κλειδί έχει όγκο $3,0$ χιλιοστόλιτρα (mL), ή $3,0$ κυβικά εκατοστόμετρα (cm^3).

Πυκνότητα

Ένα ερώτημα που κάνουν συνήθως οι παππούδες στα εγγόνια τους είναι, «*ποιο ζυγίζει περισσότερο, ένα κιλό σίδηρος ή ένα κιλό βαμβάκι;*»

Η απάντηση, φυσικά, είναι «και τα δύο ζυγίζουν το ίδιο (1 kg)». Αν απαντήσατε τον σίδηρο, συγχύζετε τη μάζα με την πυκνότητα. Η πυκνότητα είναι η φυσική ιδιότητα που περιγράφει τη σχέση της μάζας με τον όγκο.

Πυκνότητα ονομάζεται η μάζα που έχει μια μονάδα όγκου του σώματος. Η πυκνότητα δείχνει το πόσο πυκνή είναι η ύλη σε ένα σώμα, πόση μάζα συμπιέζεται σε ορισμένο χώρο. Η πυκνότητα μας δίνει την ποσότητα ύλης για μια δεδομένη μονάδα του όγκου.

Αν ένα αντικείμενο έχει μεγάλη μάζα ως προς τον όγκο του, έχει μεγάλη πυκνότητα.

Ένα δείγμα μιας ουσίας με μεγαλύτερη πυκνότητα θα έχει πάντα μεγαλύτερη μάζα από το δείγμα ίδιου μεγέθους μιας ουσίας με μικρότερη πυκνότητα. Για παράδειγμα, ένα δείγμα μολύβδου ζυγίζει περισσότερο από ένα **δείγμα ίδιου μεγέθους κεριού**.

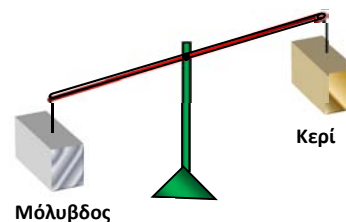
Ένα μικρό δείγμα μιας ουσίας με μεγαλύτερη πυκνότητα μπορεί να ζυγίζει περισσότερο από ένα μεγαλύτερο δείγμα μιας ουσίας με μικρότερη πυκνότητα. Παραδείγματος χάριν, ένα μικρό κομμάτι σιδήρου μπορεί να ζυγίζει περισσότερο από ένα μεγαλύτερο κομμάτι του πλαστικού. Αν οι κύβοι έχουν τον ίδιο όγκο, αυτός με τη μεγαλύτερη μάζα πρέπει να είναι πυκνότερος.

Η πυκνότητα συμβολίζεται με το ελληνικό γράμμα ρ . Η μονάδα μέτρησης της πυκνότητας στο Διεθνές Σύστημα μονάδων είναι το kg/m^3 . Πολλές φορές χρησιμοποιείται η μονάδα μέτρησης g/cm^3 ($1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$).

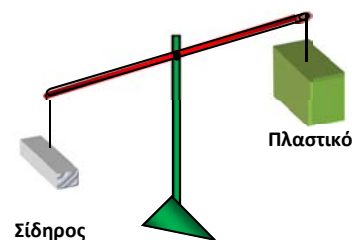
Για να υπολογίσουμε την πυκνότητα ενός σώματος διαιρούμε τη μάζα (m) με τον όγκο (V) του σώματος δηλαδή:

$$\text{Πυκνότητα αντικειμένου} = \frac{\text{μάζα αντικειμένου}}{\text{όγκος αντικειμένου}}$$

Αν για παράδειγμα θέλουμε να βρούμε την πυκνότητα του χαλκού, παίρνουμε ένα αντικείμενο που ξέρουμε ότι είναι χάλκινο, μετρούμε τη μάζα του και τον όγκο του και διαιρώντας τα βρίσκουμε την πυκνότητά του.



Εικόνα 1- 52: Ένα δείγμα μολύβδου έχει περισσότερη μάζα από ένα δείγμα κεριού ίδιου μεγέθους.



Εικόνα 1- 53: Το κομμάτι σιδήρου έχει περισσότερη μάζα από ένα μεγαλύτερο κομμάτι πλαστικού.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Εικόνα 1- 54: Ο τύπος με σύμβολα που δίνει την πυκνότητα.

| Υλικό | Πυκνότητα | |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| | kg/m ³ | g/cm ³ |
| Λευκό-χρυσός | 21500 | 21,5 |
| Χρυσός | 19300 | 19,3 |
| Μόλυβδος | 11300 | 11,3 |
| Σίδηρος | 7800 | 7,8 |
| Τιτάνιο | 4500 | 4,5 |
| Αλουμίνιο | 2700 | 2,7 |
| Γυαλί | 2700 | 2,7 |
| Γρανίτης | 2600 | 2,6 |
| Μπετόν | 2300 | 2,3 |
| Πλαστικό | 2000 | 2,0 |
| Λάστιχο | 1200 | 1,2 |
| Νερό | 1000 | 1,0 |
| Πάγος | 920 | 0,92 |
| Ξύλο βελανιδιάς | 600 | 0,60 |
| Ξύλο πεύκου | 440 | 4,4 |
| Φελλός | 120 | 1,2 |
| Υδράργυρος | 13600 | 13,6 |
| Αέρας | 0,9 | 0,0009 |

Πίνακας 1- 3: Πυκνότητα διαφόρων υλικών

Η πυκνότητα είναι μια χαρακτηριστική φυσική ιδιότητα των υλικών και διαφέρει από μια ουσία σε άλλη, όπως μπορείτε να δείτε στον Πίνακα 1-3. Η πυκνότητα είναι **ανεξάρτητη** από την ποσότητα της ουσίας (**εντατική ιδιότητα**), ενώ, αντίθετα, η μάζα εξαρτάται από την ποσότητα της ουσίας (**εκτατική ιδιότητα**).

Παραδείγματος χάριν, από τον Πίνακα 1-3 μπορείτε να δείτε ότι ο καθαρός χρυσός έχει πυκνότητα 19,3 g/cm³, είτε έχετε ένα κιλό (kg) ή έναν τόνο (tn). Ένας τρόπος να καθοριστεί αν μια ουσία είναι καθαρός χρυσός είναι να μετρηθεί η πυκνότητά του και να συγκριθεί με την τιμή 19,3 g/cm³.

Το αλουμίνιο είναι μεταξύ των μετάλλων με τη μικρότερη πυκνότητα (2,7 g/cm³), ενώ ο λευκόχρυσος είναι μεταξύ των μετάλλων με τη μεγαλύτερη πυκνότητα (21,5 g/cm³).

Οι πυκνότητες πολλών υλικών, στερεών, υγρών και αερίων και όλων των στοιχείων, έχουν υπολογιστεί και μπορείτε να τις βρείτε σε ειδικά βιβλία και στο διαδίκτυο. Οι διαφορετικοί τύποι πλαστικού, μετάλλου, ξύλων, και άλλων υλικών έχουν διαφορετικές πυκνότητες.

Πίνακας 1- 4: Πυκνότητες αντικειμένων καθημερινής χρήσης

| Μεγάλη Πυκνότητα | Σίδηρος | Αλουμίνιο | Πέτρα | Πλαστικό | Νερό | Ξύλο | Αφρός | Μικρή Πυκνότητα |
|------------------|---|---|---|---|--|---|---|-----------------|
| |  |  |  |  |  |  |  | |
| |  |  |  |  |  |  |  | |
| | 7,8 g/cm ³ | 2,7 g/cm ³ | 2,5 g/cm ³ | 2,0 g/cm ³ | 1,0 g/cm ³ | 0,5 g/cm ³ | 0,0 g/cm ³ | |

Μάζα, όγκος και πυκνότητα νερού και πάγου

Αν ζυγίσουμε 1 kg νερό και μετρήσουμε τον όγκο του με ογκομετρικό σωλήνα, θα δούμε ότι ο όγκος του είναι 1 L.

Θα έχετε παρατηρήσει ότι όταν βάλουμε ένα πλαστικό μπουκαλάκι νερό στον θάλαμο ψύξης του ψυγείου το νερό θα γίνει πάγος. **Όταν ο πάγος μετατρέπεται από υγρό νερό σε στερεό πάγο η μάζα και ο όγκος του αλλάζουν;**



Εικόνα 1- 55: Μπουκαλάκι νερού, μετά από ψύξη σε θάλαμο ψυγείου.

Από τις δραστηριότητες που έχετε κάνει στο εργαστήριο, παρατηρήσατε ότι η μάζα του νερού διατηρείται σταθερή, ενώ ο όγκος του νερού αυξάνεται όταν μετατραπεί από υγρό νερό σε στερεό πάγο.

Η αύξηση του όγκου μιας ποσότητας νερού όταν αυτή μετατρέπεται σε πάγο έχει επιπτώσεις στην καθημερινή μας ζωή. Θα έχετε ακούσει από τους γονείς σας, ότι δεν πρέπει να βάζετε γυάλινα μπουκάλια νερού, ή αναψυκτικών στον θάλαμο ψύξης του ψυγείου. **Ξέρετε γιατί;**



Εικόνα 1- 56: Τα παγάκια επιπλέουν σε ένα ποτήρι νερό.

Αφού ο όγκος της ίδιας ποσότητας νερού που έχει μετατραπεί σε πάγο είναι μεγαλύτερος, αυτό σημαίνει ο λόγος m/V θα είναι μικρότερος και έτσι η πυκνότητα του πάγου θα είναι πιο μικρή. Με πειράματα, αντίστοιχα με αυτό που κάνατε στα Φύλλα Δραστηριοτήτων για τη μέτρηση της πυκνότητας του υγρού νερού και του πάγου, μετρήθηκε η πυκνότητα του υγρού νερού και βρέθηκε ότι είναι 1030 kg/m^3 και η πυκνότητα του πάγου 902 kg/m^3 .

Το γεγονός ότι η πυκνότητα του πάγου είναι πιο μικρή από την πυκνότητα του νερού, έχει ως αποτελέσματα τα παγάκια να επιπλέουν σε ένα ποτήρι νερό, τα παγόβουνα να επιπλέουν στους ωκεανούς και οι λίμνες να παγώνουν στην επιφάνεια. Αν ο πάγος βρισκόταν στον πυθμένα τότε δεν θα υπήρχε ζωή στο νερό και η ζωή δεν θα είχε εξελιχθεί στη Γη.



Εικόνα 1- 57: Μεγάλα κομμάτια πάγου που αποκόπτονται από παγόβουνα επιπλέουν στους Ωκεανούς

Ερωτήσεις αξιολόγησης



Εικόνα 1- 58

1. Ποιο από τα αντικείμενα της Εικόνας 1-58 έχει μάζα περίπου 1 kg;
 - α) Ένα μπαλάκι του πινγκ - πονγκ.
 - β) Ένα μπουκάλι του ενός λίτρου νερό.
 - γ) Ένας μικρός σκύλος.
 - δ) Ένα αυτοκίνητο.

2. α) Πόσα γραμμάρια είναι τα 2,4 κιλά;
 - β) Η Γιαννούλα έχει μάζα 45 kg. Πόση είναι η μάζα της σε g;
 - γ) Πόση είναι η μάζα σε g μιας μπάλας ποδοσφαίρου που έχει μάζα 0,454 kg;



1L νερό

μπανάνες

βιβλίο

Εικόνα 1- 59

3. Τα αντικείμενα της Εικόνας 1-59 έχουν την ίδια μάζα. Αυτό σημαίνει ότι:
 - α) έχουν το ίδιο μέγεθος
 - β) βρίσκονται όλα στην ίδια κατάσταση της ύλης
 - γ) περιέχουν ίση ποσότητα ύλης



Εικόνα 1- 60

4. Για ποιο λόγο κατά τη διάρκεια του χειμώνα προσθέτουμε στο νερό του ψυγείου του αυτοκινήτου ένα υγρό που ονομάζεται αντιπηκτικό; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



Εικόνα 1- 61

5. α) Να εξηγήσετε γιατί οι κάτοικοι ψυχρών περιοχών καλύπτουν τις βρύσες που βρίσκονται έξω από τα σπίτια τον χειμώνα.
 - β) Γιατί δεν είναι καλή ιδέα να αφεθεί νερό σε λάστιχο κήπου κατά τη διάρκεια πολύ χαμηλών θερμοκρασιών τον χειμώνα;



Εικόνα 1- 62

6. Να σχεδιάσετε ένα πείραμα για να καθορίσετε ποιο από τα δύο υλικά έχει τη μεγαλύτερη πυκνότητα:
 - α) νερό και ελαιόλαδο
 - β) οινόπνευμα και πάγος

7. α) Έχετε στη διάθεσή σας κομμάτι πλαστελίνης, κλωστή, νερό, ζυγαριά και ογκομετρικό δοχείο. Ποια από τα παραπάνω θα χρησιμοποιήσετε για κάθε περίπτωση και πώς, για να μετρήσετε:

- i. Τη μάζα του κομματιού της πλαστελίνης.
- ii. Τον όγκο του κομματιού της πλαστελίνης.
- iii. Την πυκνότητα του κομματιού της πλαστελίνης.

β) Αν κόψετε το κομμάτι της πλαστελίνης σε δυο ίσα κομμάτια, τότε καθένα από τα κομμάτια που θα προκύψουν θα έχει:

- i. Μάζα μικρότερη από τη μάζα του αρχικού κομματιού.
- ii. Όγκο μικρότερο από τον όγκο του αρχικού κομματιού.
- iii. Πυκνότητα μικρότερη από την πυκνότητα του αρχικού κομματιού.

Με ποιες από τις πιο πάνω προτάσεις συμφωνείτε; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



Εικόνα 1- 63

8. Έχετε στη διάθεσή σας ζυγό ακριβείας, ογκομετρικό σωλήνα, νερό, χάρακα και έναν μικρό κύβο καθαρού σιδήρου. Να περιγράψετε δύο τρόπους με τους οποίους μπορείτε να υπολογίσετε τον όγκο του σιδερένιου κύβου και κατόπιν την πυκνότητά του. Ποιος από τους δύο τρόπους πιστεύετε ότι είναι πιο ακριβής;



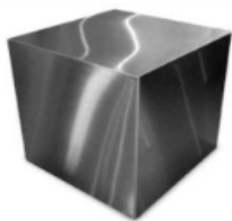
Εικόνα 1- 64

9. Τι σημαίνει «η πυκνότητα του νερού είναι 1 kg/m^3 »;

10. Ένας άντρας κάνει δώρο στην αρραβωνιαστικιά του ένα δαχτυλίδι από λευκόχρυσο. Πριν από τον γάμο, η γυναίκα παρατηρεί ότι το δαχτυλίδι για το μέγεθός του, είναι πολύ ελαφρύ και αποφασίζει να μετρήσει την πυκνότητά του. Τοποθετεί το δαχτυλίδι σε ένα ζυγό και διαπιστώνει ότι έχει μια μάζα $3,15 \text{ g}$. Έπειτα διαπιστώνει ότι το δαχτυλίδι εκτοπίζει $0,233 \text{ cm}^3$ νερό, μέσα σε ογκομετρικό σωλήνα. Με αυτές τις πληροφορίες να εξετάσετε αν το δαχτυλίδι είναι από λευκόχρυσο. Δίνεται ότι η πυκνότητα του λευκόχρυσου είναι $21,4 \text{ g/cm}^3$.



Εικόνα 1- 65



Εικόνα 1- 66

11. Ένας μεταλλικός κύβος έχει ακμή μήκους 11,4 mm και μάζα 6,67 g. Να υπολογίσετε την πυκνότητα του μετάλλου.
12. Να γράψετε τους ορισμούς για την ύλη, τη μάζα και τον όγκο.



Θέμα για Project

Να μελετήσετε την προέλευση του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων (S.I.) για να ανακαλύψετε πώς προσδιορίστηκε για πρώτη φορά το χιλιόγραμμα (kg) και ποιες μονάδες μέτρησης αντικατέστησε.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2 ΑΕΡΑΣ

ΑΕΡΑΣ

Εισαγωγή

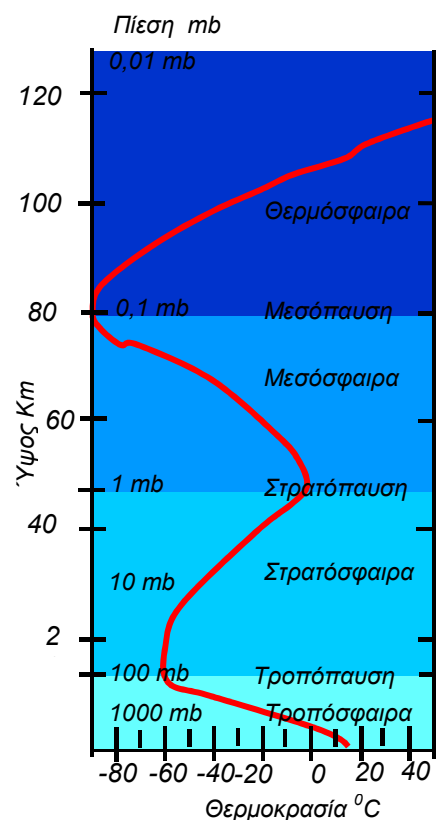
Στην αρχαία εποχή ο Αέρας θεωρείτο ένα από τα τέσσερα "βασικά στοιχεία", μαζί με τη Γη, τη Φωτιά και το Νερό. Σήμερα ξέρουμε ότι ο αέρας δεν είναι στοιχείο ούτε χημική ένωση, αλλά μείγμα αερίων. Ο σφαιρικός πλανήτης μας περιβάλλεται από 5,500 τρισεκατομμύρια τόνους αέρα, ένας ωκεανός που εκτείνεται πάνω μας σε ύψος 500 περίπου χιλιομέτρων. Πάνω από τα 80 km ο αέρας είναι εξαιρετικά αραιός. Περισσότερο από το 99% της μάζας του αέρα βρίσκεται στα πρώτα 30 km από την επιφάνεια της Γης.

Το αέριο περίβλημα από το οποίο περιβάλλεται ο πλανήτης μας ονομάζεται **ατμόσφαιρα**. Η ατμόσφαιρα της Γης εκτείνεται σε ύψος περίπου 500 km από την επιφάνειά της. Όσο απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια της Γης, η ατμόσφαιρα γίνεται πιο αραιή. Με το ύψος μεταβάλλεται και η θερμοκρασία που επικρατεί στην ατμόσφαιρα.

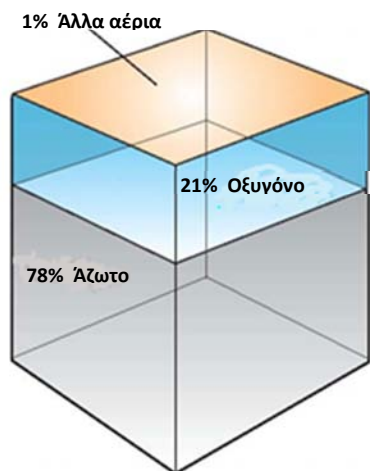
Το κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας ονομάζεται **τροπόσφαιρα** και εκτείνεται σε ύψος 11 km από την επιφάνεια της Γης. Περίπου το 95% της συνολικής μάζας του αέρα και σχεδόν όλο το νερό που υπάρχει στην ατμόσφαιρα βρίσκονται στην **τροπόσφαιρα**. Στην τροπόσφαιρα διαμορφώνονται οι καιρικές συνθήκες που επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τη ζωή μας.

Το επόμενο στρώμα της ατμόσφαιρας ονομάζεται **στρατόσφαιρα** και φτάνει σε ύψος 50 km από την επιφάνεια της Γης. Τα στρώματα που ακολουθούν είναι η **μεσόσφαιρα** που φτάνει σε ύψος περίπου 80 km από την επιφάνεια της Γης και τέλος η **θερμόσφαιρα** (ή **ιονόσφαιρα**) που αποτελεί το ανώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας.

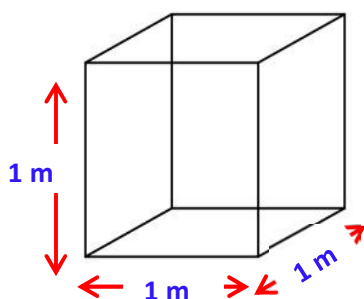
Η ατμόσφαιρα αποτελείται από ένα μείγμα αερίων που ονομάζεται **ατμοσφαιρικός αέρας**. Ο αέρας είναι άχρωμος, άοσμος και άγευστος. Καταλαβαίνουμε την ύπαρξή του γύρω μας, μόνο από τα αποτελέσματα που προκαλεί: από τα φύλλα των δέντρων που κινούνται όταν φυσά, από τα πανιά των ιστιοφόρων που φουσκώνουν, από τον κυματισμό της σημαίας, από την ανάσα μας όταν εισπνέουμε ή εκπνέουμε.



Εικόνα 2- 1: Μεταβολή της θερμοκρασίας και της πίεσης με το ύψος από την επιφάνεια της Γης



Εικόνα 2- 2: Η σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα



Εικόνα 2- 3: Η μάζα του αέρα που περιέχεται σε ένα δοχείο με όγκο 1m^3 είναι περίπου $1,3\text{ kg}$



Εικόνα 2- 4: Ποτίστρα για πουλιά

Η επί τοις εκατό (%) κατ' όγκο σύσταση του ξηρού αέρα κοντά στην επιφάνεια της Γης φαίνεται στην Εικόνα 2-2. Το 78% είναι άζωτο, το 21% οξυγόνο. Το αργό και οι υδατμοί αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του υπολοίπου.

Ο αέρας, όπως όλα τα αέρια, δεν έχει συγκεκριμένο όγκο και σχήμα, καταλαμβάνει τον χώρο που είναι διαθέσιμος, έχει συνεπώς τον όγκο και το σχήμα του δοχείου στο οποίο βρίσκεται.

Ο αέρας στην ατμόσφαιρα δεν είναι ποτέ τελείως ξηρός. Περιέχει πάντοτε σε κάποιο ποσοστό υδατμούς (νερό δηλαδή σε αέρια κατάσταση), ανάλογα με τον τόπο, την ώρα και την εποχή. Η περιεκτικότητα του αέρα σε υδατμούς μεταβάλλεται, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν, ιδιαίτερα ανάλογα με τη θερμοκρασία και την πίεση, και μπορεί να φτάνει μέχρι 7 % κατ' όγκο. Όταν η θερμοκρασία πέφτει, η περιεκτικότητα σε υδατμούς μειώνεται, γι' αυτό και στις κρύες επιφάνειες οι υδατμοί υγροποιούνται, οπότε τους βλέπουμε.

Ο αέρας, όπως όλα τα υλικά σώματα, έχει μάζα. Η μάζα του αέρα που περιέχεται σε ένα κυβικό μέτρο (κύβος $1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}$) είναι περίπου $1,3\text{ kg}$.

Ατμοσφαιρική πίεση

Θα έχετε παρατηρήσει την ποτίστρα των πουλιών (Εικόνα 2-4). Η ποτίστρα περιέχει νερό, αλλά είναι ανοιχτή στο κάτω μέρος της. *Γιατί όμως δεν χύνεται το νερό;*

Ο αέρας της ατμόσφαιρας πιέζει το νερό στην ελεύθερη επιφάνεια του νερού στο ανοικτό μέρος της ποτίστρας και έτσι δεν το αφήνει να χυθεί έξω από την ποτίστρα. Η πίεση αυτή, την οποία ασκεί ο ατμοσφαιρικός αέρας σε κάθε επιφάνεια που βρίσκεται μέσα σε αυτόν, ονομάζεται **ατμοσφαιρική πίεση**. Η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίδια προς όλες τις κατευθύνσεις.

Η ατμοσφαιρική πίεση οφείλεται στις δυνάμεις που ασκεί στα σώματα ο αέρας λόγω του βάρους του. Σε μεγαλύτερο υψόμετρο το «πάχος» των υπερκείμενων στρωμάτων αέρα είναι μικρότερο απ' ό,τι στην επιφάνεια της Γης. Έτσι, η ατμοσφαιρική πίεση είναι μικρότερη, γιατί είναι λιγότερη η ποσότητα του αέρα που βρίσκεται πάνω από εμάς και μας πιέζει. Στη Σελήνη, που δεν υπάρχει αέρας, δεν υπάρχει ατμοσφαιρική πίεση.

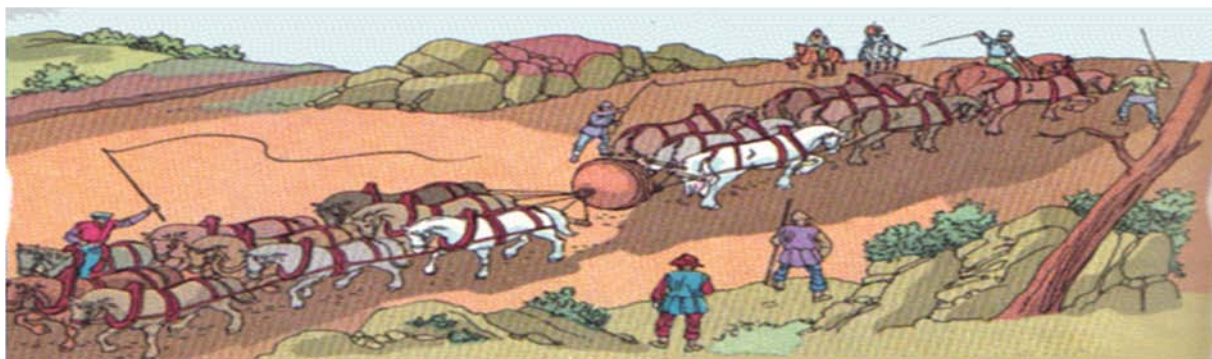
Όσο ανεβαίνουμε ψηλότερα από την επιφάνεια της θάλασσας, η ατμόσφαιρα γίνεται αραιότερη, δηλαδή η πυκνότητα του αέρα γίνεται μικρότερη. Για παράδειγμα, σε ύψος 5 χιλιομέτρων από την επιφάνεια της Γης η ατμοσφαιρική πίεση έχει μειωθεί περίπου στο μισό. Γι' αυτό τον λόγο οι ορειβάτες που ανεβαίνουν σε μεγάλα ύψη παίρνουν μαζί τους φιάλες με αέρα.

Η ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της Γης, στο επίπεδο της θάλασσας ονομάζεται **πίεση μιας ατμόσφαιρας** (1atm).

Η πίεση που δέχονται τα σώματα, είναι τεράστια λόγω της μεγάλης ποσότητας των υπερκείμενων στρωμάτων αέρα, λόγω δηλαδή του μεγάλου πάχους της ατμόσφαιρας. Το 1654, ο Οττο φον Γκέρικε πραγματοποίησε ένα πείραμα, ώστε να αποδείξει πόσο μεγάλη είναι αυτή η πίεση. Το πείραμα αυτό είναι γνωστό ως «*τα ημισφαίρια του Μαγδεμβούργου*». Ο Οττο φον Γκέρικε, αφαίρεσε με αεραντλία όσο αέρα μπορούσε από το εσωτερικό μιας σφαίρας, που αποτελείτο από δύο ημισφαίρια. Για να έχουν καλή επαφή τα δύο ημισφαίρια ο φον Γκέρικε τοποθέτησε δερμάτινο δακτύλιο με λίπος σε αυτά. Μετά τα δύο ημισφαίρια τα τράβηξαν 16 άλογα, 8 άλογα για κάθε ημισφαίριο, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2-6 και δεν κατάφεραν να τα ανοίξουν.



Εικόνα 2- 5: Otto von Guericke, 1602-1686



Εικόνα 2- 6: Το πείραμα των ημισφαιρίων του Μαγδεμβούργου

Γιατί τόσα πολλά άλογα δεν κατάφεραν να ανοίξουν τα ημισφαίρια;

Αφού στο εσωτερικό είχε πολύ λίγο αέρα, η πίεση ήταν αρκετά μικρή, άρα για να μη ξεκολλούν τα δύο ημισφαίρια από το τράβηγμα των αλόγων, σημαίνει ότι η πίεση που ασκεί ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι πολύ μεγάλη.

Όπως αποδείχτηκε με το πείραμα των ημισφαιρίων του Μαγδεμβούργου, η πίεση που δεχόμαστε από τον



Εικόνα 2- 7: Evangelista Torricelli, 1608 -1647

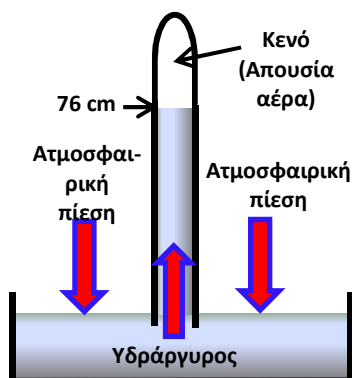
ατμοσφαιρικό αέρα είναι πάρα πολύ μεγάλη. **Αναρωτηθήκατε γιατί δεν συνθλίβει το ανθρώπινο σώμα αυτή η πίεση;**

Το σώμα μας είναι φτιαγμένο ώστε να έχει την ίδια πίεση στο εσωτερικό του. Έτσι, αντισταθμίζεται και εξουδετερώνεται η επίδραση της ατμοσφαιρικής πίεσης που ασκείται εξωτερικά.

Η ατμοσφαιρική πίεση μετρήθηκε για πρώτη φορά από τον Ιταλό Φυσικό Τορισέλι (*Evangelista Torricelli*), που ήταν ένας από τους βοηθούς του Γαλιλαίου, το 1643, ο οποίος για τον σκοπό αυτό πραγματοποίησε ένα πείραμα.

Το πείραμα του Torricelli (Τορισέλι)

Ο Τορισέλι γέμισε λεπτό γυάλινο σωλήνα, κλειστό στο ένα άκρο, μήκους περίπου 1 m, πλήρως με υδράργυρο. Τον σωλήνα αυτό τον αναποδογύρισε μέσα σε μια μικρή λεκάνη, που κι αυτή περιείχε υδράργυρο. Ο Τορισέλι παρατήρησε ότι η στήλη υδραργύρου κατέβηκε και σταθεροποιήθηκε σε κάποιο ύψος από την ελεύθερη επιφάνεια του μέσα στη λεκάνη. Πάνω από τη στήλη του υδραργύρου, μέσα στον σωλήνα υπήρχε κενό, δηλαδή δεν υπήρχε αέρας, επομένως η πίεση ήταν μηδέν. Αν η πίεση στην επιφάνεια του υδραργύρου της λεκάνης ήταν μηδέν, θα έπρεπε η ελεύθερη επιφάνεια του υδραργύρου, τόσο στη λεκάνη όσο και στον σωλήνα να βρίσκονταν στο ίδιο ύψος. Η στήλη του υδραργύρου συγκρατήθηκε από την πίεση που εξασκείτο στην ελεύθερη επιφάνεια του υδραργύρου μέσα στη λεκάνη.



Εικόνα 2- 8: Πείραμα του Τορισέλι

Αν το πείραμα γίνει στο επίπεδο της θάλασσας, το ύψος της στήλης του υδραργύρου είναι 76 cm (760 mm). Αυτή την ατμοσφαιρική πίεση την ονομάζουμε **κανονική ατμοσφαιρική πίεση**. Αυτή γράφεται 76 cm Hg και διαβάζεται «76 εκατοστόμετρα στήλης υδραργύρου» (Hg είναι το σύμβολο του υδραργύρου). Αυτή η τιμή της κανονικής ατμοσφαιρικής πίεσης ονομάζεται και 1 ατμόσφαιρα (1 atm). Αν υπάρχει αύξηση στην ατμοσφαιρική πίεση, η πίεση αναγκάζει τον υδράργυρο να ανέβει μέσα στον γυάλινο σωλήνα και παρουσιάζεται μια υψηλότερη μέτρηση. Αν η ατμοσφαιρική πίεση ελαττωθεί, το ύψος του υδραργύρου μέσα στον σωλήνα χαμηλώνει και παρουσιάζεται μια χαμηλότερη μέτρηση. Αυτός ο τύπος οργάνου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα εργαστήριο ή σε ένα μετεωρολογικό σταθμό, αλλά δεν είναι εύκολο να μετακινηθεί.

Οι μετρήσεις της πίεσης με αυτή τη μέθοδο, γίνονται συνήθως σε εκατοστόμετρα ή χιλιοστόμετρα του υδραργύρου (Hg).

Αν το πείραμα του Τορισέλι γινόταν με νερό αντί με υδράργυρο, η πίεση που οφείλεται στον ατμοσφαιρικό αέρα θα συγκρατούσε στήλη νερού ίση περίπου με 10 m.

Όργανα μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης

Τα όργανα με τα οποία μετράμε την ατμοσφαιρική πίεση ονομάζονται **βαρόμετρα**. Υπάρχουν δυο είδη βαρόμετρων, τα υδραργυρικά και τα μεταλλικά.



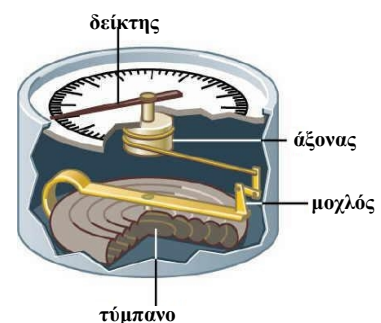
Εικόνα 2- 9: Υδραργυρικό βαρόμετρο

Τα υδραργυρικά βαρόμετρα αποτελούνται από ένα σωλήνα Torricelli, ο οποίος καταλήγει σε ένα ευρύ και ανοικτό δοχείο. Υπάρχει, επίσης, μια κλίμακα με τη βοήθεια της οποίας μετράται η διαφορά στη στάθμη του υδραργύρου στον σωλήνα και συνεπώς και η ατμοσφαιρική πίεση. Αν υπάρχει αύξηση στην πίεση, αναγκάζει τον υδράργυρο να ανέλθει μέσα στον γυάλινο σωλήνα και παρουσιάζεται μια υψηλότερη μέτρηση. Αν η ατμοσφαιρική πίεση ελαττώνεται, το ύψος του υδραργύρου μέσα στον σωλήνα χαμηλώνει και παρουσιάζεται μια χαμηλότερη μέτρηση. Συνήθως, επειδή οι διακυμάνσεις της ατμοσφαιρικής πίεσης σε έναν τόπο δεν είναι πολύ μεγάλες, αρκεί η χρήση μέρους της κλίμακας (περιοχή γύρω στα 76 cm).



Εικόνα 2- 10: Μεταλλικό βαρόμετρο.

Τα **μεταλλικά βαρόμετρα** (Εικόνα 2-11) αποτελούνται από ένα κυλινδρικό δοχείο στο οποίο δεν υπάρχει αέρας. Το επάνω τοίχωμα του δοχείου είναι ένα έλασμα με πτυχώσεις για να είναι πιο εύκαμπτο. Όταν η πίεση μεταβάλλεται, το έλασμα παραμορφώνεται και με ένα σύστημα μοχλών, μετακινείται ένας δείκτης, ο οποίος καταλήγει σε μια κλίμακα μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης (Εικόνα 2-10).



Εικόνα 2- 11: Το εσωτερικό μεταλλικού βαρόμετρου.

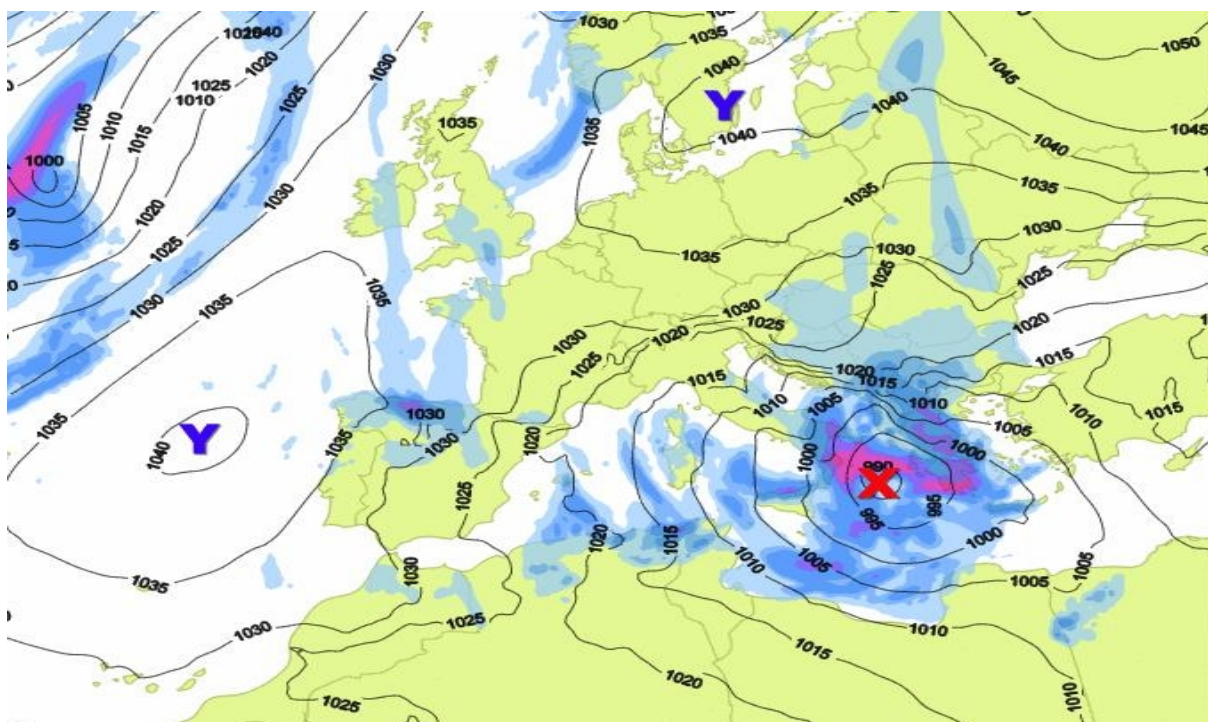
Στη σύγχρονη εποχή που ζούμε, πολλά μετεωρολογικά όργανα έχουν αντικατασταθεί από **ψηφιακά όργανα** που καταγράφουν την ατμοσφαιρική πίεση, όπως και άλλα μετεωρολογικά μεγέθη σε μια οθόνη (Εικόνα 2-12).



Εικόνα 2- 12: Ψηφιακός Μετεωρολογικός σταθμός

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές μονάδες μέτρησης για την πίεση. Στο διεθνές σύστημα μονάδων είναι το Pascal (Pa). Το Pascal είναι μια αρκετά μικρή μονάδα μέτρησης. Η ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας είναι 101,325 Pascal και γι' αυτό τον λόγο θα δείτε ως μονάδα μέτρησης το χιλιοπασκάλ (kPa) αντί του Pascal. Μερικές άλλες μονάδες μέτρησης για την πίεση είναι το bar (b) και το millibar (mb), όπως και τα χιλιοστόμετρα του υδραργύρου (mm Hg) που ονομάζεται επίσης «*torr*», και «*ατμόσφαιρα*».

Η ατμοσφαιρική πίεση δεν είναι παντού η ίδια. Όταν παρακολουθείτε την πρόγνωση του καιρού στην τηλεόραση, ή σε εφημερίδα ή στο διαδίκτυο, μπορεί να ακούσετε ότι **σύστημα χαμηλής πίεσης** ή **βαρομετρικό χαμηλό** προσεγγίζει την Κύπρο ή ότι **σύστημα υψηλής πίεσης** ή **βαρομετρικό υψηλό** προσεγγίζει την Κύπρο. Αν ένα σύστημα χαμηλής πίεσης ή ένα σύστημα υψηλής πίεσης περνά πάνω από το σπίτι σας, θα αλλάξει την ατμοσφαιρική πίεση. Στο Διάγραμμα 2-1 διακρίνονται σε μετεωρολογικό χάρτη ένα βαρομετρικό Χαμηλό (X) και ένα βαρομετρικό Υψηλό (Y). Οι άνεμοι φυσούν συνήθως από την περιοχή υψηλής πίεσης προς την περιοχή που επικρατεί χαμηλή πίεση.



Διάγραμμα 2- 1: Μετεωρολογικός χάρτης όπου διακρίνονται ένα βαρομετρικό Χαμηλό (X) και ένα βαρομετρικό Υψηλό (Y).

Βαρομετρικά Υψηλά (Υ)

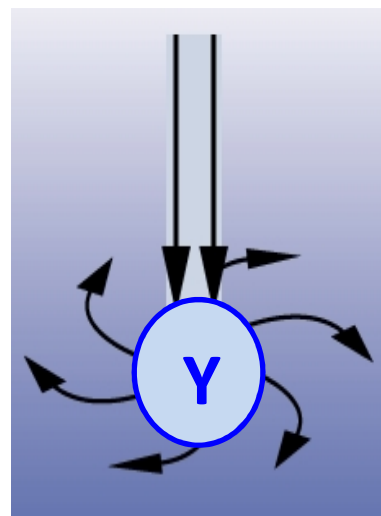
Μπορεί να έχετε δει στο μετεωρολογικό δελτίο στην τηλεόραση ή σε εφημερίδα, ή στο διαδίκτυο, έναν μετεωρολογικό χάρτη με ένα μπλε Υ σε αυτόν. Αυτά τα μπλε Υ σημαίνουν ότι υπάρχει υψηλό σύστημα πίεσης πάνω από αυτή την περιοχή του χάρτη. **Τι σημαίνει όμως αυτό;**

Δεν υπάρχει καμία ακριβής μέτρηση που θα καθιστούσε ένα σύστημα Υψηλό. Είναι όλα σχετικά! Αν ένα ορισμένο σύστημα είναι υψηλό σύστημα πίεσης, αυτό σημαίνει ότι έχει υψηλότερη πίεση από τις γύρω περιοχές. Είναι μια περιοχή υψηλών ατμοσφαιρικών πιέσεων που απεικονίζεται επάνω στους χάρτες καιρού με κλειστές, καμπύλες γραμμές ίσης πίεσης, με την πίεση να αυξάνεται από την περιφέρεια προς το κέντρο.

Οι διαφορές στην πίεση από μια περιοχή σε μια άλλη περιοχή της Γης, είναι η αιτία δημιουργίας ανέμου, δηλαδή μεταφορά αερίων μαζών από μια περιοχή σε άλλη. Ο αέρας μετακινείται από τις περιοχές με υψηλή πίεση προς τις περιοχές με χαμηλή πίεση. Ο αέρας εξέρχεται από τις περιοχές με υψηλή πίεση και εισέρχεται στις περιοχές με χαμηλή πίεση.

Η περιστροφή της Γης γύρω από τον εαυτό της, προσθέτει, επίσης περιστροφή στη μετακίνηση του αέρα. Στο βόρειο ημισφαίριο, ο αέρας κινείται δεξιόστροφα γύρω από τα βαρομετρικά Υψηλά.

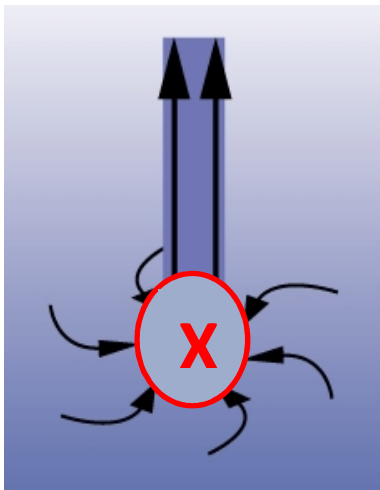
Ο αέρας που απομακρύνεται από το βαρομετρικό Υψηλό αφήνει μια «τρύπα», έτσι αέρας από ψηλά κατεβαίνει και γεμίζει αυτή την «τρύπα». Δεδομένου ότι ο αέρας κατέρχεται, το νερό που ήταν στην υγρή του κατάσταση - όπως τα σύννεφα - τείνει να εξατμιστεί σε υδρατμούς. Αυτό σημαίνει ότι το νερό δεν είναι στην υγρή του κατάσταση που απαιτείται για να γίνουν τα σύννεφα και η βροχή. Γι' αυτό όταν βλέπουμε μπλε Υ σε μετεωρολογικό χάρτη, καταλαβαίνουμε ότι έρχεται καλός καιρός και καθαρός ουρανός!



Εικόνα 2- 13: Οι αέριες μάζες που βρίσκονται πάνω από το Υψηλό στρώχνονται προς τα κάτω

Βαρομετρικά χαμηλά (X)

Μπορεί να έχετε δει στο μετεωρολογικό δελτίο στην τηλεόραση ή σε εφημερίδα, ή στο διαδίκτυο, έναν μετεωρολογικό χάρτη με ένα **κόκκινο X** σε αυτόν. Αυτά τα κόκκινα X σημαίνουν ότι υπάρχει σύστημα Χαμηλής πίεσης πάνω από αυτή την περιοχή του χάρτη. **Τι σημαίνει όμως αυτό;**



Εικόνα 2- 14: Οι αέριες μάζες που βρίσκονται πάνω από το Χαμηλό σπρώχνονται προς τα πάνω

Δεν υπάρχει καμία ακριβής μέτρηση που θα καθιστούσε ένα σύστημα Χαμηλό. Είναι όλα σχετικά! Αν ένα ορισμένο σύστημα είναι σύστημα Χαμηλής πίεσης, αυτό σημαίνει ότι η περιοχή αυτή έχει χαμηλότερη πίεση από τις γύρω περιοχές. Είναι μια περιοχή χαμηλών ατμοσφαιρικών πιέσεων που απεικονίζεται επάνω στους χάρτες καιρού με κλειστές, καμπύλες γραμμές ίσης πίεσης, με την πίεση να ελαττώνεται από την περιφέρεια προς το κέντρο.

Οι διαφορές στην πίεση από μια περιοχή σε άλλη στη Γη, είναι η αιτία δημιουργίας ανέμου. Βλέπτετε, ο αέρας θέλει να κινηθεί από τις περιοχές υψηλής πίεσης προς τις περιοχές με χαμηλή πίεση, μακριά δηλαδή από περιοχές με Υψηλή πίεση και μέσα στις περιοχές με χαμηλή πίεση.

Η περιστροφή της Γης γύρω από τον εαυτό της, προσθέτει, επίσης, περιστροφή στη μετακίνηση του αέρα. Στο βόρειο ημισφαίριο, γύρω από ένα βαρομετρικό Χαμηλό ο αέρας κινείται αντίθετα προς τη φορά των δεικτών του ρολογιού.

Ο αέρας κινείται μέσα σε ένα σύστημα χαμηλής πίεσης. Ο αέρας σπρώχνεται προς τα πάνω. Καθώς ο αέρας ανέρχεται, ο υδρατμός συμπυκνώνονται στα σύννεφα, τα οποία μπορούν να φέρουν βροχή. Γι' αυτό όταν βλέπουμε κόκκινο X σε χάρτη καιρού, καταλαβαίνουμε ότι υπάρχει μια καλή πιθανότητα «κακού» καιρού - νεφελώδεις ουρανοί και δυνατότητες βροχής ή χιονιού.



Αξιολόγηση για το σπίτι

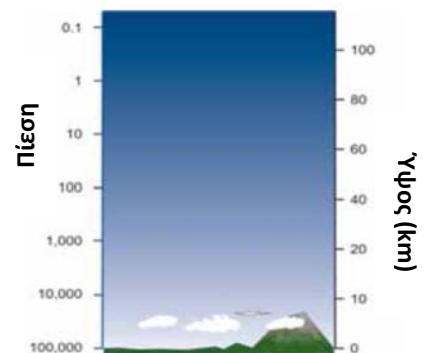
1. Μπορείτε να συμπίεσετε το έμβολο της σύριγγας στην Εικόνα 2-15, έτσι ώστε να φτάσει μέχρι το τέρμα; Να εξηγήσετε την απάντησή σας.
2. Γιατί τα παπούτσια του μπάσκετ που έχουν αέρα μέσα στις σόλες θεωρούνται καλύτερα για το παιχνίδι παρά τα παπούτσια που έχουν συμπαγή σκληρή σόλα;
3. Να γράψετε άλλα παραδείγματα από την καθημερινή ζωή που γίνεται χρήση της συμπιεστότητας και της ελαστικότητας του αέρα.
4. Να περιγράψετε δύο πειράματα με τα οποία να δείχνετε ότι ο αέρας ασκεί δυνάμεις στα σώματα με τα οποία βρίσκεται σε επαφή.
5. Να αναφέρετε τρία παραδείγματα (φαινόμενα της καθημερινής ζωής ή πειράματα) που να καταδεικνύουν την ύπαρξη του αέρα.
6. Η Εικόνα 2-17 δείχνει τη μεταβολή της πίεσης σε σχέση με το ύψος από την επιφάνεια της Γης. Σύμφωνα με αυτήν την εικόνα, μέχρι ποιο ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας συμβαίνουν τα μετεωρολογικά φαινόμενα;



Εικόνα 2- 15



Εικόνα 2- 16



Εικόνα 2- 17: Μεταβολή της πίεσης σε σχέση με το ύψος από την επιφάνεια της Γης



Θέμα για Project

Να μελετήσετε για τη ρύπανση του ατμοσφαιρικού αέρα.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3

ΜΟΡΙΑΚΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

Δημιουργία πίεσης στα αέρια

Όταν περιορίσουμε ένα αέριο σε ένα κλειστό δοχείο τότε εμφανίζεται **πίεση**. Η πίεση δημιουργείται γιατί τα κινούμενα σωματίδια του αερίου συγκρούονται με τα τοιχώματα του δοχείου, ασκώντας σε αυτά δυνάμεις.

Τα σωματίδια που αποτελούν τον αέρα που μας περιβάλλει (ατμοσφαιρικός αέρας) δημιουργούν πίεση ακόμη και σε μας, παρόλο που δεν μπορούμε να την αντιληφθούμε. Μπορούμε όμως να δούμε την επίδραση της πίεσης που δημιουργούν τα σωματίδια του αέρα σε άλλες καταστάσεις της καθημερινής μας ζωής. Κάποιες από αυτές περιγράφονται στη συνέχεια.

Το μπαλόνι που φουσκώνει

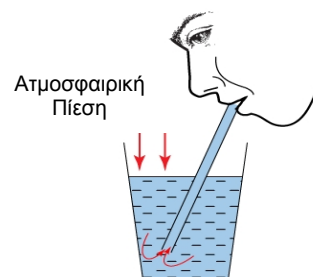
Όσο φουσκώνουμε ένα μπαλόνι, όλο και περισσότερα σωματίδια αέρα εισέρχονται σε αυτό. Αυτό οδηγεί στην αύξηση της πίεσης στο εσωτερικό του μπαλονιού σε σχέση με το εξωτερικό του. Το αποτέλεσμα είναι το σπρώξιμο των ελαστικών τοιχωμάτων του μπαλονιού προς όλες τις κατευθύνσεις και το «φούσκωμα» του μπαλονιού. Το φούσκωμα συνεχίζεται μέχρι που η πίεση στο εσωτερικό του μπαλονιού γίνει ίδια με την πίεση στο εξωτερικό του μπαλονιού (ατμοσφαιρική πίεση).



Εικόνα 3- 1

Αναρρόφηση υγρού με καλαμάκι

Αν δεν υπήρχε η πίεση από τον ατμοσφαιρικό αέρα δεν θα μπορούσαμε να πιούμε ένα ποτό με το καλαμάκι. Όταν αναρροφούμε από ένα καλαμάκι, η πίεση στο εσωτερικό του στόματός μας γίνεται μικρότερη από την πίεση που δημιουργεί ο αέρας στην επιφάνεια του υγρού. Αυτό οδηγεί στο «σπρώξιμο» του ποτού προς το στόμα μας.



Εικόνα 3- 2

Ημισφαίρια του Μαγδεμβούργου

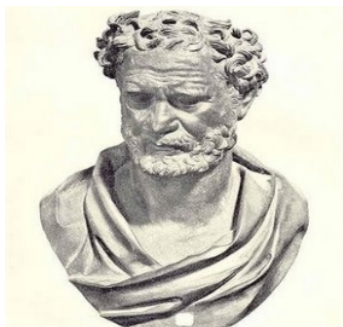
Ένα από τα πιο φημισμένα πειράματα απόδειξης της ύπαρξης της ατμοσφαιρικής πίεσης, που μελετήσαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο, πραγματοποιήθηκε το 1654 από τον Όττο φον Γκέρικε, δήμαρχο του Μαγδεμβούργου της Γερμανίας και εφευρέτη της αντλίας κενού.



Εικόνα 3- 3

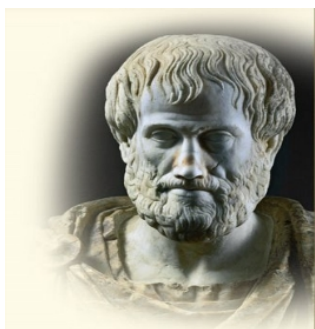
Ιστορικό ένθετο

Για να εξηγήσουμε πώς δημιουργείται η πίεση στα αέρια αναφερθήκαμε στην ύπαρξη των σωματιδίων. Πώς όμως κατέληξαν οι επιστήμονες στη διαπίστωση της ύπαρξης των σωματιδίων;



Εικόνα 3- 4: Δημόκριτος

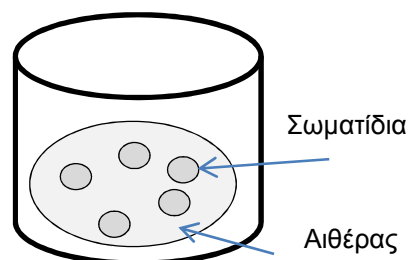
Πρώτος, ο Έλληνας φιλόσοφος Δημόκριτος (460 π.Χ.- 370 π.Χ) προχώρησε σε ένα **νοητικό πείραμα**. Φαντάστηκε πως κόβοντας π.χ. μια πέτρα στα δύο, μετά τα δύο μισά κομμάτια στα δύο, μετά τα τέσσερα κομμάτια πέτρας στα δύο και συνέχιζε αυτή τη διαδικασία, θα κατέληγε σε «κάτι» που δεν θα μπορούσε να μοιραστεί άλλο. Θα κατέληγε σε ένα **σωματίδιο**. Ακολουθώντας, ο Δημόκριτος διατύπωσε ότι ο χώρος μεταξύ των σωματιδίων είναι κενός.



Εικόνα 3- 5: Αριστοτέλης

Άλλοι Έλληνες φιλόσοφοι όπως ο Αριστοτέλης (384 π.Χ - 322 π.Χ) και ο Παρμενίδης (6^ο αιώνα π.Χ.), δεν αποδέχονταν την ύπαρξη του κενού χώρου. Ισχυρίζονταν ότι για να είναι κάτι πραγματικό πρέπει να είναι φτιαγμένο από κάτι το υλικό.

Βασιζόμενος στις απόψεις του Δημόκριτου και του Αριστοτέλη, ο Ισαάκ Νεύτωνας (1643-1727) φαντάστηκε ότι τα σωματίδια που αποτελούν ένα αέριο βρίσκονται σε σταθερές θέσεις μέσα σε ένα υλικό που ονομάζεται «**αιθέρας**», όπως φαίνεται στην Εικόνα 3-6.



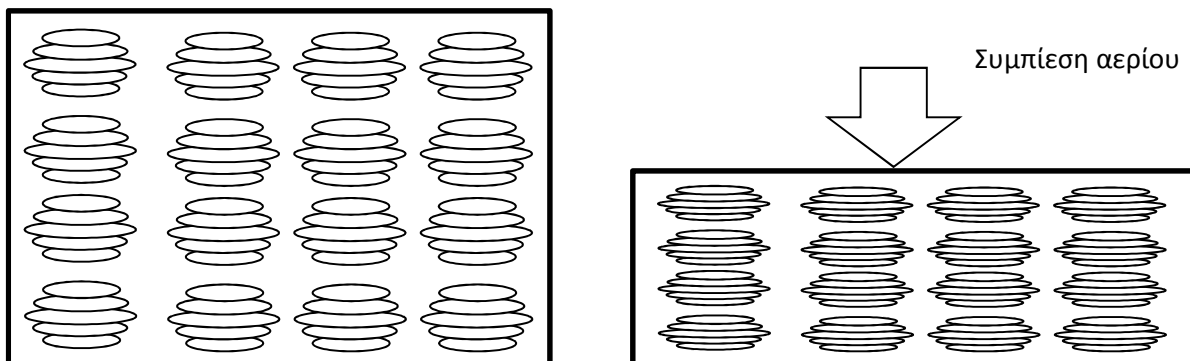
Εικόνα 3- 6



Εικόνα 3- 7: Robert Boyle

Ο Robert Boyle (1627-1691), σκέφτηκε ότι αν συμπίεζε ένα αέριο, ο αιθέρας θα έπρεπε να έφευγε από το αέριο. Για να επιβεβαιώσει ή να διαψεύσει την υπόθεσή του ζύγισε μια ποσότητα αέρα που βρισκόταν σε ένα δοχείο. Ακολουθώντας, αφού συμπίεσε τη συγκεκριμένη ποσότητα του αέρα τη ζύγισε ξανά και βρήκε ότι η μάζα της παρέμεινε η ίδια. Δηλαδή, ο αιθέρας δεν έφευγε.

Ακολουθώντας, ο Boyle διερωτήθηκε κατά πόσον τα ίδια τα σωματίδια που αποτελούσαν το αέριο θα μπορούσαν να συμπιεστούν, όπως συμπιέζεται ένα ελατήριο (Εικόνα 3-8). Αλλά υπήρχε ένα πρόβλημα. Τι υπήρχε μεταξύ των σπειρών των «ελατηρίων»; Θα μπορούσε να υπήρχε αιθέρας; Αν όμως υπήρχε αιθέρας τότε τα αέρια δεν θα μπορούσαν να συμπιεστούν και ταυτόχρονα να διατηρούν τη μάζα τους.



Εικόνα 3- 8

Βασιζόμενος σε αυτές τις σκέψεις του ο Boyle κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο Δημόκριτος είχε δίκαιο. Καθώς συμπιέζεις ένα αέριο, τα σωματίδια που το αποτελούν κινούνται ολοένα και πιο κοντά το ένα στο άλλο, στον κενό χώρο που υπάρχει μεταξύ τους.

Βέβαια, αρκετοί ήταν οι επιστήμονες που δεν συμφώνησαν με τον Boyle αλλά με τον Αριστοτέλη, ότι δηλαδή το κενό δεν μπορεί να υπάρχει. Παρόλα αυτά, το 1643 ο Ιταλός Φυσικός Evangelista Torricelli πέτυχε τη δημιουργία κενού στο πάνω άκρο ενός κλειστού σωλήνα στον οποίο υπήρχε υγρό και το 1654 ο Γερμανός Όττο φον Γκέρικε έδειξε ότι δύο ομάδες των οκτώ αλόγων δεν μπόρεσαν να διαχωρίσουν τα δύο ημισφαίρια του Μαγδεμβούργου. Τα δύο αυτά πειράματα επιβεβαίωσαν την ύπαρξη του κενού.

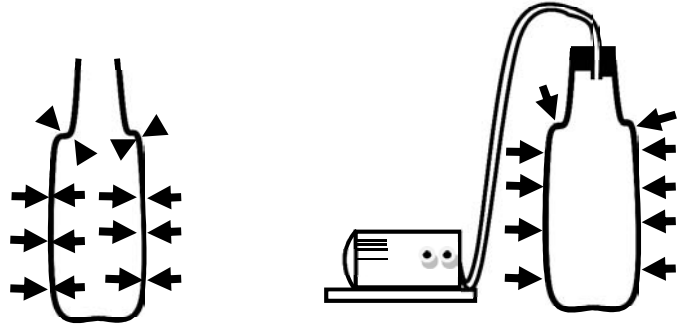


Εικόνα 3- 9: Evangelista Torricelli

Το 1905 ο Albert Einstein βασιζόμενος στις παρατηρήσεις του Robert Brown για τη ζικ- ζακ (τυχαία) κίνηση των κόκκων γύρης στο νερό, εισηγήθηκε τη σωματιδιακή θεωρία για τη δομή της ύλης. Συγκεκριμένα, εισηγήθηκε ότι οι κόκκοι γύρης κινούνται ζικ- ζακ γιατί «βομβαρδίζονται» από όλες τις πλευρές από τα κινούμενα σωματίδια του νερού.

**Ερωτήσεις αξιολόγησης**

1. Τα μόρια του αέρα βρίσκονται παντού. Ακόμη και μέσα σε ένα «άδειο» πλαστικό μπουκάλι. Τα μόρια του αέρα κτυπούν στο εσωτερικό και στο εξωτερικό των τοιχωμάτων του μπουκαλιού και η πίεση στο εσωτερικό και στο εξωτερικό του μπουκαλιού είναι η ίδια.



Με μια αντλία κενού αφαιρούμε τον αέρα από το εσωτερικό του μπουκαλιού.

A) Πώς θα αλλάξει η πίεση του αέρα στο εσωτερικό του μπουκαλιού;

B) Ποιες αλλαγές θα συμβούν στο πλαστικό μπουκάλι;

Να εξηγήσετε τις απαντήσεις σας.

2. Πώς τα μόρια του αέρα στο εσωτερικό ενός ελαστικού αυτοκινήτου δημιουργούν πίεση;
3. Τι συμβαίνει με την πίεση στο εσωτερικό των ελαστικών του αυτοκινήτου όταν ο οδηγός «φουσκώνει» τα ελαστικά; Να εξηγήσετε την απάντησή σας .

ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

Για το σβήσιμο μιας μικρής εστίας φωτιάς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε άμμο, νερό ή κάποιο αέριο που βρίσκεται αποθηκευμένο σε έναν πυροσβεστήρα π.χ. διοξείδιο του άνθρακα. Το κάθε υλικό μπορούμε να το μεταφέρουμε με διαφορετικό τρόπο στο σημείο της φωτιάς γιατί έχει διαφορετικές ιδιότητες. Τα στερεά, τα υγρά και τα αέρια αντιστοιχούν στις **τρεις φάσεις της ύλης**.

Στερεά

Η στερεά άμμος μπορεί να βρίσκεται στοιβαγμένη σε ανοικτό χώρο. Η άμμος παραμένει ακίνητη στον συγκεκριμένο χώρο εκτός και αν κάποιος τη μεταφέρει, για παράδειγμα με ένα φτυάρι, στο σημείο της φωτιάς. Με άλλα λόγια τα στερεά δεν μετακινούνται από μόνα τους γιατί **δεν ρέουν**.

Επιπλέον, τα στερεά **δεν συμπιέζονται**.

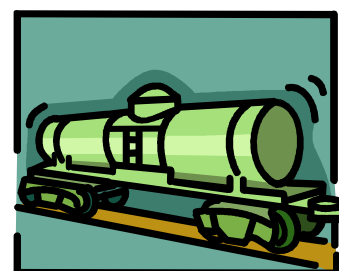


Εικόνα 3- 10

Υγρά

Σε αντίθεση με τη στερεά άμμο, το νερό στην υγρή του φάση δεν μπορεί να στοιβαχτεί σε κάποιο ανοικτό χώρο. Λόγω της ιδιότητας των υγρών να ρέουν, για την αποθήκευση και τη μεταφορά τους απαιτούνται κλειστά ντεπόζιτα. Ακόμη, λόγω της ιδιότητας των υγρών να ρέουν, η μεταφορά του νερού από το ντεπόζιτο στο σημείο της φωτιάς γίνεται με τη χρήση σωλήνα ή λάστιχου.

Ο όγκος μιας ποσότητας υγρού δεν αλλάζει όταν συμπιεστεί.



Εικόνα 3- 11

Αέρια

Το αέριο διοξείδιο του άνθρακα, πρέπει να φυλάγεται σε πάρα πολύ καλά κλειστό δοχείο (π.χ. πυροσβεστήρας) γιατί τα αέρια έχουν την ιδιότητα να ρέουν πολύ εύκολα και να καταλαμβάνουν όλο τον χώρο που έχουν στη διάθεσή τους. Έστω και μια μικρή ρωγμή σε ένα δοχείο αποθήκευσης αερίων, θα οδηγήσει στη διαρροή όλου του αερίου από το δοχείο.

Τα αέρια δεν έχουν συγκεκριμένο όγκο και μπορούν να συμπιεστούν. Μπορούμε να συμπίεσουμε μια πολύ μεγάλη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα σε έναν μικρό πυροσβεστήρα και με αυτή την ποσότητα να στοχεύουμε στη φωτιά για αρκετά λεπτά.



Εικόνα 3- 12

Η σωματιδιακή θεωρία για τη δομή της ύλης

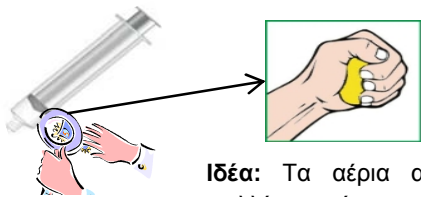
Αντιλαμβανόμαστε ότι τα διαφορετικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην πυρόσβεση τα αποθηκεύουμε και γενικά τα χειριζόμαστε με διαφορετικό τρόπο, γιατί έχουν διαφορετικές ιδιότητες. Οι λόγοι για τους οποίους τα υλικά στις διαφορετικές τους φάσεις έχουν διαφορετικές ιδιότητες, είναι κάτι που απασχόλησε τους επιστήμονες από την αρχαιότητα μέχρι τις αρχές του προηγούμενου αιώνα.

Μέσα από τα **πειράματα** που διεξάγουν οι επιστήμονες κάνουν **παρατηρήσεις** και συλλέγουν **δεδομένα** (πληροφορίες). Για παράδειγμα, κάποιες παρατηρήσεις σε σχέση με τα υγρά είναι οι εξής: (α) έχουν συγκεκριμένο όγκο, (β) δεν έχουν συγκεκριμένο σχήμα και (γ) δεν συμπιέζονται.

Ο ρόλος των επιστημόνων είναι να διαμορφώσουν μια **ιδέα** για να **εξηγήσουν** γιατί τα υγρά εμφανίζουν τις συγκεκριμένες ιδιότητες και να **προβλέψουν** τι θα συμβεί αν, για παράδειγμα, ζεστάνουμε ένα υγρό. Μέσα από τα πειράματα μια ιδέα μπορεί να αποδειχθεί λανθασμένη ή ελλιπή. Αν όμως επιβεβαιωθεί ότι αυτή η ιδέα δίνει εξηγήσεις και προβλέψεις γι' αυτά που συμβαίνουν τότε ονομάζεται **θεωρία**.

Εργασία

Στην πιο κάτω εικόνα, ένας μαθητής προσπαθεί να εξηγήσει μια παρατήρηση.



Παρατήρηση:
Ένα αέριο μπορεί να συμπιεστεί.

Ιδέα: Τα αέρια αποτελούνται από πολλές μικρές και ελαστικές σφαίρες. Όταν συμπιέζουμε ένα αέριο, αυτές οι μικρές σφαίρες συμπιέζονται με αποτέλεσμα να αλλάζει ο όγκος του αερίου.

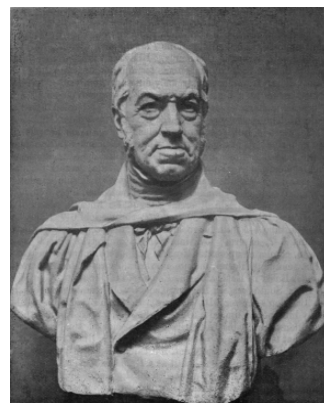
1. Ποια παρατήρηση προσπαθεί να εξηγήσει ο μαθητής;
2. Ποια ιδέα προτείνει για να εξηγήσει την παρατήρηση του;
3. Πόσο καλά εξηγεί την παρατήρησή του η συγκεκριμένη ιδέα;
4. Γιατί νομίζεις ότι οι επιστήμονες δεν πιστεύουν σε αυτή την ιδέα;

Η ιστορία του Robert Brown

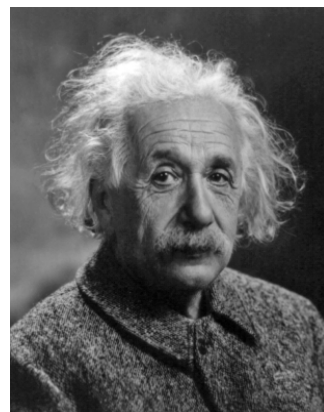
Ο Robert Brown (1773-1858) ήταν Σκωτσέζος βοτανολόγος (μελετούσε τα φυτά). Μια μέρα του 1827, καθώς μελετούσε με το μικροσκόπιό του κόκκους γύρης που επέπλεαν σε νερό, **παρατήρησε** ότι οι κόκκοι γύρης κινούνταν περίεργα ακολουθώντας μια ζικ-ζακ πορεία. **Έλεγε** ξανά τις παρατηρήσεις του και **επιβεβαίωσε** την ορθότητά τους.

Ο Robert Brown γνώριζε ότι οι κόκκοι γύρης προέρχονταν από ζωντανούς οργανισμούς, τα φυτά. Σε πρώτη φάση νόμισε ότι οι κόκκοι γύρης ήταν ζωντανοί οργανισμοί, επειδή είχαν τη δυνατότητα να κινούνται. Επανάλαβε το πείραμά του, αλλά αντί για κόκκους γύρης χρησιμοποίησε κάτι για το οποίο ήταν σίγουρος ότι δεν ήταν ζωντανό. Παρατήρησε και πάλι αυτή την περίεργη ζικ-ζακ κίνηση. Ο Brown δημοσίευσε τις παρατηρήσεις του στο επιστημονικό περιοδικό Philosophical Magazine. Παρόλα αυτά δεν ήταν σε θέση να εξηγήσει γιατί οι κόκκοι γύρης κινούνταν με τον συγκεκριμένο τρόπο.

Ογδόντα χρόνια αργότερα, το 1905, ο Albert Einstein (1879-1955) εισηγήθηκε τη **σωματιδιακή θεωρία για τη δομή της ύλης**, με την οποία μπορούσε να ερμηνεύσει τις παρατηρήσεις του Brown. Εισηγήθηκε ότι οι κόκκοι γύρης «βομβαρδίζονταν» από όλες τις πλευρές από τα **κινούμενα σωματίδια** του νερού. Τα σωματίδια του νερού είναι πολύ μικρά για να παρατηρηθούν. Η επίδραση των σωματιδίων του νερού στους κόκκους γύρης είναι αρκετή, ώστε οι κόκκοι γύρης να αναγκάζονται σε μια ζικ-ζακ κίνηση. Ο Einstein δημοσίευσε τη θεωρία του στο επιστημονικό περιοδικό Annalen der Physik.



Robert Brown



Albert Einstein

Εικόνα 3- 13

Εργασία

1. Να διαβάσετε προσεκτικά την ιστορία του Robert Brown και να σημειώσετε ποιο ή ποια αποσπάσματα από το κείμενο δείχνουν ότι οι επιστήμονες:

- α) κάνουν προβλέψεις
- β) σχεδιάζουν πειράματα
- γ) κάνουν παρατηρήσεις
- δ) καταλήγουν σε θεωρίες

2. α) Ποιος επιστήμονας έκανε πρώτος τις παρατηρήσεις για την κίνηση των κόκκων γύρης;
- β) Ποιος επιστήμονας κατόρθωσε πρώτος να εξηγήσει επιτυχώς τις παρατηρήσεις;
- γ) Πόσα χρόνια πέρασαν από τη στιγμή της ανακοίνωσης των παρατηρήσεων μέχρι της ανακοίνωσης των συμπερασμάτων;
- δ) Ποια ήταν η πρώτη εξήγηση που έδωσε ο Robert Brown για την κίνηση των κόκκων γύρης;

2. Να κυκλώσετε την σωστή απάντηση.

Θεωρία είναι:

- α) Μια ιδέα που ερμηνεύει τα δεδομένα
- β) Το αποτέλεσμα ενός πειράματος
- γ) Αυτά που αναφέρονται στο βιβλίο της φυσικής
- δ) Οδηγίες για τη διεξαγωγή ενός πειράματος

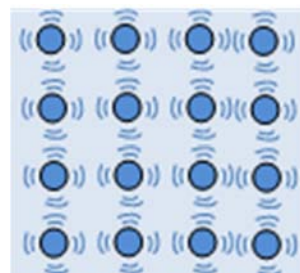
Μοριακή ερμηνεία των ιδιοτήτων των στερεών, υγρών και αερίων

Οι διαφορετικές ιδιότητες των στερεών, των υγρών και των αερίων σωμάτων οφείλονται στον διαφορετικό τρόπο που είναι διαταγμένα και στο διαφορετικό τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν τα σωματίδια που αποτελούν αυτά τα σώματα.

Στερεά

Τα σωματίδια που αποτελούν ένα **στερεό** βρίσκονται πάρα πολύ κοντά το ένα στο άλλο. Κινούνται γύρω από ορισμένες θέσεις και «συνδέονται» μεταξύ τους με ισχυρές δυνάμεις, που ονομάζονται **δεσμοί**. Οι δυνάμεις αυτές εμποδίζουν τα σωματίδια να αλλάζουν θέσεις και γι' αυτό τον λόγο τα στερεά έχουν **σταθερό σχήμα** και **δεν ρέουν**.

Τα σώματα μπορούν να **συμπιεστούν** αν τα σωματίδια που τα αποτελούν κινηθούν πιο κοντά το ένα στο άλλο. Στην περίπτωση των στερεών σωμάτων, τα σωματίδια βρίσκονται ήδη πολύ κοντά το ένα στο άλλο. Αυτό καθιστά τη συμπίεση (μείωση του όγκου) των στερεών πάρα πολύ δύσκολη.

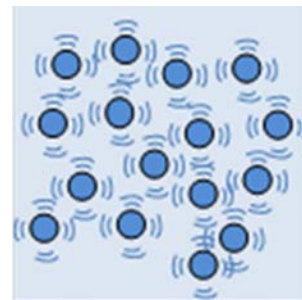


Εικόνα 3- 14

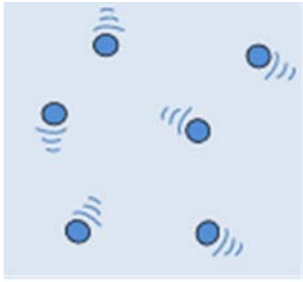
Υγρά

Τα σωματίδια που αποτελούν τα υγρά είναι αρκετά κοντά το ένα στο άλλο. Συνεπώς, όπως και τα στερεά έτσι και τα υγρά είναι αδύνατο να συμπιεστούν.

Οι δυνάμεις (δεσμοί) που ασκούνται μεταξύ των σωματιδίων που αποτελούν ένα υγρό είναι πιο ασθενείς παρά στα στερεά και δεν μπορούν να συγκρατήσουν τα σωματίδια σε συγκεκριμένες θέσεις. Συνεπώς, τα σωματίδια στα υγρά δεν έχουν συγκεκριμένες θέσεις, αλλά αλλάζουν συνεχώς θέσεις («γλιστρούν») σε όλο τον όγκο του υγρού. Γι' αυτό τον λόγο τα υγρά δεν έχουν **σταθερό σχήμα** και **ρέουν**.



Εικόνα 3- 15



Εικόνα 3- 16

Αέρια

Τα σωματίδια που αποτελούν τα αέρια είναι μακριά το ένα από το άλλο και κινούνται πολύ γρήγορα και προς κάθε κατεύθυνση (άτακτα). Οι δεσμοί μεταξύ των σωματιδίων είναι σχεδόν ανύπαρκτοι με αποτέλεσμα τα σωματίδια να καταλαμβάνουν όλο τον χώρο που έχουν στη διάθεσή τους. Συνεπώς, τα αέρια δεν έχουν σταθερό σχήμα και ρέουν. Επιπλέον, επειδή τα σωματίδια που αποτελούν ένα αέριο βρίσκονται μακριά το ένα από το άλλο, υπάρχει η δυνατότητα να κινηθούν το ένα πιο κοντά στο άλλο, αν το αέριο συμπιεστεί.



Ασκήσεις Αξιολόγησης



Εικόνα 3- 17

1. Στη διπλανή εικόνα φαίνεται ένας εκσκαφέας.

A) Να εξηγήσετε γιατί η μπροστινή φαγάνα του εκσκαφέα είναι φτιαγμένη από κάποιο στερεό υλικό, π.χ. σίδηρο.

B) i) Να προσδιορίσετε ένα υγρό που υπάρχει στον εκσκαφέα.

ii) Πού βρίσκεται αποθηκευμένο αυτό το υγρό και σε τι χρησιμεύει;

iii) Γιατί δεν θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί κάποιο στερεό για τον συγκεκριμένο σκοπό;

Γ) i) Να προσδιορίσετε ένα αντικείμενο στον εκσκαφέα που περιέχει αέρα.

ii) Να περιγράψετε την κίνηση των σωματιδίων του αέρα που περιέχεται στο αντικείμενο που αναφέρατε πιο πάνω.

2. Να εξηγήσετε πού οφείλεται η συμπιεστότητα των υδρατμών.

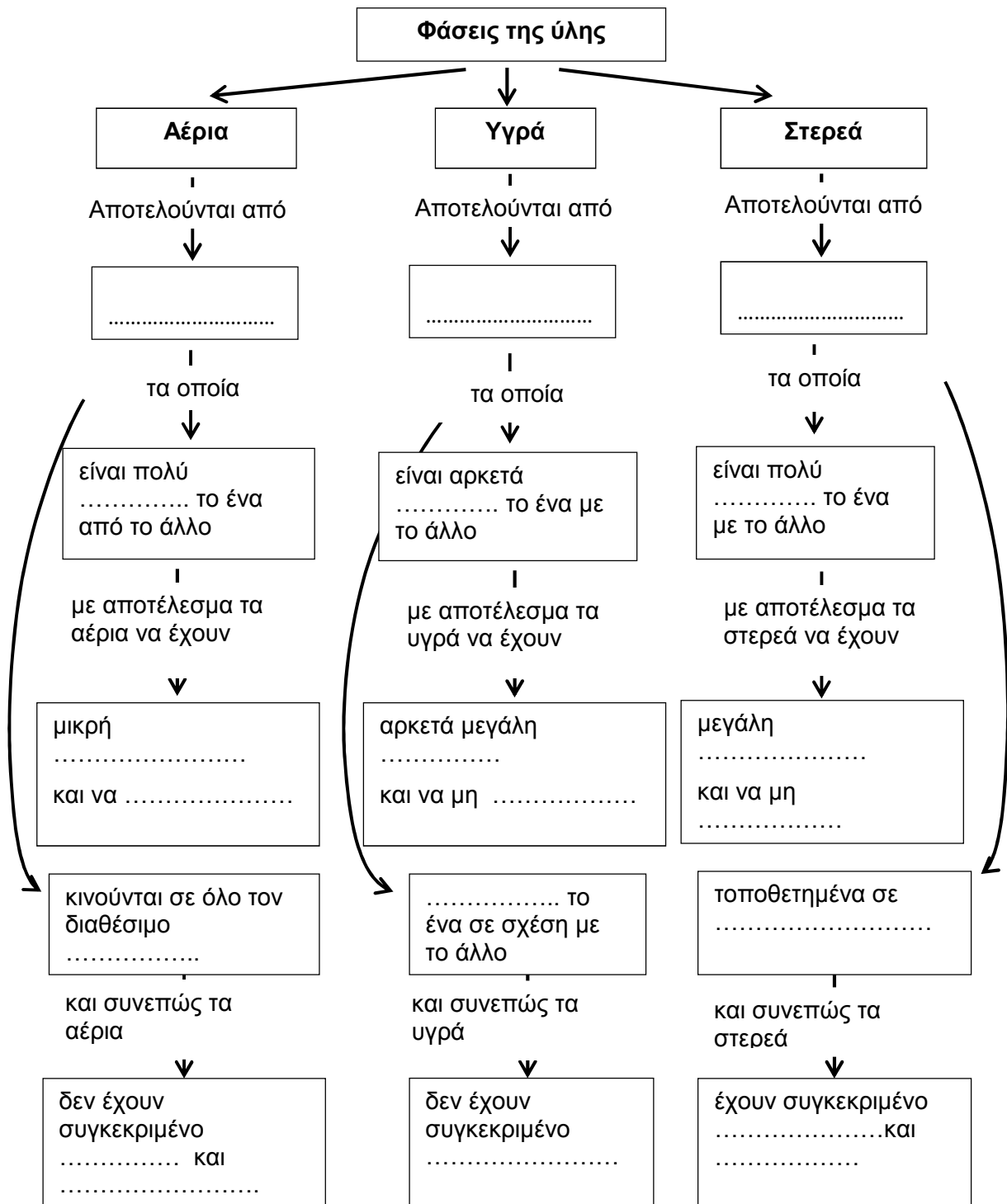
3. Να εξηγήσετε πού οφείλεται η μη συμπιεστότητα του νερού (και γενικά των υγρών).

4. Να εξηγήσετε πού οφείλεται το σταθερό σχήμα των στερεών σωμάτων.

5. Να εξηγήσετε πού οφείλεται η ιδιότητα των υγρών και των αερίων να ρέουν.

6. Τα στερεά έχουν συνήθως μεγαλύτερη πυκνότητα από τα υγρά. Γιατί συμβαίνει αυτό;

7. Να συμπληρώσετε τον πιο κάτω εννοιολογικό χάρτη με λέξεις που βρίσκονται στο πλαίσιο που ακολουθεί (δεν χρειάζεται να χρησιμοποιήσετε όλες τις λέξεις).



πυκνότητα, σταθερές θέσεις, συμπιέζονται, σχήμα, στερεά, χώρο, κοντά, σωματίδια, πολύ μακριά, υγρά, φάσεις, όγκος, αέρια.

Διάγραμμα 3- 1

ΔΙΑΧΥΣΗ



Εικόνα 3- 18



Εικόνα 3- 19



Εικόνα 3- 20

Είναι σύνηθες όταν περνούμε από δρόμους που βρίσκονται κοντά σε σκουπιδότοπους ή υποστατικά με ζώα, να αισθανόμαστε άσχημα λόγω της δυσοσμίας που υπάρχει. Η αποσύνθεση των οικιακών και ζωικών αποβλήτων έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή αερίων (κυρίως μεθανίου) τα οποία διασκορπίζονται στον αέρα και φτάνουν στη μύτη μας διεγείροντας το αισθητήριο της όσφρησής μας.

Ακόμα και κατά τη διάρκεια μιας μέρας που δεν φυσάει καθόλου άνεμος, μπορούμε να αισθανθούμε την άσχημη οσμή που προέρχεται από έναν σκουπιδότοπο από πολύ μακριά. Αυτό συμβαίνει γιατί τα σωματίδια της ουσίας που έχουν άσχημη μυρωδιά κινούνται και διασκορπίζονται μέσα στον αέρα. Αυτή η διεύθυνση των σωματιδίων μιας ουσίας μέσα στα σωματίδια άλλων ουσιών που βρίσκονται γύρω της ονομάζεται **διάχυση**.

Η διάχυση συμβαίνει και στα υγρά. Αν σε ένα ποτήρι με νερό πέσουν λίγες σταγόνες μπογιάς, τότε τα σωματίδια του χρώματος θα αρχίσουν να κινούνται σε όλο τον όγκο του νερού και προς όλες τις κατευθύνσεις.

Η διάχυση στα υγρά είναι πιο αργή σε σχέση με τη διάχυση στα αέρια. Αυτό οφείλεται στο ότι μεταξύ των σωματιδίων ενός αερίου υπάρχει περισσότερος κενός χώρος για να κινηθούν τα σωματίδια μιας ουσίας σε σχέση με τον κενό χώρο που υπάρχει μεταξύ των σωματιδίων ενός υγρού.

Προτάσεις για διαχείριση των οικιακών και ζωικών αποβλήτων

Τις τελευταίες δεκαετίες γίνεται μια σοβαρή προσπάθεια διαχείρισης των οικιακών και ζωικών αποβλήτων προς όφελος του περιβάλλοντος και κατ' επέκταση των ανθρώπων. Αυτή η προσπάθεια αφορά στην **ενέργεια από βιομάζα**.

Με τον όρο βιομάζα αναφερόμαστε στην ύλη που έχει βιολογική προέλευση, δηλαδή την ύλη που έμμεσα ή άμεσα έχει προέλευση από τον φυσικό κόσμο. Μέρος της βιομάζας προέρχεται από τα οικιακά σκουπίδια (π.χ. φλοιοί και υπολείμματα φρούτων, λαχανικών και τροφίμων) και τα ζωικά απόβλητα (π.χ. κοπριές από χοιρινά, κοτόπουλα και βοοειδή).

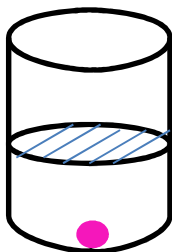
Η μεταφορά και η επεξεργασία των οικιακών σκουπιδιών και των ζωικών αποβλήτων σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους δίνει τη δυνατότητα της αξιοποίησής τους για την παραγωγή **βιοαερίου** (μεθανίου) μέσω μιας τεχνικής που ονομάζεται αεριοποίηση. Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη, σε αντικατάσταση του πετρελαίου, στους σταθμούς παραγωγής **ηλεκτρικής ενέργειας**.



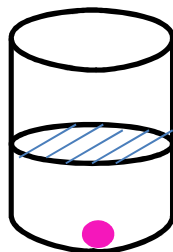
Ασκήσεις Αξιολόγησης

1. Να εξηγήσετε πώς θα εργαστείτε για να διερευνήσετε κατά πόσο η ταχύτητα της διάχυσης στα υγρά εξαρτάται από τη θερμοκρασία του υγρού. (**Σημείωση:** Ποιους παράγοντες θα κρατήσετε σταθερούς και ποιους όχι για να έχετε έγκυρα αποτελέσματα;)
2. Η Άντρια τοποθέτησε προσεκτικά έναν μωβ κρύσταλλο μπογιάς σε ένα δοχείο με νερό στις 3 το απόγευμα. Επέστρεψε πίσω για να δει τι συμβαίνει στο δοχείο η ώρα 5 και η ώρα 7 το απόγευμα της ίδιας μέρας.

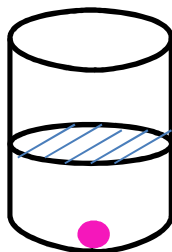
A. Να ζωγραφίσετε τα δοχεία για να δείξετε πόσο μακριά έχει διασκορπιστεί το μωβ χρώμα η ώρα 5 και η ώρα 7. Η εικόνα του δοχείου στις 3 το απόγευμα δίνεται πιο κάτω.



Ώρα 3



Ώρα 5



Ώρα 7

- B. Να εξηγήσετε τι συμβαίνει στο δοχείο της Άντριας. Να χρησιμοποιήσετε τις λέξεις από το πιο κάτω κουτί.

διάχυση, κίνηση, σωματίδια, διασκορπίζονται, νερό

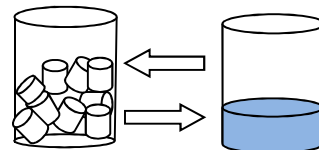
3. Ο/η καθηγητής/τρια αγόρασε καινούργιο άρωμα. Ο Αντρέας μπόρεσε να μυρίσει το άρωμα μόλις ο/η καθηγητής/τρια μπήκε στην αίθουσα. Η Κωνσταντίνα μύρισε το άρωμα 4 λεπτά αργότερα.

A. Ποιος από τους δύο μαθητές κάθεται πιο κοντά στην είσοδο της αίθουσας;

B. Να εξηγήσετε την επιλογή σας.

ΧΗΜΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Αν βάλουμε νερό στον καταψύκτη θα μετατραπεί μετά από λίγο σε πάγο. Το νερό μετατρέπεται από υγρό σε στερεό, αλλά τα μόρια που αποτελούν το νερό στις δύο φάσεις **δεν αλλάζουν μορφή**. Με άλλα λόγια δεν δημιουργείται κάποια νέα ουσία. Τέτοια φαινόμενα ονομάζονται **φυσικά φαινόμενα**. Τα φυσικά φαινόμενα είναι συνήθως **αντιστρεπτά**, αφού αν ο πάγος μείνει εκτός του καταψύκτη θα μετατραπεί και πάλι σε νερό υγρής μορφής.



Εικόνα 3- 21

Ένα **χημικό φαινόμενο** συμβαίνει όταν χημικές ουσίες αντιδρούν μεταξύ τους ή διασπώνται, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό νέων ουσιών. Για παράδειγμα, κατά το κάψιμο ξύλων σε ένα τζάκι, μπορείτε να παρατηρήσετε έκλυση αερίων (καπνού) και τα απομεινάρια από το κάψιμο των ξύλων, δηλαδή τις στάχτες. Με άλλα λόγια κατά τη διάρκεια ενός χημικού φαινομένου τα σωματίδια των ουσιών αναδιατάσσονται σχηματίζοντας νέες ουσίες που είναι διαφορετικές από τις αρχικές. Οι αλλαγές που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια των χημικών φαινομένων είναι **μόνιμες** ή **μη αντιστρεπτές**. Δηλαδή, στην περίπτωση του παραδείγματός μας, είναι αδύνατο να σχηματιστούν ξανά τα ξύλα και το οξυγόνο από τις στάχτες και τον καπνό που απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της καύσης.



Εικόνα 3- 22

Τα χημικά φαινόμενα συνοδεύονται συνήθως από την έκλυση κάποιου αερίου, ή και αλλαγές στο χρώμα ή και την αλλαγή στη θερμοκρασία των ουσιών.

Ασκήσεις

Να εξηγήσετε κατά πόσον οι πιο κάτω περιπτώσεις αποτελούν φυσικά ή χημικά φαινόμενα:

A) Σε μια εστία καίγεται υγραέριο.

B) Οι υδρατμοί μετατρέπονται σε νερό.

Γ) Η όξινη βροχή διαβρώνει τα μάρμαρα στους αρχαιολογικούς χώρους.

Δ) Το υγρό κερί που πέφτει στο πάτωμα κρυώνει και πήζει.

Ε) Ο χυμός σταφυλιού μετατρέπεται σε κρασί.

Στ) Το γάλα μετατρέπεται σε γιαούρτι.

ΕΝΟΤΗΤΑ 4 ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ - ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ενέργεια είναι μια έννοια η οποία δεν μπορεί να ορισθεί εύκολα. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψουμε **αλλαγές** που συμβαίνουν μεταξύ σωμάτων που αλληλεπιδρούν. Χαρακτηριστική ιδιότητα της ενέργειας είναι ότι ούτε μπορεί να δημιουργηθεί από το πουθενά αλλά ούτε και να καταστραφεί. Μπορεί μόνο να μεταφερθεί από ένα σώμα σε κάποιο άλλο σώμα με την ίδια ή διαφορετική μορφή.

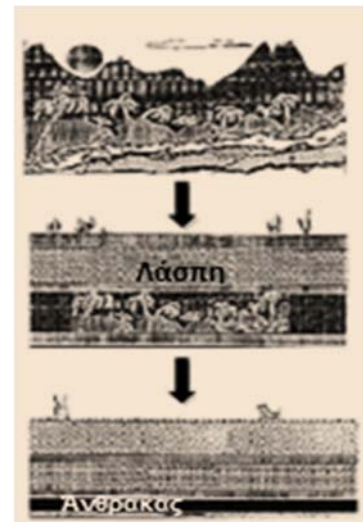
Χαρακτηριστικές μορφές ενέργειας είναι η χημική, η αιολική, η ηλεκτρική, η κινητική, η δυναμική, η θερμότητα, η ηλιακή κ.λπ.

Πηγές ενέργειας

Α) Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Ορυκτά καύσιμα

Στα ορυκτά καύσιμα συμπεριλαμβάνονται τα παράγωγα του πετρελαίου (πετρέλαιο, βενζίνη, φυσικό αέριο κ.λπ.) και το κάρβουνο (γαιάνθρακας). Είναι ουσίες στις οποίες βρίσκεται αποθηκευμένη **χημική ενέργεια**, η οποία με την καύση τους **μεταφέρεται σε άλλα σώματα προκαλώντας σε αυτά αλλαγές**. Για παράδειγμα, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πετρέλαιο για να ζεστάνουμε το νερό που βρίσκεται στο σύστημα κεντρικής θέρμανσης στα σπίτια μας. Δηλαδή, η χημική ενέργεια που περικλείεται στο πετρέλαιο μετατρέπεται σε μια άλλη μορφή ενέργειας που ονομάζεται **θερμότητα**. Η μεταφορά θερμότητας στο νερό προκαλεί αλλαγές στη θερμοκρασία του. Επίσης, χρησιμοποιούμε πετρέλαιο ή βενζίνη για την κίνηση των αυτοκινήτων. Δηλαδή, η χημική ενέργεια που περικλείεται στα υγρά καύσιμα μεταφέρεται στα αυτοκίνητα προκαλώντας σε αυτά αλλαγές στην κίνησή τους. Η χημική ενέργεια μετατρέπεται σε **κινητική ενέργεια**.



Εικόνα 4- 1

Ο **γαιάνθρακας** σχηματίστηκε από τα φυτά πριν από εκατομμύρια χρόνια. Τα φυτά μετά τον θάνατό τους σκεπάστηκαν με λάσπη, η οποία σταμάτησε την αποσύνθεση (αποδόμηση/ διάλυσή) τους. Οργανισμοί οι οποίοι δεν αποσυντίθενται μετατρέπονται σε **απολιθώματα**. Η πτώση μεγαλύτερης ποσότητας λάσπης πάνω από τα απολιθώματα οδήγησε στην περαιτέρω συμπίεση των απολιθωμάτων που σε συνδυασμό με τη θερμότητα που εξέρχεται από το εσωτερικό της Γης μετέτρεψε τη λάσπη σε πέτρες και τα απολιθώματα των φυτών σε γαιάνθρακα.



Εικόνα 4- 2

Το **πετρέλαιο** και τα παράγωγά του δημιουργήθηκαν από μικρά ζώα και φυτά που ζούσαν στη θάλασσα πριν από εκατομμύρια χρόνια. Τα ζώα και τα φυτά μετά τον θάνατό τους κατέληξαν στον βυθό της θάλασσας όπου με τον καιρό σκεπάστηκαν με λάσπη και άμμο και μετατράπηκαν σε απολιθώματα. Με την πάροδο του χρόνου ολοένα και περισσότερα στρώματα λάσπης και άμμου συμπίεζαν αυτά τα απολιθώματα μετατρέποντάς τα σε πετρέλαιο και φυσικό αέριο.

Β) Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Ήλιος



Εικόνα 4- 3

Στην Κύπρο λόγω της μεγάλης ηλιοφάνειας, χρησιμοποιούμε για τη θέρμανση του νερού στα σπίτια μας τα ηλιακά πλαίσια. Στα ηλιακά πλαίσια, η **φωτεινή ενέργεια** από τον ήλιο απορροφάται και μετατρέπεται σε **θερμική**, η οποία μεταφέρεται στο νερό προκαλώντας αύξηση στη θερμοκρασία του (αλλαγή).

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρούμε εγκαταστάσεις με **φωτοβολταϊκά πλαίσια** στις οροφές κτηρίων, κυρίως δημόσιων σχολείων. Στα φωτοβολταϊκά πλαίσια γίνεται μετατροπή της **φωτεινής ενέργειας** σε **ηλεκτρική ενέργεια**.

Έμμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε άλλες μορφές ενέργειας.



Εικόνα 4- 4

Α) Η δημιουργία **ανέμων**, κυρίως στις παραθαλάσσιες περιοχές, οφείλεται στη θέρμανση της Γης από την απορρόφηση ηλιακής ενέργειας. Συγκεκριμένα, ο αέρας που βρίσκεται πάνω από τη στεριά θερμαίνεται και ανεβαίνει προς τα πάνω και τη θέση του καταλαμβάνει κρύος αέρας που έρχεται από περιοχές πάνω από τη θάλασσα. Αυτός ο μηχανισμός οδηγεί στην κίνηση αέρα και τη δημιουργία ανέμου. Συνεπώς, η φωτεινή ενέργεια μετατρέπεται έμμεσα σε **κινητική ενέργεια** (κίνηση αέρα με ρεύματα μεταφοράς). Πρόσφατα, στην Κύπρο έχουν δημιουργηθεί **αιολικά πάρκα** με την εγκατάσταση ανεμογεννητριών. Οι ανεμογεννήτριες είναι μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την κινητική σε ηλεκτρική ενέργεια.

Β) Η δημιουργία σύννεφων προκύπτει από την εξάτμιση του νερού. Η θερμότητα που χρειάζεται για να εξατμιστεί το νερό προέρχεται από την απορρόφηση φωτεινής ενέργειας. Η μετατροπή των σύννεφων σε βροχή οδηγεί

στη ροή νερού στους ποταμούς. Σε κάποιες χώρες οι άνθρωποι εκμεταλλεύονται τη ροή νερού στους ποταμούς μέσα από τη δημιουργία **υδροηλεκτρικών σταθμών**, στους οποίους γίνεται η μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών σε ηλεκτρική ενέργεια.

Βιοκαύσιμα

Βιοκαύσιμα ονομάζουμε τα καύσιμα που προέρχονται από τη βιομάζα που αποτελείται από μέρος των οικιακών αποβλήτων (π.χ. φλοιοί και υπολείμματα φρούτων, λαχανικών και τροφίμων) και τα ζωικά απόβλητα (π.χ. κοπριές από χοιρινά, κοτόπουλα και βοοειδή). Κατά την αποσύνθεση των αποβλήτων ελευθερώνεται μεθάνιο (φυσικό αέριο). Με τη συλλογή και επεξεργασία των συγκεκριμένων αποβλήτων σε ειδικά εργοστάσια μπορούμε να συλλέξουμε το φυσικό αέριο που απελευθερώνεται. Το φυσικό αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη σε ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς ή βιομηχανικές μονάδες.



Εικόνα 4- 5

Πυρηνικά καύσιμα

Τις τελευταίες δεκαετίες γίνεται χρήση **της πυρηνικής ενέργειας**, η οποία είναι αποθηκευμένη σε κάποια ραδιενεργά υλικά όπως είναι το ουράνιο, το πλουτώνιο κ.λπ. Τα υλικά αυτά εκπέμπουν μεγάλα ποσά **ακτινοβολίας**, η οποία μπορεί να μετατραπεί στους πυρηνικούς σταθμούς σε ηλεκτρική ενέργεια. Η πυρηνική ενέργεια περιλαμβάνεται στις μη ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, αφού τα ραδιενεργά υλικά εξαντλούνται.



Εικόνα 4- 6

Γεωθερμική ενέργεια

Σε κάποια μέρη της Γης, τα πετρώματα που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια της Γης είναι πάρα πολύ ζεστά. Η ροή νερού μέσα από αυτά τα πετρώματα οδηγεί στη θέρμανσή του. Με άλλα λόγια η μεταφορά θερμότητας στο νερό από τα ζεστά πετρώματα οδηγεί στη αύξηση της θερμοκρασίας του νερού και τη μετατροπή του σε ατμό. Ο ατμός στη συνέχεια χρησιμοποιείται σε ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς (μετατροπή της θερμότητας σε ηλεκτρική ενέργεια). Η γεωθερμική ενέργεια περιλαμβάνεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Ο ατμός χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας



Εικόνα 4- 7

Ερωτήσεις

1. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας;
2. Στον πίνακα που ακολουθεί να σημειώσετε ποιες από τις πηγές ενέργειας είναι ανανεώσιμες και ποιες όχι.

| Πηγή ενέργειας | Ανανεώσιμη | Μη ανανεώσιμη |
|------------------|------------|---------------|
| Γαιάνθρακας | | |
| Πετρέλαιο | | |
| Βιομάζα | | |
| Άνεμος | | |
| Φυσικό αέριο | | |
| Ήλιος | | |
| Αέρας | | |
| Πυρηνικά καύσιμα | | |

ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Στην καθημερινή ζωή είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε πόσο ζεστό ή κρύο είναι ένα σώμα. Η επιστημονική λέξη που χρησιμοποιούμε για να εκφράσουμε το πόσο ζεστό ή κρύο είναι ένα σώμα είναι η **θερμοκρασία**.

Κάθε φορά που πρόκειται να βγούμε από το σπίτι μας θέλουμε να γνωρίζουμε πόσο ζεστός ή κρύος είναι ο καιρός για να ντυθούμε κατάλληλα.

Επίσης, αν ένα παιδί φαίνεται άκεφο, η μητέρα τοποθετεί το χέρι της στο μέτωπό του για να αισθανθεί αν έχει πυρετό.

Συνήθως, χρησιμοποιούμε τις αισθήσεις μας για να εκτιμήσουμε τη θερμοκρασία κάποιων αντικειμένων. Μπορούμε όμως να εμπιστευόμαστε πάντα τις αισθήσεις μας για τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας ενός σώματος;

Αν η μητέρα, στο πιο πάνω παράδειγμα, πλύνει τα χέρια της με ζεστό νερό πριν ακουμπήσει στο μέτωπο του παιδιού θα καταλήξει στο συμπέρασμα ότι το παιδί δεν έχει πυρετό. Αντίθετα, αν πλύνει τα χέρια της με κρύο νερό πριν ακουμπήσει στο μέτωπο του παιδιού της θα καταλήξει στο συμπέρασμα ότι το παιδί καίγεται στον πυρετό. Συνεπώς, οι αισθήσεις μας δεν είναι πάντα αξιόπιστος τρόπος μέτρησης της θερμοκρασίας.



Εικόνα 4- 8

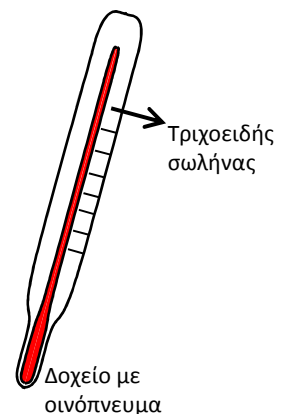


Εικόνα 4- 9

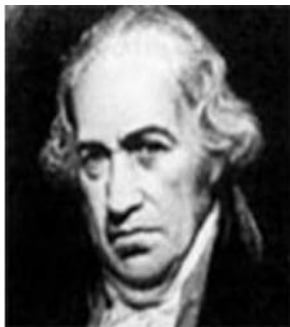
Θερμόμετρα

Για να μετρήσουμε με **αντικειμενικό** τρόπο τη θερμοκρασία ενός σώματος, χρησιμοποιούμε τα **θερμόμετρα**. Η λειτουργία ενός θερμόμετρου βασίζεται στις ιδιότητες ορισμένων υλικών. Για παράδειγμα, η αύξηση στη θερμοκρασία ενός υγρού οδηγεί σε αύξηση του όγκου του. Άρα σε ένα θερμόμετρο οινόπνευματος, οι αλλαγές στον όγκο του οινόπνευματος που προκύπτουν από την αυξομείωση στη θερμοκρασία του, οδηγούν στη μεταβολή του μήκους της στήλης του οινόπνευματος στον σωλήνα του θερμόμετρου.

Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται πολλές **κλίμακες**. Οι δύο πιο γνωστές κλίμακες που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι η κλίμακα **Κελσίου** και η κλίμακα **Φαρενάιτ**.



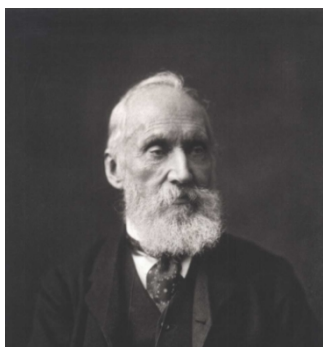
Εικόνα 4- 10



Εικόνα 4- 11: Daniel Gabriel Fahrenheit



Εικόνα 4- 12: Anders Celsius



Εικόνα 4- 13: Ουίλιαμ Τόμσον

Το 1724 ο Γερμανός φυσικός Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736) επινόησε την κλίμακα μέτρησης της θερμοκρασίας Φαρενάιτ. Όρισε για μηδενική θερμοκρασία τη χαμηλότερη θερμοκρασία που μπορούσε να πετύχει στο εργαστήριό του, αυτή που προέκυπτε από το μίγμα πάγου και αλατιού (γύρω στους -18°C). Επιπλέον, χρησιμοποίησε τη θερμοκρασία του σώματός του ως τη δεύτερη θερμοκρασία αναφοράς, και διαίρεσε το διάστημα μεταξύ των δύο αυτών σημείων σε 96 βαθμούς. Στην κλίμακα Φαρενάιτ, ο πάγος λιώνει στους 32°F (βαθμούς Φαρενάιτ) και το νερό βράζει στους 212°F .

Ο Σουηδός Anders Celsius (1701-1778) επινόησε μια διαφορετική κλίμακα μέτρησης της θερμοκρασίας. Το 1742 στο άρθρο που δημοσίευσε στη Σουηδική Βασιλική Ακαδημία Επιστημών πρότεινε μια νέα κλίμακα θερμοκρασίας, με το 0 να αντιστοιχεί στη θερμοκρασία που βράζει το νερό και το 100 στη θερμοκρασία που λιώνει ο πάγος. Ένα χρόνο μετά το θάνατο του, ο Carl Linnaeus (1707-1778), Σουηδός βοτανολόγος, ανασκεύασε την κλίμακα του Celsius με το 100 να αντιστοιχεί στη θερμοκρασία που βράζει το νερό και το 0 στη θερμοκρασία που λιώνει ο πάγος. Χωρίζοντας το διάστημα μεταξύ των δύο σημείων σε 100 βαθμούς προέκυψε η αντίστοιχη κλίμακα Κελσίου. Μέχρι το 1948 η κλίμακα Κελσίου ονομαζόταν εκατονταβάθμια κλίμακα μέτρησης θερμοκρασίας.

Στη συνέχεια, ο Σκωτσέζος φυσικός Ουίλιαμ Τόμσον ή Λόρδος Kelvin (1824–1907) χρησιμοποίησε τη σωματιδιακή θεωρία για τη δομή της ύλης για να ορίσει ως την πιο χαμηλή θερμοκρασία (θερμοκρασία μηδέν) τη θερμοκρασία στην οποία τα σωματίδια που αποτελούν όλα τα υλικά σταματούν να κινούνται. Το 1848 διατύπωσε ότι η θερμοκρασία μηδέν (ή απόλυτο μηδέν) αντιστοιχούσε στη θερμοκρασία -273 στην κλίμακα Κελσίου.




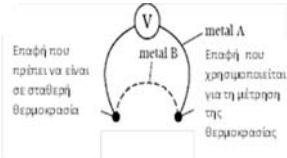




Ερωτήσεις

1. Τι είναι τα θερμόμετρα και γιατί τα χρησιμοποιούμε;
2. Τι ονομάζουμε θερμοκρασία;
3. Τι σημαίνει η φράση «ένα σώμα θερμαίνεται;»

Είδη θερμομέτρων

Η μέτρηση της θερμοκρασίας μπορεί να γίνει με τη χρήση θερμόμετρων ή αισθητήρων θερμοκρασίας. Ο πιο κάτω πίνακας δείχνει διάφορους τύπους θερμόμετρων και αισθητήρων που είναι διαθέσιμα.

| | | |
|---|---|---|
| Θερμόμετρα | | |
| Υδραργύρου | | |
| Εύρος: | −39 °C μέχρι 357 °C |  |
| Πλεονεκτήματα: | Μεγάλη ακρίβεια, γρήγορη λήψη θερμοκρασίας. | |
| Μειονεκτήματα: | Υψηλό κόστος, επικίνδυνο αν σπάσει (ο υδράργυρος είναι δηλητηριώδης). | |
| Οινοπνεύματος | | |
| Εύρος: | −117 °C μέχρι 79 °C |  |
| Πλεονεκτήματα: | Χαμηλό κόστος και μέτρηση πολύ χαμηλών θερμοκρασιών. | |
| Μειονεκτήματα: | Μέτρια ακρίβεια γιατί το οινόπνευμα «κολλά» σε κάποιο βαθμό στα τοιχώματα του σωλήνα του θερμομέτρου. | |
| Αισθητήρες θερμοκρασίας | | |
| Θερμίστορ: Αντιστάτης του οποίου η ηλεκτρική αντίσταση μεταβάλλεται με την αλλαγή της θερμοκρασίας. Χρησιμοποιείται συνήθως στα ηλεκτρικά κυκλώματα. | | |
| Εύρος: | Εξαρτάται από τον τύπο του θερμίστορ. |  |
| Πλεονεκτήματα: | Συνεχής λήψη της θερμοκρασίας, δίνει ηλεκτρικό σήμα, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ηλεκτρικό εξοπλισμό, π.χ. ηλεκτρονικούς υπολογιστές. | |
| Μειονεκτήματα: | Περιορισμοί στο εύρος μέτρησης της θερμοκρασίας, μέτρια ακρίβεια. | |
| Θερμοστοιχείο: Μεταξύ δύο επαφών σε ένα κύκλωμα μπορεί να δημιουργηθεί διαφορά δυναμικού όταν η θερμοκρασία στα άκρα τους είναι διαφορετική. | | |
| Εύρος: | Εξαρτάται από τα μέταλλα που χρησιμοποιούνται. |  |
| Πλεονεκτήματα: | Χαμηλό κόστος, συνεχής λήψη της θερμοκρασίας, μέτρηση της θερμοκρασίας μικρών αντικειμένων (ή σημείου). | |
| Μειονεκτήματα: | Μέτρια ακρίβεια μέτρησης. | |

| | | |
|--|--|---|
| Υγροί κρύσταλλοι: Κάποια είδη υγρών κρυστάλλων αλλάζουν χρώμα με την αλλαγή στη θερμοκρασία τους. | | |
| Εύρος: | Εξαρτάται από το είδος των υγρών κρυστάλλων. |  |
| Πλεονεκτήματα: | Χαμηλό κόστος, εύκολη λήψη θερμοκρασίας. | |
| Μειονεκτήματα: | Μέτρια ακρίβεια μέτρησης. | |
| Θερμόμετρο υπέρυθρης ακτινοβολίας: Μετράει τη θερμοκρασία της επιφάνειας ενός σώματος. Το θερμόμετρο ανιχνεύει με τη βοήθεια αισθητήρα υπέρυθρης ακτινοβολίας την ενέργεια που εκπέμπεται, ανακλάται ή μεταδίδεται μέσα από την επιφάνεια και υπολογίζει τη θερμοκρασία της επιφάνειας. | | |
| Εύρος: | -32 °C μέχρι 2000 °C |  |
| Πλεονεκτήματα: | Γρήγορη και εύκολη λήψη θερμοκρασίας. | |
| Μειονεκτήματα: | Μέτρια ακρίβεια μέτρησης και μέτρηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας ενός σώματος. | |



Ερωτήσεις

1. Μια ομάδα ερευνητών οι οποίοι μελετούν τους παγετώνες στην Ανταρκτική, πρέπει να επιλέξει ένα θερμόμετρο πριν αναχωρήσει για την αποστολή. Ποιο από τα πιο πάνω θερμόμετρα θα τους συνιστούσατε να πάρουν μαζί τους; Να εξηγήσετε την επιλογή σας.
2. Ποιο από τα πιο πάνω μέσα μέτρησης της θερμοκρασίας θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της θερμοκρασίας στο εσωτερικό ενός ψυγείου; Να εξηγήσετε την επιλογή σας.



Άσκηση

Από τις θερμοκρασίες που αναφέρονται στο πλαίσιο που βρίσκεται στον διπλανό πίνακα, να διαλέξετε ποια ταιριάζει πιο πολύ στις περιπτώσεις που αναφέρονται στην αριστερή στήλη του πίνακα και να τη σημειώσετε.

| | |
|--|--|
| Θερμοκρασία ανθρώπου | |
| Θερμοκρασία που λιώνει ο πάγος | |
| Θερμοκρασία σε μια πολύ ζεστή μέρα | |
| Θερμοκρασία φούρνου μιας κουζίνας | |
| Θερμοκρασία στο Τρόδος μια χειμωνιάτικη νύκτα | |
| Θερμοκρασία που λιώνει το σίδηρος | |
| Θερμοκρασία που βράζει το νερό | |
| -10 °C, 40 °C, 250 °C, 0 °C, 1530 °C, 100 °C, -50 °C, 60 °C, 50 °C | |

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η **θερμότητα** και η **θερμοκρασία** είναι δύο έννοιες που σχετίζονται μεταξύ τους αλλά δεν σημαίνουν το ίδιο πράγμα. Μπορούμε να μετρήσουμε τη θερμοκρασία ενός σώματος χρησιμοποιώντας ένα θερμόμετρο, αλλά δεν μπορούμε να μετρήσουμε τη θερμότητα που μεταφέρεται σε ένα σώμα με τον ίδιο τρόπο.

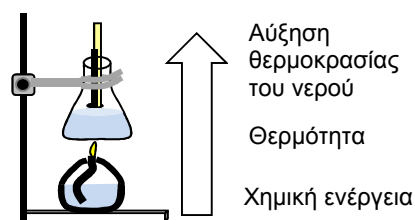
- Η θερμοκρασία ενός σώματος μας δείχνει πόσο ζεστό ή κρύο είναι το σώμα και τη μετρούμε σε βαθμούς **Κελσίου** ή **Φαρενάιτ**.
- Η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας και τη μετράμε σε **Ντζάουλ (J)** ή **θερμίδες (cal)**.

Αν τοποθετήσουμε ένα δοχείο με νερό πάνω από έναν αναμμένο λύχνο (υγραερίου ή οιοπνεύματος) ή μια ηλεκτρική εστία, θα παρατηρήσουμε ότι η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται σταδιακά. Με την καύση του οιοπνεύματος η **ενέργεια** που είναι αρχικά αποθηκευμένη στο οιοπνευμα και στο οξυγόνο της ατμόσφαιρας (καύσιμα υλικά) απελευθερώνεται και ένα μέρος της μεταφέρεται στο νερό προκαλώντας αύξηση της θερμοκρασίας του. Η ενέργεια που μεταφέρεται στο νερό ονομάζεται **θερμότητα**.

Όταν επιτρέπεται η μεταφορά θερμότητας μεταξύ δύο σωμάτων τότε λέμε ότι τα δύο σώματα βρίσκονται σε **θερμική επαφή**.

Η θερμότητα μεταφέρεται πάντα από ένα σώμα ψηλότερης θερμοκρασίας σε ένα σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας. Επιπλέον, όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο σωμάτων τόσο γρηγορότερα γίνεται η μεταφορά θερμότητας από το ένα σώμα στο άλλο.

Αν τοποθετήσουμε έναν σωλήνα με ζεστό νερό σε ένα ποτήρι με κρύο νερό, παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία του κρύου νερού στο ποτήρι ανεβαίνει ενώ η θερμοκρασία του ζεστού νερού στον σωλήνα κατεβαίνει. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί αν δεχθούμε ότι μεταφέρεται θερμότητα από το ζεστό νερό του σωλήνα στο κρύο νερό του ποτηριού. Συγκεκριμένα, όταν μεταφέρεται θερμότητα από το νερό που βρίσκεται στον σωλήνα η θερμοκρασία του μειώνεται, ενώ η μεταφορά θερμότητας προς το νερό που βρίσκεται στο ποτήρι οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας του. Αυτή η μεταφορά θερμότητας συνεχίζεται μέχρι που η θερμοκρασία του νερού στα δύο δοχεία να γίνει η ίδια, δηλαδή να φτάσουν σε **θερμική ισορροπία**.



Εικόνα 4- 14



Εικόνα 4- 15



Εικόνα 4- 16

Θερμοκρασία και μικρόκοσμος

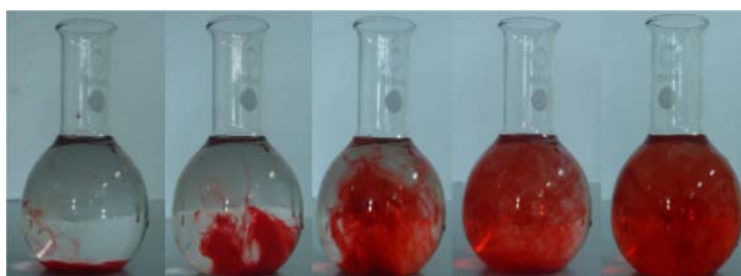
Χρησιμοποιούμε την έννοια της θερμότητας που μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο για να **περιγράψουμε τις μεταβολές** που συμβαίνουν όταν δύο σώματα διαφορετικής θερμοκρασίας έρθουν σε θερμική επαφή. Εκτός όμως από την περιγραφή των φαινομένων, ένα άλλο σημαντικό στάδιο στην επιστήμη είναι η **ερμηνεία** των φαινομένων. Στην περίπτωση των θερμικών φαινομένων θα βασιστούμε στη **σωματιδιακή θεωρία για τη δομή της ύλης** για να τα ερμηνεύσουμε.



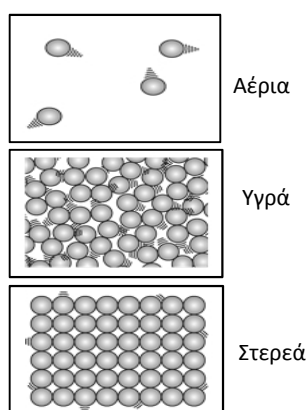
Εικόνα 4- 17: Σταδιακή εξάπλωση της μυρωδιάς των καυσίμων στον αέρα

Όταν βρισκόμαστε κοντά σε ένα πρατήριο καυσίμων αντιλαμβανόμαστε την ύπαρξή του πριν ακόμη το δούμε γιατί αισθανόμαστε τη μυρωδιά των καυσίμων.

Αν ρίξουμε λίγες σταγόνες χρωματιστού υγρού σε ένα δοχείο με νερό, παρατηρούμε ότι το νερό θα αρχίσει να χρωματίζεται σταδιακά μέχρι που το χρώμα να εξαπλωθεί σε ολόκληρη την ποσότητα του νερού.



Εικόνα 4- 18: Σταδιακή εξάπλωση του χρώματος σε όλη την ποσότητα του νερού



Εικόνα 4- 19

Πώς μπορούμε να εξηγήσουμε τα πιο πάνω φαινόμενα λαμβάνοντας υπόψη ότι όλα τα σώματα (στερεά, υγρά και αέρια) αποτελούνται από σωματίδια (μόρια ή άτομα);

Σύμφωνα με τη σωματιδιακή θεωρία για τη δομή της ύλης, όλα τα υλικά αποτελούνται από σωματίδια. Στα αέρια τα σωματίδια αυτά κινούνται συνεχώς και ελεύθερα προς κάθε κατεύθυνση καταλαμβάνοντας όλο τον χώρο που έχουν στη διάθεσή τους. Στα υγρά, τα σωματίδια επίσης κινούνται άτακτα «γλιστρώντας» το ένα επάνω στο άλλο και αλλάζοντας διαρκώς θέσεις. Στην περίπτωση του πρατηρίου καυσίμων τα σωματίδια των πετρελαιοειδών φτάνουν σε μεγάλες αποστάσεις από το πρατήριο ακόμη και στη διάρκεια μιας μέρας χωρίς άνεμο. Αυτό συμβαίνει γιατί τα σωματίδια του αέρα και των πετρελαιοειδών κινούνται διαρκώς προς όλες τις κατευθύνσεις και αναμειγνύονται μεταξύ τους.

Το ίδιο συμβαίνει και με τα σωματίδια του νερού και του χρώματος στη δεύτερη περίπτωση που αναφέρθηκε πιο πάνω. Η συγκεκριμένη κίνηση των σωματιδίων των πετρελαιοειδών στον αέρα και του χρώματος στο νερό ονομάζεται **διάχυση**.

Όταν ρίξουμε χρωματιστό υγρό σε δοχεία με νερό διαφορετικής θερμοκρασίας, παρατηρούμε ότι το χρωματιστό υγρό διαχέεται πιο γρήγορα στο νερό με τη μεγαλύτερη θερμοκρασία. Αυτό συμβαίνει γιατί τα μόρια που αποτελούν το ζεστό νερό κινούνται πιο γρήγορα σε σχέση τα μόρια που αποτελούν το κρύο νερό. **Με άλλα λόγια όσο ψηλότερη είναι η θερμοκρασία ενός σώματος, τόσο εντονότερα κινούνται τα σωματίδια που το αποτελούν. Έχουν, δηλαδή, μεγαλύτερη κινητική ενέργεια.**



Διάχυση σε κρύο νερό
μετά από δύο λεπτά.



Διάχυση σε ζεστό νερό
μετά από δύο λεπτά.

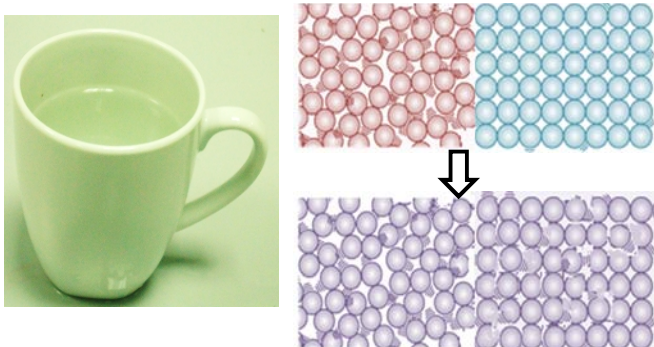
Εικόνα 4- 20

Μεταφορά θερμότητας και μικρόκοσμος

Η θερμοκρασία των σωμάτων (στερεών, υγρών και αερίων) συνδέεται με το πόσο γρήγορα κινούνται τα σωματίδια που τα αποτελούν και συνεπώς με την **κινητική τους ενέργεια**. Πώς όμως μπορούμε να εξηγήσουμε τις μεταβολές στη θερμοκρασία σωμάτων που έρχονται σε θερμική επαφή χρησιμοποιώντας τη σωματιδιακή θεωρία για τη δομή της ύλης;

Όταν ρίξουμε πολύ ζεστό νερό σε ένα φλιτζάνι παρατηρούμε μετά από λίγο ότι τα τοιχώματα του φλιτζανιού γίνονται το ίδιο ζεστά με το νερό στο φλιτζάνι. Γιατί όμως συμβαίνει αυτό;

Τα μόρια του ζεστού νερού συγκρούονται με τα μόρια των κρύων τοιχωμάτων του φλιτζανιού.



Μετά από λίγο χρόνο το νερό και τα τοιχώματα του φλιτζανιού φτάνουν σε θερμική ισορροπία

Εικόνα 4- 21

Πριν ρίξουμε το νερό στο φλιτζάνι, η θερμοκρασία του ζεστού νερού είναι ψηλότερη από τη θερμοκρασία των τοιχωμάτων του φλιτζανιού. Συνεπώς, η κινητική ενέργεια των μορίων του νερού είναι μεγαλύτερη από ότι η κινητική ενέργεια των μορίων που αποτελούν τα τοιχώματα του φλιτζανιού. Μετά που ρίχνουμε το ζεστό νερό στο φλιτζάνι, τα μόρια του νερού **συγκρούονται (αλληλεπιδρούν)** με τα μόρια των τοιχωμάτων του φλιτζανιού. Κατά τη διάρκεια αυτών των συγκρούσεων **μεταφέρεται κινητική ενέργεια** από τα μόρια του νερού στα μόρια των τοιχωμάτων του φλιτζανιού.

Το αποτέλεσμα αυτής της μεταφοράς ενέργειας είναι τα μόρια του νερού να αρχίζουν να κινούνται πιο αργά (χάνουν ενέργεια) και τα μόρια των τοιχωμάτων του φλιτζανιού πιο γρήγορα (κερδίζουν ενέργεια). Δηλαδή, η θερμοκρασία του νερού αρχίζει να μειώνεται και η θερμοκρασία των τοιχωμάτων του φλιτζανιού να αυξάνεται. **Η μεταφορά κινητικής ενέργειας από τα μόρια του νερού στα μόρια των τοιχωμάτων του φλιτζανιού αντιστοιχεί στη θερμότητα που μεταφέρεται από το ζεστό νερό στα κρύα τοιχώματα του φλιτζανιού**

Η αλλαγή στη θερμοκρασία του νερού και των τοιχωμάτων του φλιτζανιού συνεχίζεται μέχρι που τα δύο σώματα να φτάσουν σε θερμική ισορροπία. Σε αυτή τη θερμοκρασία, τα μόρια του νερού και των τοιχωμάτων του φλιτζανιού αποκτούν ίδια κινητική ενέργεια και η μεταφορά θερμότητας σταματά.



Ερωτήσεις

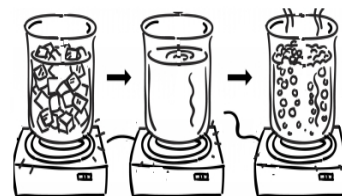
1. Τι συμβαίνει όταν δύο σώματα που έχουν διαφορετική θερμοκρασία έρθουν σε θερμική επαφή;
2. Τι ονομάζουμε «θερμική αλληλεπίδραση»;
3. Τι συμβαίνει σε ένα σώμα όταν αυτό θερμαίνεται από μια πηγή θερμότητας;
4. Πώς συνδέεται η κίνηση των σωματιδίων που αποτελούν ένα σώμα με τη θερμοκρασία του σώματος;
5. Όταν αφήσουμε σε ένα δωμάτιο ένα φλιτζάνι με ζεστό τσάι, μετά από λίγο η θερμοκρασία του τσαγιού γίνεται ίση με τη θερμοκρασία του αέρα του δωματίου. Αυτό σημαίνει ότι μεταφέρθηκε θερμότητα από το τσάι στον αέρα. Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο πραγματοποιήθηκε αυτή η μεταφορά.

ΕΝΟΤΗΤΑ 5 ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΑΛΛΑΓΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Όλα τα σώματα μπορούν να υπάρξουν σε τρεις διαφορετικές φάσεις. Αυτές είναι η στερεά, η υγρή και η αέρια. Μπορούμε να αλλάξουμε τη φάση που βρίσκεται ένα σώμα θερμαίνοντάς το ή ψύχοντάς το.

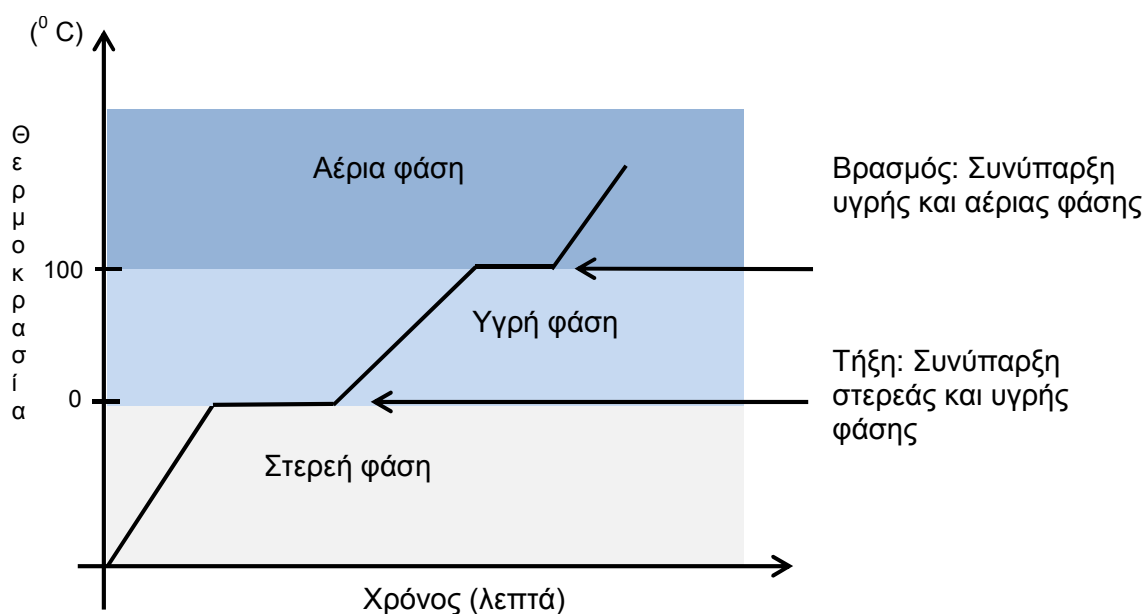
Αν αρχίσουμε να ζεσταίνουμε ένα στερεό σώμα, για παράδειγμα παγάκια, θα λιώσει και θα μετατραπεί σε υγρό όταν η θερμοκρασία του γίνει ίση με τη **θερμοκρασία τήξης**. Ακολούθως, όταν η θερμοκρασία του υγρού νερού γίνει ίση με τη **θερμοκρασία βρασμού**, το νερό από υγρό θα αρχίσει να μετατρέπεται σε υδρατμούς (αέρια φάση του νερού). Η θερμοκρασία ενός υγρού δεν μπορεί να γίνει μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία βρασμού (παρόλο που η θερμοκρασία του αερίου μπορεί).



Εικόνα 5- 1

Αντίστροφα, μπορούμε να μετατρέψουμε ένα αέριο, για παράδειγμα τους υδρατμούς, σε υγρό αν το ψύξουμε. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται **υγροποίηση**. Αν αρχίσουμε να ψύχουμε ένα υγρό τότε θα αρχίσει να **πήζει** ή να **στερεοποιείται** όταν η θερμοκρασία του φτάσει στη **θερμοκρασία πήξης**. Η θερμοκρασία πήξης και τήξης ενός υλικού είναι η ίδια, όπως ίδια είναι και η θερμοκρασία βρασμού και υγροποίησης του υλικού.

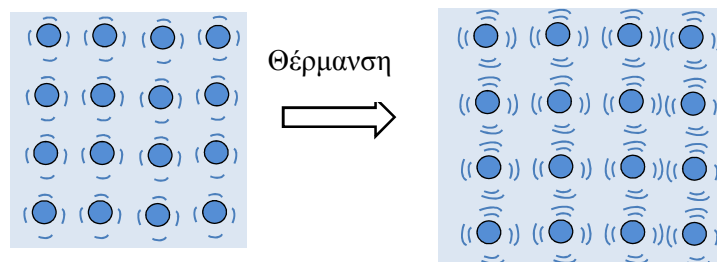
Το διάγραμμα της θερμοκρασίας σε σχέση με τον χρόνο που προκύπτει κατά τη θέρμανση μιας ποσότητας νερού, έχει την εξής μορφή:



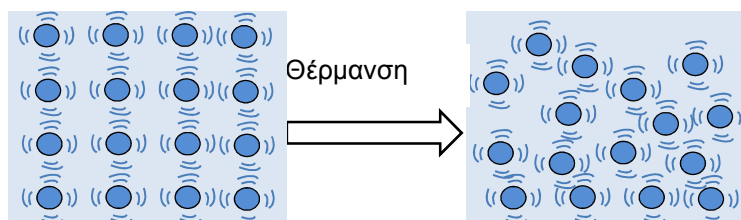
Διάγραμμα 5- 1

Το διάγραμμα αποτελείται από πέντε τμήματα:

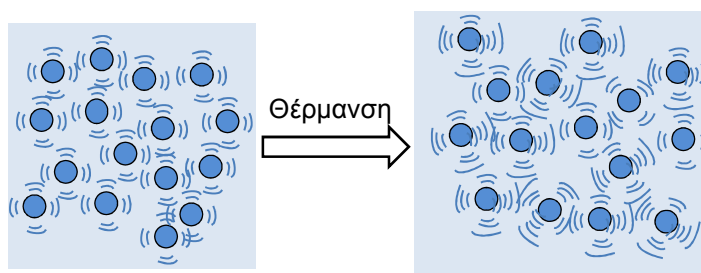
A) Το τμήμα μέχρι τους 0°C στο οποίο το νερό βρίσκεται στη στερεά του φάση (πάγος). Η μεταφερόμενη θερμότητα προς τον πάγο προκαλεί αύξηση της κινητικής ενέργειας των μορίων του νερού. Δηλαδή οι κινήσεις των μορίων του νερού γίνονται όλο και πιο έντονες και ταυτόχρονα η θερμοκρασία του πάγου αυξάνεται.



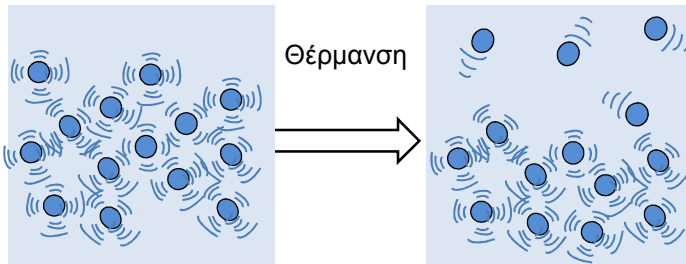
B) Το οριζόντιο τμήμα που αντιστοιχεί στους 0°C . Σε αυτή τη θερμοκρασία συνυπάρχουν η στερεά και η υγρή φάση. Στους 0°C οι κινήσεις των μορίων γίνονται τόσο έντονες, ώστε οι δυνάμεις μεταξύ των μορίων δεν μπορούν να συγκρατήσουν τα μόρια του νερού στις θέσεις τους. Τα μόρια αρχίζουν να αλλάζουν θέσεις («γλιστρούν» το ένα πάνω στο άλλο) και το νερό από στερεό (πάγος) μετατρέπεται σε υγρό. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται τήξη. Κατά την τήξη του πάγου η κινητική ενέργεια των μορίων του νερού δεν αλλάζει.



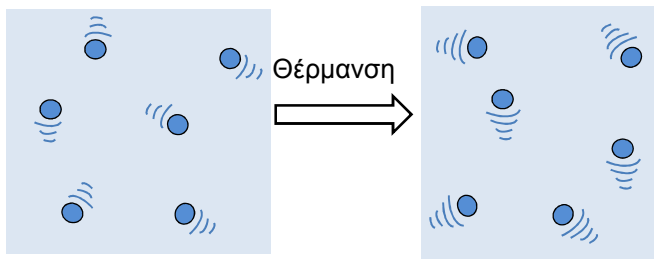
Γ) Το τμήμα από $0^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$ στο οποίο το νερό είναι στην υγρή του φάση. Η μεταφορά θερμότητας προς το υγρό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του υγρού νερού και ταυτόχρονα την αύξηση της κινητικής ενέργειας των μορίων που το αποτελούν.



Δ) Το οριζόντιο τμήμα συνύπαρξης της υγρής και της αέριας φάσης στους 100°C . Σε αυτή τη θερμοκρασία οι κινήσεις των μορίων γίνονται τόσο έντονες, ώστε οι δυνάμεις μεταξύ των μορίων δεν μπορούν να τα συγκρατήσουν πλέον σε κοντινή απόσταση. Τα μόρια αρχίζουν να κινούνται ελεύθερα καταλαμβάνοντας όλο τον χώρο που έχουν στη διάθεσή τους. Το υγρό μετατρέπεται σταδιακά σε αέριο. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται βρασμός. Κατά τον βρασμό του νερού η κινητική ενέργεια των μορίων του νερού δεν αλλάζει.

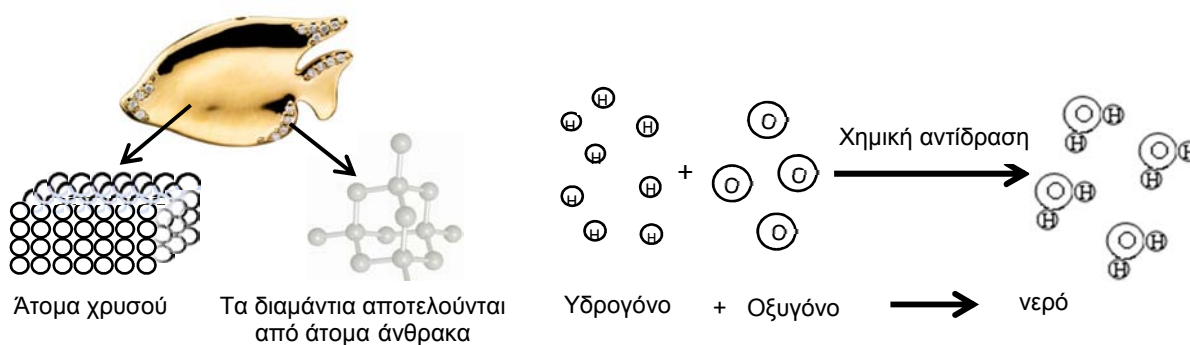


Ε) Το τμήμα που αντιστοιχεί σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 100°C (αέρια φάση). Η μεταφερόμενη θερμότητα προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας του αερίου (υδρατμών) και ταυτόχρονα αύξηση της κινητικής ενέργειας των μορίων του νερού.



Κατά τη διάρκεια της τήξης ή του βρασμού ενός σώματος, τα σωματίδια (μόρια ή άτομα) που το αποτελούν δεν αλλάζουν μορφή. Δηλαδή δεν λιώνουν, ούτε γίνονται πιο σκληρά ή πιο μαλακά. Αλλάζει μόνο το πόσο απέχουν μεταξύ τους και το πόσο ισχυρές είναι οι δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ τους.

Καθαρές ουσίες ονομάζουμε αυτές που αποτελούνται από μόνο ένα είδος χημικού στοιχείου, όπως ένα κομμάτι ατόφιου χρυσού που αποτελείται μόνο από άτομα χρυσού, ή ουσίες τα μόρια των οποίων αποτελούνται από δύο ή περισσότερα στοιχεία που ενώνονται (σχηματίζουν δεσμούς μέσω χημικών αντιδράσεων) μεταξύ τους σε συγκεκριμένη αναλογία, όπως είναι το καθαρό νερό τα μόρια του οποίου είναι ενώσεις δύο ατόμων υδρογόνου και ενός ατόμου οξυγόνου.



Το νερό που πίνουμε όπως και ο αέρας που αναπνέουμε δεν είναι καθαρές ουσίες αλλά **μείγμα** πολλών ουσιών. Συγκεκριμένα, ο αέρας που αναπνέουμε είναι ένα μείγμα αερίων οξυγόνου, διοξειδίου του άνθρακα και αζώτου. Οι ουσίες που αποτελούν ένα μείγμα δεν ενώνονται (δεν αντιδρούν) μεταξύ τους.

Οι καθαρές ουσίες έχουν **συγκεκριμένη** θερμοκρασία τήξης και βρασμού. Σε αντίθεση, τα μείγματα (ή κράματα) λιώνουν και βράζουν σε ένα **εύρος** θερμοκρασιών. Για παράδειγμα, ο καθαρός χρυσός 24 καρατίων λιώνει σε θερμοκρασία 1063 °C, ενώ ο χρυσός 18 καρατίων, που είναι ένα μίγμα χρυσού, χαλκού ή και ασημιού ή και καδμίου, λιώνει σε ένα εύρος θερμοκρασιών από 895 °C μέχρι 930 °C (ανάλογα με την ποσότητα και το είδος της κάθε ουσίας στο μίγμα). Αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη θερμοκρασία τήξης και βρασμού των υλικών για να διακρίνουμε ποια υλικά είναι καθαρές ουσίες και ποια μείγματα.

Η θερμοκρασία τήξης και βρασμού όλων των ουσιών επηρεάζονται από παρουσία προσμίξεων (διαλυμένων ουσιών) σε αυτές. Για παράδειγμα το καθαρό νερό πήζει στους 0°C ενώ η προσθήκη αλατιού στο νερό οδηγεί στη μείωση της θερμοκρασίας πήξης του αλατόνευρου. Ανάλογα με την ποσότητα του αλατιού που διαλύεται στο νερό το μίγμα πήζει σε ένα εύρος θερμοκρασιών από 0°C μέχρι -21°C . Για τον λόγο αυτό, τον χειμώνα οι αρμόδιοι φορείς ρίχνουν αλάτι στους δρόμους των ορεινών περιοχών για να μη σχηματιστεί πάγος (αντιπαγετική προστασία).



Εικόνα 5- 2

Οι καθαρές ουσίες έχουν διαφορετική θερμοκρασία τήξης και βρασμού. Αυτό οφείλεται στο ότι οι δυνάμεις μεταξύ των σωματιδίων που αποτελούν τις διάφορες ουσίες δεν είναι το ίδιο ισχυρές. Γνωρίζουμε ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας ενός σώματος, τα σωματίδια που το αποτελούν κινούνται όλο και πιο έντονα. Η τήξη συμβαίνει στη θερμοκρασία που τα σωματίδια κινούνται τόσο γρήγορα που οι δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ τους δεν μπορούν να τα συγκρατήσουν πλέον σε συγκεκριμένες θέσεις. Το κερί λιώνει σε θερμοκρασία γύρω στους 30°C ενώ ο πάγος στους 0°C . Αυτό συμβαίνει γιατί οι δυνάμεις μεταξύ των σωματιδίων του κεριού είναι πιο ισχυρές σε σχέση με τις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των σωματιδίων του νερού στη στερεά του μορφή. Αφού οι δυνάμεις είναι πιο ισχυρές τα άτομα κεριού αρχίζουν να ξεφεύγουν από τις σταθερές τους θέσεις σε ψηλότερες θερμοκρασίες.

Όλοι οι άνθρωποι κατά τη διάρκεια μιας έντονης σωματικής δραστηριότητας αρχίζουν να ιδρώνουν. Το φαινόμενο αυτό είναι πιο εμφανές στους αθλητές κατά τη διάρκεια της προπόνησής τους. Γενικά, όταν αρχίσουμε να ζεσταινόμαστε πολύ, αρχίζουμε να ιδρώνουμε. Ο ιδρώτας απορροφά θερμότητα από το σώμα μας καθώς εξατμίζεται και η θερμοκρασία του σώματος μας μειώνεται.



Εικόνα 5- 3

Παρομοίως, όταν ο κολυμβητής βγάζει το σώμα έξω από το νερό, νιώθει το σώμα του κρύο. Αυτό συμβαίνει γιατί κατά τη διάρκεια που ο κολυμβητής είναι εκτός του νερού, μια ποσότητα από το νερό που υπάρχει στο δέρμα του εξατμίζεται. Κατά τη διάρκεια της εξάτμισης το νερό απορροφά θερμότητα από την επιφάνεια του δέρματος και έτσι ο κολυμβητής νιώθει το σώμα του κρύο.



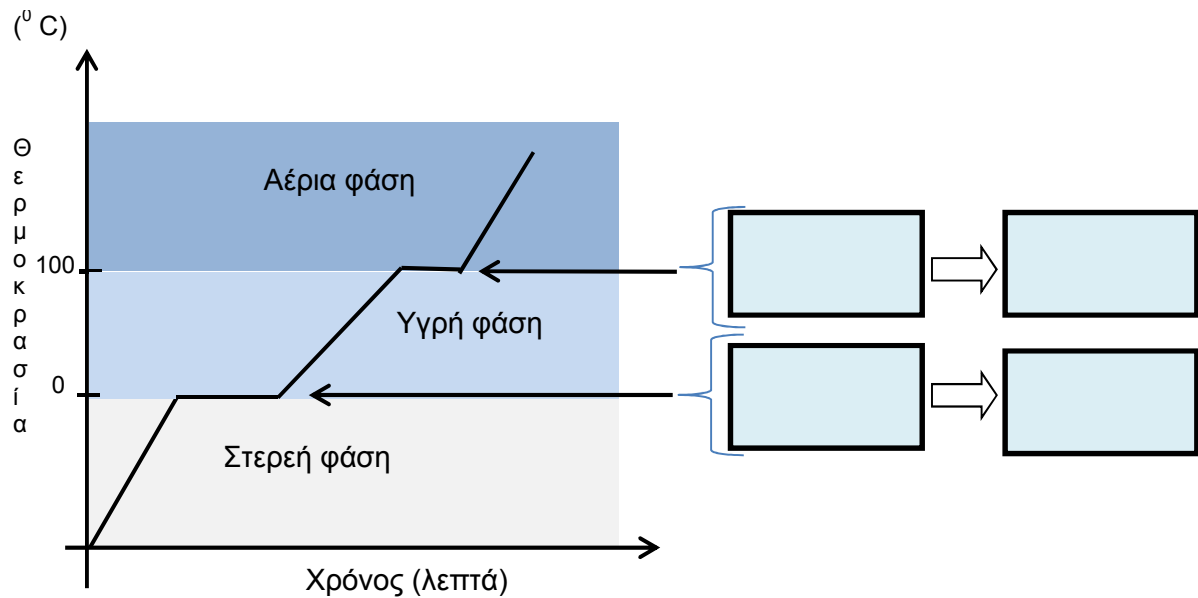
Εικόνα 5- 4

Άσκηση

Να σχεδιάσετε στα κενά πλαίσια στο πιο κάτω διάγραμμα τη διάταξη των μορίων του νερού κατά τη μετατροπή του από:

(Α) στερεό σε υγρό,

(Β) υγρό σε αέριο.



ΘΕΡΜΙΚΗ ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ, ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Σε όλα σχεδόν τα σώματα, στερεά, υγρά και αέρια, με την αύξηση της θερμοκρασίας τους αυξάνονται και οι διαστάσεις τους. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **θερμική διαστολή**. Αντίθετα, με τη μείωση της θερμοκρασίας των σωμάτων οι διαστάσεις τους μειώνονται. Το φαινόμενο ονομάζεται **θερμική συστολή**.

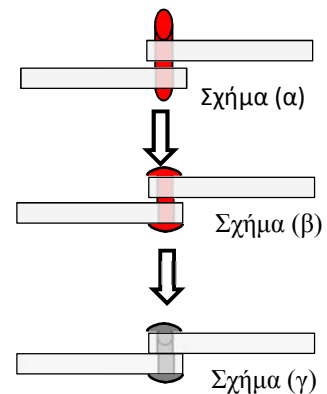
Η αλλαγή στις διαστάσεις σωμάτων από διαφορετικό υλικό δεν είναι ίδια για την ίδια αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας τους. Αν πάρουμε για παράδειγμα, ένα βαζάκι με μαρμελάδα από το ψυγείο, παρατηρούμε ότι το καπάκι του, που είναι συνήθως φτιαγμένο από σίδηρο, δεν ξεβιδώνει εύκολα. Αυτό συμβαίνει γιατί με τη μείωση της θερμοκρασίας, οι διαστάσεις του σιδερένιου καπακιού μειώνονται περισσότερο από τις διαστάσεις του γυαλιού. Έτσι το καπάκι «σφηνώνει» στο στόμιο του βάζου. Για να ξεβιδώσουμε το καπάκι εύκολα, μπορούμε να ρίξουμε χλιαρό νερό σε αυτό. Με την αύξηση της θερμοκρασίας το σιδερένιο καπάκι διαστέλλεται περισσότερο από ότι το στόμιο του γυαλινού βάζου με αποτέλεσμα το καπάκι να «χαλαρώνει» και να ξεβιδώνεται εύκολα.



Εικόνα 5- 5

Η θερμική διαστολή και συστολή των μετάλλων είναι μια ιδιότητα την οποία εκμεταλλεύονται οι μεταλλουργοί για να συγκρατούν πολύ γερά δύο μέταλλα μαζί. Για παράδειγμα, οι μεταλλικές πλάκες που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή πλοίων και αεροπλάνων συγκρατούνται μεταξύ τους με τον εξής τρόπο:

Αφού οι ειδικοί ζεστάνουν τα καρφιά σε πάρα πολύ ψηλή θερμοκρασία, τα περνούν μέσα από τις τρύπες που βρίσκονται στις δύο μεταλλικές πλάκες που θέλουν να «ενώσουν», όπως φαίνεται στο *Σχήμα (α)* της Εικόνας 5-6. Ακολούθως, κτυπούν (σφυρηλατούν) τα δύο άκρα των καρφιών μέχρι που να σχηματιστεί σε αυτά ένα «κεφάλι» (*Σχήμα (β)*). Καθώς τα μεταλλικά καρφιά ψύχονται συστέλλονται και τραβούν τις δύο μεταλλικές πλάκες πάρα πολύ κοντά τη μια στην άλλη (*Σχήμα (γ)*).

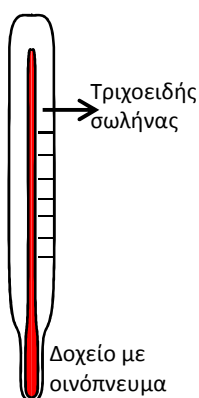


Εικόνα 5- 6

Οι συνέπειες της θερμικής διαστολής των σωμάτων δεν είναι πάντα χρήσιμες και επιθυμητές. Αν για παράδειγμα θερμάνουμε ένα σώμα που δεν έχει στη διάθεσή του τον αναγκαίο χώρο για να διασταλεί, τότε δημιουργείται μέσα στο σώμα τεράστια πίεση. Αν δεν ληφθούν οι αναγκαίες προφυλάξεις, η πίεση που δημιουργείται στα υλικά δημιουργεί σε πολλές περιπτώσεις σοβαρά προβλήματα και ζημιές.



Εικόνα 5- 7

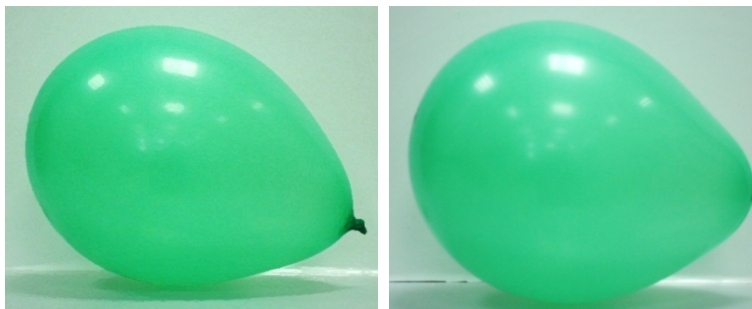


Εικόνα 5- 8

Παραδείγματα ζημιών που προκαλούνται λόγω της θερμικής διαστολής των υλικών, είναι η δημιουργία μεγάλων ρωγμών στους τοίχους των σπιτιών. Για την αποφυγή της δημιουργίας των ρωγμών, οι οικοδόμοι κατά το επίχρισμα (σοβάτισμα) των τοίχων αφήνουν τέτοια διάκενα ώστε να εξασφαλίζεται η ελεύθερη διαστολή του επιχρίσματος και να αποφεύγεται η δημιουργία ανεπιθύμητων πιέσεων σε αυτό. Τα διαστήματα αυτά γεμίζονται στη συνέχεια με κάποιο ελαστικό υλικό.

Όπως και τα στερεά σώματα, έτσι και τα υγρά και τα αέρια διαστέλλονται (ή συστέλλονται) όταν θερμαίνονται (ή ψύχονται). Η λειτουργία των θερμομέτρων οινόπνευματος στηρίζεται στη θερμική διαστολή του οινόπνευματος που περιέχεται σε αυτά. Με την αύξηση ή τη μείωση της θερμοκρασίας του οινόπνευματος που περιέχεται στο δοχείο του θερμομέτρου, το οινόπνευμα διαστέλλεται ή συστέλλεται μέσα σε ένα πολύ στενό ή όπως λέγεται **τριχοειδή σωλήνα**.

Αν τοποθετήσουμε ένα φουσκωμένο μπαλόνι στον καταψύκτη ενός ψυγείου για λίγη ώρα, διαπιστώνουμε ότι το μέγεθος του μικραίνει. Αν βγάλουμε το μπαλόνι από τον καταψύκτη, παρατηρούμε ότι μετά από λίγη ώρα το μπαλόνι επανέρχεται στο αρχικό του μέγεθος.



Εικόνα 5- 9: Όταν βγάλουμε το μπαλόνι από τον καταψύκτη του ψυγείου το μέγεθος του μεγαλώνει

Παρόλα αυτά, υπάρχουν και υλικά, όπως το βολφράμιο, που δεν διαστέλλονται σχεδόν καθόλου με την αύξηση της θερμοκρασίας τους. Τέτοια υλικά χρησιμοποιούνται, για παράδειγμα, στην κατασκευή προωθητικών πυραύλων στα διαστημόπλοια.

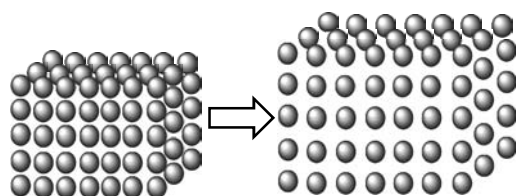
Σε τέτοιες κατασκευές η αλλαγή των διαστάσεων των υλικών από τα οποία είναι φτιαγμένες, είναι μεγάλης σημασίας για την επιτυχία μιας διαστημικής αποστολής.

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη σωματιδιακή θεωρία για τη δομή της ύλης για να ερμηνεύσουμε τη θερμική διαστολή και συστολή των στερεών, των υγρών και των αερίων. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, τα σωματίδια που αποτελούν τα υλικά κινούνται πιο έντονα με την αύξηση της θερμοκρασίας των υλικών. Επιπλέον, γνωρίζουμε ότι μεταξύ των σωματιδίων που αποτελούν τα στερεά και τα υγρά ασκούνται ισχυρές δυνάμεις (δεσμοί) ενώ μεταξύ των σωματιδίων που αποτελούν ένα αέριο οι δυνάμεις είναι σχεδόν μηδενικές.

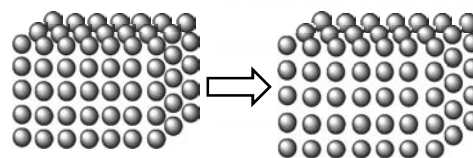
Η θερμική διαστολή και συστολή των στερεών και των υγρών, οφείλεται κυρίως στην αλλαγή των αποστάσεων (των κενών χώρων) μεταξύ των σωματιδίων που τα αποτελούν.

Το πόσο όμως αλλάζουν οι αποστάσεις μεταξύ των σωματιδίων σε ένα στερεό ή υγρό σώμα, εξαρτάται από το πόσο ισχυρές είναι οι δυνάμεις (δεσμοί) μεταξύ των σωματιδίων που τα αποτελούν. Για παράδειγμα, οι δυνάμεις μεταξύ των ατόμων χαλκού σε μια χάλκινη ράβδο, είναι πιο ισχυρές από ότι οι δυνάμεις μεταξύ των ατόμων αλουμινίου σε μια αλουμινένια ράβδο. Συνεπώς, για την ίδια αύξηση της θερμοκρασίας τα άτομα του χαλκού σε μια χάλκινη ράβδο απομακρύνονται λιγότερο μεταξύ τους από ό,τι τα άτομα του αλουμινίου σε μια αλουμινένια ράβδο.

Αν πάρουμε μια αλουμινένια και μια χάλκινη ράβδο μήκους ενός μέτρου και τις ζεστάνουμε μέχρι που η θερμοκρασία τους να αυξηθεί το ίδιο, θα παρατηρήσουμε ότι το μήκος της αλουμινένιας ράβδου αυξάνεται περισσότερο από το μήκος της χάλκινης ράβδου.

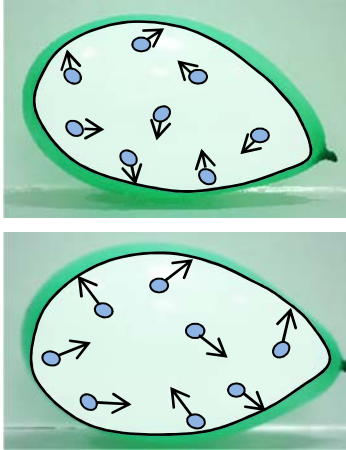


Τμήμα αλουμινένιας ράβδου υπό μεγέθυνση



Τμήμα χάλκινης ράβδου υπό μεγέθυνση.

Οι δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των σωματιδίων που αποτελούν τα αέρια είναι σχεδόν μηδενικές (η αλληλεπίδραση μεταξύ των σωματιδίων ενός αερίου είναι ασήμαντη). Συνεπώς, **η αλλαγή του όγκου των αερίων δεν εξαρτάται από το είδος του αερίου.**



Εικόνα 5- 10

Στην περίπτωση που βάζουμε το φουσκωμένο μπαλόνι στον καταψύκτη του ψυγείου, τα σωματίδια του αέρα που περιέχεται στο μπαλόνι, αρχίζουν να κινούνται πιο αργά. Το αποτέλεσμα είναι η πίεση που δημιουργείται στο εσωτερικό του μπαλονιού, από τις συγκρούσεις των σωματιδίων του αερίου στα εσωτερικά τοιχώματα του μπαλονιού, να μειώνεται. Ο όγκος του μπαλονιού μειώνεται. Όταν βγάλουμε το μπαλόνι από τον καταψύκτη, η θερμοκρασία του αέρα που περιέχεται στο μπαλόνι αυξάνεται και κατά συνέπεια αυξάνεται και η ταχύτητα με την οποία κινούνται τα σωματίδια του αέρα. Τα σωματίδια συγκρούονται με μεγαλύτερη ταχύτητα στην εσωτερική πλευρά των τοιχωμάτων του μπαλονιού και η πίεση που δημιουργείται στο εσωτερικό του μπαλονιού αυξάνεται. Ο όγκος του μπαλονιού αυξάνεται.

Κατά τη διαστολή των σωμάτων, δεν αυξάνεται το μέγεθος των σωματιδίων που τα αποτελούν αλλά οι αποστάσεις μεταξύ των σωματιδίων. Δηλαδή, δεν διαστέλλονται τα σωματίδια που αποτελούν τα σώματα αλλά τα σώματα.

Κατά τη θερμική διαστολή των σωμάτων ο όγκος των σωμάτων αυξάνεται ενώ η μάζα τους παραμένει σταθερή (ο αριθμός των σωματιδίων που αποτελεί το υλικό δεν αλλάζει). Συνεπώς, η πυκνότητα των σωμάτων μειώνεται.



Ερωτήσεις

1. Τι ονομάζουμε θερμική διαστολή και τι θερμική συστολή ενός μεταλλικού σώματος;
2. Γιατί στις τεχνικές κατασκευές θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η θερμική διαστολή και συστολή των υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένες;
3. Έστω ότι χαράζουμε μια μεταλλική ράβδο. Τι νομίζετε ότι θα συμβεί με το πάχος της χαραγής αν ζεστάνουμε τη ράβδο;

ΕΝΟΤΗΤΑ 6 ΔΙΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ- ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

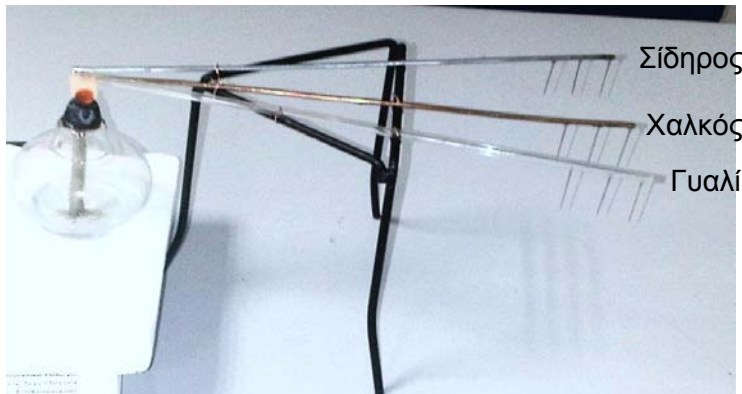
ΔΙΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Διάδοση θερμότητας στα στερεά

Ως **αγωγούς** της θερμότητας ονομάζουμε τα σώματα που επιτρέπουν τη μεταφορά της θερμότητας σε όλα τους τα σημεία. Αυτός ο τρόπος διάδοσης της θερμότητας στα στερεά σώματα ονομάζεται και **διάδοση με αγωγή**.

Η θερμότητα δεν διαδίδεται το ίδιο γρήγορα σε όλα τα στερεά σώματα. Σε ορισμένα στερεά σώματα, η θερμότητα διαδίδεται πάρα πολύ αργά. Αυτά τα σώματα ονομάζονται κακοί αγωγοί της θερμότητας ή **μονωτές**.

Στα μέταλλα η θερμότητα διαδίδεται πάρα πολύ γρήγορα και γι' αυτό είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας. Σε υλικά όμως όπως το γυαλί, το ξύλο, τα πλαστικά και η πολυστερίνη, η θερμότητα μεταφέρεται πάρα πολύ αργά. Τέτοια υλικά είναι μονωτές της θερμότητας.



Εικόνα 6- 1: Η θερμότητα διαδίδεται πιο γρήγορα στον χαλκό από ότι στον σίδηρο και σχεδόν καθόλου στο γυαλί. Το γυαλί είναι μονωτής.

Μπορούμε να διαπιστώσουμε αν ένα υλικό είναι αγωγός ή μονωτής της θερμότητας απλά αγγίζοντας σε αυτό. Αν για παράδειγμα πατήσουμε ξυπόλυτοι σε πάτωμα στρωμένο με μάρμαρο ή πλακάκια, θα νιώσουμε τα πόδια μας να κρυώνουν, κάτι που δεν συμβαίνει όταν περπατούμε σε ξύλινο δάπεδο. Όταν πατούμε σε μάρμαρο ή πλακάκια, η θερμότητα μεταφέρεται από τα πόδια μας σε αυτά τα υλικά πολύ γρήγορα, γιατί είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας (επιτρέπουν τη διάδοση της θερμότητας στο εσωτερικό τους). Συνεπώς, νιώθουμε τα πόδια μας να κρυώνουν πολύ γρήγορα. Αντίθετα, όταν πατούμε σε ξύλινο πάτωμα, η θερμότητα μεταφέρεται πολύ αργά από τα πόδια μας στο ξύλο, γιατί το ξύλο είναι μονωτής. Άρα, η θερμοκρασία των ποδιών μας παραμένει σχεδόν σταθερή. **Δηλαδή, η αίσθηση που μας δημιουργείται ότι ένα ξύλινο δάπεδο είναι πιο «ζεστό» από ότι ένα πάτωμα από μάρμαρο ή πλακάκια δεν είναι πάντα ορθή.**



Εικόνα 6- 2

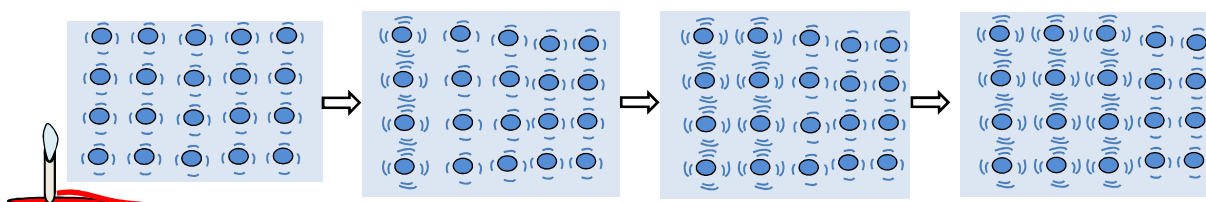


Εικόνα 6- 3

Τα κλινοσκεπάσματα που σκεπαζόμαστε τον χειμώνα έχουν στο εσωτερικό τους συνήθως βαμβάκι. Μεταξύ των ινών του βαμβακιού παγιδεύεται αέρας, ο οποίος όταν είναι ακίνητος είναι μονωτής της θερμότητας. Έτσι, η θερμότητα μεταφέρεται πολύ αργά από το σώμα μας και η θερμοκρασία μας παραμένει σταθερή.

Μπορούμε να εξηγήσουμε γιατί σε κάποια υλικά η θερμότητα μεταφέρεται εύκολα ενώ σε κάποια όχι, χρησιμοποιώντας τη **σωματιδιακή θεωρία για τη δομή της ύλης**. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία τα στερεά, τα υγρά και τα αέρια αποτελούνται από σωματίδια (άτομα ή μόρια). Στα στερεά τα σωματίδια που τα αποτελούν κινούνται γύρω από συγκεκριμένες θέσεις και αλληλεπιδρούν πολύ ισχυρά μεταξύ τους (μεταξύ τους ασκούνται ισχυρές δυνάμεις, δεσμοί). Στα υγρά, τα σωματίδια δεν βρίσκονται τόσο κοντά όσο στα στερεά, αλλάζουν διαρκώς θέσεις και οι δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ τους δεν είναι τόσο ισχυρές όσο στα στερεά. Τέλος, τα σωματίδια που αποτελούν ένα αέριο βρίσκονται μακριά το ένα από το άλλο, κινούνται σε όλο τον χώρο που έχουν στη διάθεσή τους και δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

Τα σωματίδια σε ένα στερεό σώμα που βρίσκονται πιο κοντά στο σημείο θέρμανσης (σημείο ψηλής θερμοκρασίας), αρχίζουν να κινούνται ολόένα και πιο γρήγορα γύρω από τις θέσεις τους. Η αλλαγή στον τρόπο κίνησης αυτών των σωματιδίων οδηγεί στη «σύγκρουσή» τους με τα γειτονικά τους σωματίδια, αναγκάζοντάς τα να κινηθούν επίσης πιο γρήγορα. Μεταφέρεται δηλαδή, μέρος της ενέργειας από τα σωματίδια που βρίσκονται πιο κοντά στο σημείο θέρμανσης στα υπόλοιπα σωματίδια που αποτελούν το στερεό σώμα. Η μεταφερόμενη ενέργεια αντιστοιχεί στη θερμότητα που μεταφέρεται σε όλα τα σημεία του στερεού σώματος και οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας τους. **Δηλαδή, η θερμότητα διαδίδεται σταδιακά από περιοχή σε περιοχή μέσα από τα στερεά, χωρίς να συμβαίνει μετακίνηση των σωματιδίων του στερεού.**



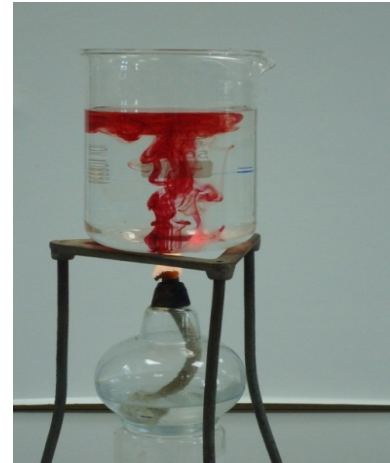
Εικόνα 6- 4: Θερμαίνοντας ένα στερεό σώμα, τα σωματίδια που το αποτελούν αρχίζουν να κινούνται πιο έντονα. Η αλλαγή στην κίνηση των σωματιδίων διαδίδεται σταδιακά σε όλα τα σωματίδια του υλικού.

Η διάδοση της θερμότητας με αγωγή συμβαίνει κυρίως στα στερεά σώματα, γιατί τα σωματίδια που τα αποτελούν βρίσκονται πολύ κοντά το ένα στο άλλο και αλληλεπιδρούν ισχυρά μεταξύ τους. Στα υγρά η διάδοση της θερμότητας μπορεί να γίνει και με αγωγή, αλλά υπερισχύει ένα άλλος μηχανισμός που θα μελετήσουμε στη συνέχεια. Στα αέρια η διάδοση της θερμότητας δεν μπορεί να γίνει με αγωγή, γιατί τα σωματίδια βρίσκονται μακριά το ένα από το άλλο και δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Γι' αυτό τον λόγο ο στάσιμος αέρας είναι κακός αγωγός της θερμότητας.

Διάδοση θερμότητας με ρεύματα μεταφοράς

Τα υγρά και τα αέρια ανήκουν στην κατηγορία των **ρευστών**. Παρόλο που τα ρευστά είναι κακοί αγωγοί της θερμότητας (μονωτές) όταν είναι ακίνητα, εντούτοις η θερμότητα διαδίδεται σε αυτά. Αυτό διαπιστώνεται από καθημερινές παρατηρήσεις, όπως τη θέρμανση του αέρα σε ένα δωμάτιο με τη χρήση ενός καλοριφέρ (θερμάστρας). Στα ρευστά η θερμότητα διαδίδεται κυρίως με **μεταφορά**.

Κατά τη θέρμανση μιας ποσότητας ενός ρευστού, ο όγκος της αυξάνεται (το ρευστό διαστέλλεται) και η πυκνότητά της μειώνεται. Αυτό συμβαίνει γιατί η ίδια ποσότητα ρευστού (η ίδια μάζα) καταλαμβάνει περισσότερο χώρο. Κατά τη θέρμανση ενός μικρού μέρους από ένα ρευστό, για παράδειγμα της μικρής ποσότητας χρωματιστού υγρού που βρίσκεται στον πυθμένα ενός δοχείου με νερό, παρατηρούμε ότι το χρωματιστό υγρό αρχίζει να κινείται προς τα πάνω. Αυτό συμβαίνει γιατί η πυκνότητα του χρωματιστού υγρού γίνεται μικρότερη από την πυκνότητα του κρύου νερού που το περιβάλλει. Η ποσότητα του ρευστού που κινείται προς τα πάνω αντικαθίσταται από άλλη μικρότερης θερμοκρασίας. Αυτή η διαρκής κίνηση του ζεστού ρευστού προς τα πάνω και του κρύου προς τα κάτω οδηγεί στη δημιουργία **ρευμάτων μεταφοράς θερμότητας**.



Εικόνα 6- 5: Το ζεστό χρωματιστό νερό κινείται προς τα πάνω.

Ερώτηση

Αν ρίξουμε σε ένα δοχείο με νερό ένα παγάκι που φτιάχτηκε με χρωματιστό υγρό, παρατηρούμε ότι το χρωματιστό υγρό, που προκύπτει από το λιώσιμο του πάγου, κινείται προς τα κάτω. Όταν λιώσει όλος ο πάγος, η θερμοκρασία ολόκληρης της ποσότητας του νερού στο δοχείο μειώνεται. Να προσπαθήσετε να εξηγήσετε γιατί συμβαίνει αυτό.



Εικόνα 6- 6

Τα ρεύματα μεταφοράς του αέρα παίζουν σημαντικό ρόλο στις καιρικές συνθήκες ενός τόπου. Το καλοκαίρι στις παραθαλάσσιες περιοχές του νησιού μας φυσά δροσερός άνεμος από τη θάλασσα κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αυτό συμβαίνει γιατί το έδαφος ζεσταίνεται περισσότερο από ό,τι το νερό της θάλασσας από τον ήλιο κατά τη διάρκεια της μέρας, με αποτέλεσμα ο αέρας που βρίσκεται πάνω από το έδαφος να ζεσταίνεται και να κινείται ανοδικά (προς τα πάνω). Ο ζεστός αέρας που μεταφέρεται προς τα πάνω αντικαθίσταται από τον αέρα που βρίσκεται πάνω από τη θάλασσα και είναι πιο κρύος. Έχουμε δηλαδή τη δημιουργία ρευμάτων μεταφοράς του αέρα τα οποία αισθανόμαστε ως τον άνεμο που φυσά. Ο άνεμος που φυσά κατά τη διάρκεια της μέρας ονομάζεται και θαλάσσια αύρα ή μπάτης.

Ερωτήσεις

1. «Κατά τη διάρκεια της νύκτας η ξηρά ψύχεται πιο γρήγορα από τη θάλασσα.» Χρησιμοποιώντας αυτή την πληροφορία να εξηγήσετε γιατί ο άνεμος τη νύκτα έχει κατεύθυνση από τη ξηρά προς τη θάλασσα.
2. Να εξηγήσετε γιατί τα συστήματα θέρμανσης (καλοριφέρ, κλιματιστικά) είναι καλύτερα να τοποθετούνται κοντά στο δάπεδο ενός δωματίου και όχι κοντά στην οροφή.
3. Ποια είναι η βασική διαφορά μεταξύ της διάδοσης της θερμότητας με αγωγή και με μεταφορά;

Διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία

Γνωρίζουμε πως ο χώρος μεταξύ του ήλιου και της ατμόσφαιρας της Γης είναι κενός. Συνεπώς, η θερμότητα δεν μπορεί να μεταφερθεί από τον ήλιο στη Γη με αγωγή ή με μεταφορά. Παρόλα αυτά το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας της Γης προέρχεται από τον ήλιο μέσω ενός νέου τρόπου διάδοσης που λέγεται **διάδοση της θερμότητας με ακτινοβολία**.



Εικόνα 6- 7

Όταν η ακτινοβολία πέσει σε ένα σώμα μπορεί να **απορροφηθεί** ή να **ανακλαστεί**. Η απορρόφηση της ακτινοβολίας από ένα αντικείμενο οδηγεί στην αύξηση της θερμοκρασίας του. Συνήθως, τα σώματα με ανοιχτόχρωμες και γυαλιστερές επιφάνειες αντανακλούν το μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολίας που πέφτει σε αυτά, ενώ τα σώματα με σκούρο χρώμα απορροφούν περισσότερο την ακτινοβολία.

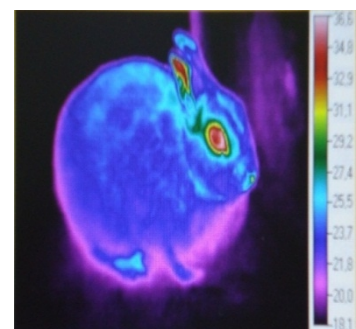
Όλα τα σώματα **εκπέμπουν** ακτινοβολία. Όσο πιο ζεστό είναι ένα σώμα τόσο περισσότερη ακτινοβολία εκπέμπει. Ο κροταλιάς είναι ένα δηλητηριώδες φίδι που παρά την πολύ κακή του όραση, μπορεί να εντοπίζει με πολύ μεγάλη ευκολία το θήραμά του. Το πετυχαίνει αυτό γιατί μεταξύ των ματιών του διαθέτει ένα αισθητήριο όργανο με το οποίο ανιχνεύει την ακτινοβολία που εκπέμπουν τα άλλα ζώα λόγω της θερμοκρασίας τους. Ο κροταλιάς είναι επικίνδυνος ακόμη και μισή ώρα μετά τον θάνατό του, γιατί το όργανο που διαθέτει για την ανίχνευση της υπέρυθρης ακτινοβολίας εξακολουθεί να λειτουργεί και μετά που πεθαίνει.



Εικόνα 6- 8: Οι στολές των πυροσβεστών είναι ανοιχτόχρωμες για να απορροφούν λιγότερη ακτινοβολία

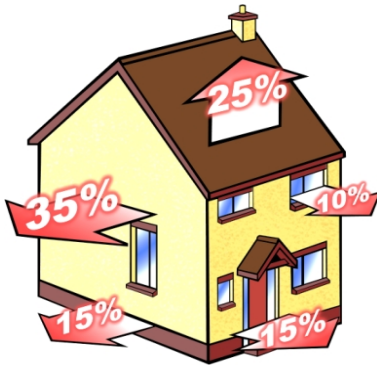
Ερώτηση

Γιατί τα μέρη του κουνελιού, όπως φαίνεται στην Εικόνα 6-9, που καλύπτονται από τρίχωμα έχουν χαμηλή θερμοκρασία;



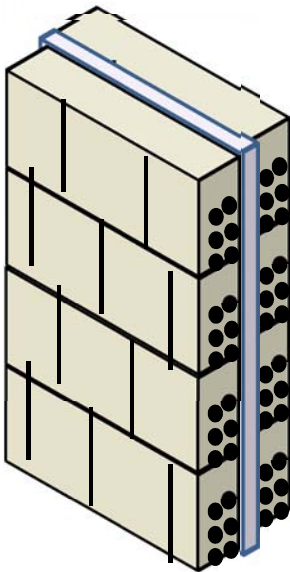
Εικόνα 6- 9: Η φωτογραφία ενός κουνελιού που λήφθηκε με μια θερμική κάμερα. Τα πιο ζεστά μέρη του κουνελιού είναι τα αυτιά του.

Θερμομόνωση κατοικίας



Εικόνα 6- 10: Στο σχήμα φαίνεται το ποσοστό απώλειας της θερμότητας από τα διάφορα μέρη ενός μη θερμικά μονωμένου σπιτιού.

Τις μονωτικές ιδιότητες κάποιων υλικών τις εκμεταλλεύεται ο άνθρωπος στις κατασκευές των σπιτιών προκειμένου να μονώσει θερμικά την κατοικία του και να εξοικονομήσει χρήματα για τη θέρμανσή της τους χειμερινούς μήνες του χρόνου. Η θερμομόνωση της ταράτσας του σπιτιού αποτρέπει τη διάδοση της θερμότητας διαμέσου της. Οι διπλοί τοίχοι, μεταξύ των οποίων τοποθετείται πολυστερίνη που είναι μονωτικό υλικό, και τα διπλά τζάμια, μεταξύ των οποίων υπάρχει διάκενο, μειώνουν περαιτέρω τις απώλειες της θερμότητας. Η καλή εφαρμογή των τζαμιών στα παράθυρα μειώνει τη μεταφορά κρύου αέρα στο εσωτερικό του σπιτιού.



Εικόνα 6- 11: Η κατασκευή διπλών τοίχων με πολυστερίνη στο ενδιάμεσο μειώνει κατά πολύ τις απώλειες θερμότητας.

Επιπλέον, ο σωστός προσανατολισμός του σπιτιού συνεισφέρει στη μείωση του κόστους για τη θέρμανση του σπιτιού. Η κατασκευή μεγάλων παραθύρων στις πλευρές του σπιτιού που «βλέπουν στον ήλιο» βοηθά στη θέρμανση του σπιτιού από την απορρόφηση της ακτινοβολίας του ήλιου.

Με τις πιο πάνω διευθετήσεις το καλοκαίρι το σπίτι θα διατηρείται δροσερό, μιας και θα αποτρέπεται η διάδοση της θερμότητας από τα έξω προς τα μέσα.

Η μείωση των απωλειών θερμότητας, διά μέσου των υλικών που χρησιμοποιούνται στο κτίσιμο ενός σπιτιού, σημαίνει ότι τα συστήματα για τη θέρμανση ή τη ψύξη του σπιτιού χρειάζεται να λειτουργούν λιγότερες ώρες για να διατηρείται το σπίτι ζεστό ή δροσερό. Η λήψη των πιο πάνω μέτρων δεν οδηγεί μόνο στην εξοικονόμηση χρημάτων, αλλά και στη διατήρηση ενός καθαρότερου περιβάλλοντος, αφού για τη θέρμανση ή την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα χρειάζεται η καύση μικρότερης ποσότητας πετρελαίου και θα απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα λιγότερα καυσαέρια.

ΕΝΟΤΗΤΑ 7 ΗΧΟΣ

ΗΧΟΣ

Εισαγωγή

Ο ήχος βρίσκεται παντού γύρω μας. Σκεφτείτε κάποιους από τους ήχους που ακούσατε από τη στιγμή που ξυπνήσατε σήμερα το πρωί. Ακούσατε το ξυπνητήρι να κουδουνίζει, τη μητέρα σας να σας φωνάζει να ετοιμαστείτε, το μουγκρητό της μηχανής του λεωφορείου;



Εικόνα 7- 1: Ξυπνητήρι την ώρα που χτυπάει

Ίσως κάποιοι από εσάς να έχετε παίξει ένα παιχνίδι που λέγεται **καττόμουγια ή τυφλόμουγα**. Σ' αυτό το παιχνίδι ένα παιδί που έχει ένα μαντίλι δεμένο στα μάτια του, προσπαθεί να πιάσει τους άλλους που βρίσκονται γύρω του και να τους αναγνωρίσει. Πώς μπορεί το παιδί που έχει τα μάτια του δεμένα να καταλάβει αν κάποιο από τα υπόλοιπα παιδιά βρίσκεται κοντά του;

Στην αίθουσα μουσικής του σχολείου σας ακούτε τους ήχους που παράγουν όργανα όπως το αρμόνιο, η κιθάρα, το φλάουτο, τα ντραμς κ.λπ.

Ο ήχος παίζει σημαντικό ρόλο στην καθημερινή μας ζωή. Μας βοηθάει να επικοινωνούμε μεταξύ μας και να αντιλαμβανόμαστε το περιβάλλον γύρω μας. Μπορεί να είναι μια προειδοποίηση κινδύνου, ή απλά μια ευχάριστη εμπειρία.

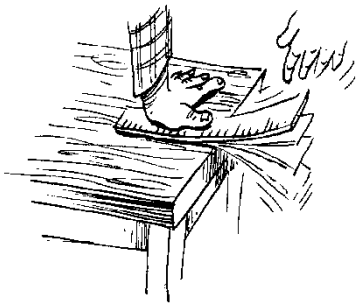


Εικόνα 7- 2: Παιδιά την ώρα που παίζουν τυφλόμουγα

Πώς όμως παράγεται ο ήχος; Πώς ταξιδεύει από το ένα μέρος στο άλλο; Γιατί κάποιοι ήχοι είναι πιο δυνατοί από τους άλλους; Αυτές και κάποιες άλλες ερωτήσεις θα μας απασχολήσουν στο παρόν κεφάλαιο.



Εικόνα 7- 3: Διάφορα μουσικά όργανα



Εικόνα 7- 4: Χάρακας την ώρα που δονείται



Εικόνα 7- 5: Δονούμενο διαπασών



Εικόνα 7- 6: Ο ανθρώπινος λάρυγγας

Παραγωγή του ήχου

Ήχος ονομάζεται το αίτιο που *διεγείρει* το *αισθητήριο* της ακοής, δηλαδή το αυτί μας. Πιο απλά, ήχος είναι οποιαδήποτε μεταβολή της **πίεσης** σε κάποιο στερεό, υγρό ή αέριο (π.χ. σίδερο, νερό, αέρας) που μπορεί να ανιχνεύσει το ανθρώπινο αυτί. Ο ήχος παράγεται όταν ένα σώμα **δονείται**, δηλαδή κάνει παλμικές κινήσεις. Τα σώματα που παράγουν ήχους ονομάζονται **ηχητικές πηγές**. Για παράδειγμα, όταν λυγίσετε με το χέρι σας την άκρη ενός χάρακα και την αφήσετε απότομα ελεύθερη όπως στην Εικόνα 7- 4, ο χάρακας δονείται και ακούγεται ήχος. Όταν οι δονήσεις αυτές σταματήσουν, σταματάει κι ο ήχος.

Το ίδιο φαινόμενο μπορείτε να παρατηρήσετε αν χτυπήσετε απαλά ένα διαπασών στο θρανίο σας. Όταν κρατήσετε το διαπασών μπροστά στα μάτια σας βλέπετε ότι δονείται, ενώ αν το βάλετε κοντά στο αυτί σας ακούτε έναν επαναλαμβανόμενο ήχο.

Όταν λοιπόν χτυπάμε, φυσάμε, κουνάμε ή τρίβουμε διάφορα σώματα, τα αναγκάζουμε να δονούνται και να παράγουν ήχο. Σε κάποιες περιπτώσεις οι δονήσεις αυτές είναι άμεσα ορατές. Αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις, οι δονήσεις δεν γίνονται αντιληπτές από τα μάτια μας. Παρόλο όμως που δεν βλέπουμε τις δονήσεις, μπορούμε να τις αισθανθούμε.

Στους ανθρώπους, ο ήχος παράγεται από τον λάρυγγα. Ο λάρυγγας βρίσκεται στο άνω άκρο των αεραγωγών και μπορείτε να τον εντοπίσετε αν μετακινήσετε τα δάχτυλά σας στον λαιμό σας, έως ότου νιώσετε ένα σκληρό κομμάτι που φαίνεται να κινείται όταν καταπίνετε.

Δύο φωνητικές χορδές επεκτείνονται σε όλο τον λάρυγγα κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να αφήνουν μια στενή σχισμή ανάμεσά τους για τη διέλευση του αέρα (Εικόνα 7-6).

Όταν εκπνέουμε, οι πνεύμονες αναγκάζουν τον αέρα να περάσει μέσα από τη σχισμή και τότε οι φωνητικές χορδές δονούνται και παράγουν ήχο. Οι μύες που συνδέονται με τις φωνητικές χορδές μπορούν να τις κάνουν σφιχτές ή χαλαρές.

Όταν οι φωνητικές χορδές είναι σφιχτές, ο ήχος που παράγεται είναι διαφορετικός από ότι όταν οι φωνητικές χορδές είναι χαλαρές.

Διάδοση του ήχου

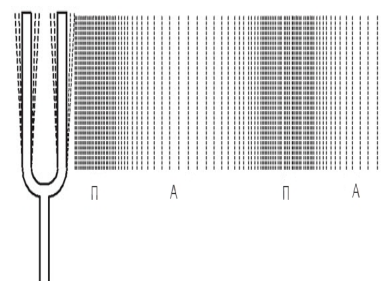
Όταν μιλάτε ή αστειεύετε με μια συμμαθήτριά σας που στέκεται σε κάποια απόσταση από εσάς, η συμμαθήτριά σας μπορεί να ακούσει τη φωνή σας. Πώς όμως ο ήχος φτάνει στα αυτιά της;

Όπως διαπιστώσαμε προηγουμένως, ο ήχος παράγεται από δονούμενα σώματα. Η ύλη διαμέσου της οποίας διαδίδεται ο ήχος ονομάζεται **μέσο**. Το μέσο μπορεί να είναι στερεό, υγρό ή αέριο. Ο ήχος διαδίδεται μέσω ενός μέσου από το σημείο παραγωγής (ηχητική πηγή) στον ακροατή.

Ο αέρας είναι το πιο κοινό μέσο μέσω του οποίου διαδίδεται ο ήχος. Όταν ένα δονούμενο σώμα κινείται προς τα εμπρός, ωθεί και συμπιέζει τον αέρα μπροστά του δημιουργώντας μια περιοχή με υψηλή πίεση. Αυτή η περιοχή ονομάζεται πύκνωμα (Π), όπως φαίνεται στην Εικόνα 7- 8. Το πύκνωμα αυτό, αρχίζει να κινείται μακριά από το δονούμενο σώμα. Όταν το δονούμενο σώμα κινείται προς τα πίσω, δημιουργεί μια περιοχή χαμηλής πίεσης που ονομάζεται αραιώμα (Α), όπως φαίνεται στην Εικόνα 7- 8. Δεδομένου ότι το σώμα κινείται γρήγορα μπρος-πίσω, μια σειρά από πυκνώματα και αραιώματα δημιουργούνται στον αέρα. Τα πυκνώματα και τα αραιώματα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα τη διάδοση του ήχου μέσω του μέσου, στο αυτί του ακροατή. Έτσι, η διάδοση του ήχου μπορεί να οριστεί ως η διάδοση των διακυμάνσεων της πίεσης σε ένα μέσο.



Εικόνα 7- 7: Παιδιά που αστειεύονται μεταξύ τους



Εικόνα 7- 8: Ένα δονούμενο σώμα δημιουργεί μια σειρά από πυκνώματα (Π) και αραιώματα (Α) στο μέσο από το οποίο περιβάλλεται

Εκτός από τον αέρα, ο ήχος διαδίδεται επίσης στα στερεά. Αυτό μπορούμε εύκολα να το διαπιστώσουμε πραγματοποιώντας ορισμένες δραστηριότητες.

Για παράδειγμα αν κάποιος μαθητής τοποθετήσει το αυτί του στην επιφάνεια ενός πάγκου εργασίας, και πει σε έναν συμμαθητή του να χτυπήσει απαλά το χέρι του στην άλλη άκρη του πάγκου, θα διαπιστώσει ότι μπορεί να ακούσει τον ήχο του χτυπήματος του χεριού του συμμαθητή του (Εικόνα 7- 9). Αυτό αποτελεί ένδειξη ότι ο ήχος διαδίδεται στα στερεά.



Εικόνα 7- 9: Ο ήχος διαδίδεται στα στερεά

Μια άλλη ενδιαφέρουσα εφαρμογή της διάδοσης του ήχου στα στερεά είναι το τηλέφωνο με σπάγκο. Όπως βλέπουμε στην Εικόνα 7- 10 ένας μαθητής και μια μαθήτρια κρατούν δύο χάρτινα ποτήρια ενωμένα μεταξύ τους με σπάγκο μεγάλου μήκους, και στέκονται σε τέτοια απόσταση ώστε ο σπάγκος να είναι σχεδόν τεντωμένος. Αν ο μαθητής αρχίζει να μιλάει μέσα στο ποτήρι του, η συμμαθήτριά του θα διαπιστώσει ότι η φωνή του συμμαθητή της ακούγεται μέσα από το δικό της ποτήρι όση ώρα αυτός μιλάει.



Εικόνα 7- 10: Τηλέφωνο με σπάγκο



Εικόνα 7- 11: Ο ήχος διαδίδεται στα υγρά



Εικόνα 7- 12: Ο ήχος δεν διαδίδεται στο κενό

| Κατά- σταση | Υλικό | Ταχύ- τητα σε m/s |
|----------------|-----------------------|-------------------------|
| Στερεά | Αλουμίνιο | 6420 |
| | Ατσάλι | 5960 |
| | Ορείχαλκος | 4700 |
| | Οπτικό γυαλί | 3980 |
| Υγρά | Θαλασσινό νερό | 1531 |
| | Αποσταγμέ- νο νερό | 1498 |
| | Αιθανόλη | 1207 |
| Αέρια | Υδρογόνο | 1284 |
| | Ήλιο | 965 |
| | Αέρας | 346 |

Πίνακας 7-1. Ταχύτητα διάδοσης του ήχου σε διάφορα μέσα στους 25 °C

Ο ήχος διαδίδεται επίσης και στα υγρά, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνεται με το εξής απλό πείραμα. Γεμίζουμε μια λεκάνη με νερό. Παίρνουμε ένα στηθοσκόπιο και βυθίζουμε την μια άκρη του στο νερό. Φροντίζουμε η άκρη του στηθοσκοπίου να μην ακουμπάει τις πλευρές ή τον πάτο της λεκάνης. Βυθίζουμε το χέρι μας στο νερό και χτυπάμε τα δάκτυλά μας μεταξύ τους. Θα διαπιστώσουμε ότι μπορούμε να ακούσουμε τον ήχο που παράγουν τα δάκτυλά μας (Εικόνα 7-11).

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, ο ήχος χρειάζεται κάποιο μέσο για να διαδοθεί. Αυτό σημαίνει ότι ο ήχος δεν διαδίδεται στο κενό, γεγονός το οποίο μπορούμε να επιβεβαιώσουμε πραγματοποιώντας το ακόλουθο πείραμα.

Θέτουμε σε λειτουργία ένα ηλεκτρικό κουδούνι και το τοποθετούμε μέσα σε έναν κώδωνα κενού. Θα παρατηρήσουμε ότι μπορούμε να ακούμε καθαρά τον ήχο του κουδουνιού. Κατόπιν, συνδέουμε τον κώδωνα με μια αντλία κενού, και θέτουμε σε λειτουργία την αντλία. Θα παρατηρήσουμε ότι σταδιακά ο ήχος ακούγεται όλο και πιο αμυδρά, παρόλο που το κουδούνι συνεχίζει να χτυπάει με τον ίδιο ρυθμό. Στο τέλος, αφού ο αέρας αφαιρεθεί εντελώς, ο ήχος του κουδουνιού δεν θα ακούγεται καθόλου, παρόλο που το κουδούνι εξακολουθεί να είναι σε λειτουργία (Εικόνα 7-12).

Η ταχύτητα με την οποία διαδίδεται ο ήχος δεν είναι η ίδια για όλα τα μέσα, αλλά διαφέρει σημαντικά από μέσο σε μέσο. Εξαρτάται από την πυκνότητα και την ελαστικότητα του μέσου και από τη θερμοκρασία και την πίεση στην οποία βρίσκεται το μέσο. Η ταχύτητα του ήχου είναι γενικά μεγαλύτερη στα στερεά, απ' ό,τι στα υγρά και στα αέρια (Πίνακας 7- 1). Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι τα στερεά έχουν πολύ μεγάλη πυκνότητα, τα υγρά μικρότερη πυκνότητα, ενώ η πυκνότητα των αερίων είναι πολύ μικρή.

Σε μικροσκοπικό επίπεδο, ο ήχος διαδίδεται μέσω της μεταφοράς των δονήσεων από το ένα σωματίδιο του μέσου στο άλλο. Στα στερεά, τα σωματίδια που τα αποτελούν βρίσκονται πάρα πολύ κοντά το ένα στο άλλο και συγκρούονται μεταξύ τους πάρα πολύ συχνά. Επομένως ο ήχος μπορεί και διαδίδεται στα στερεά με μεγάλη ταχύτητα, αφού οι δονήσεις μεταφέρονται μέσω των συγκρούσεων των σωματιδίων. Τα σωματίδια που αποτελούν τα υγρά είναι αρκετά κοντά το ένα στο άλλο, όμως η συχνότητα συγκρούσεων των σωματιδίων μεταξύ τους είναι μικρότερη απ' ό,τι στα στερεά, επομένως και ο ήχος θα διαδίδεται πιο αργά. Τα σωματίδια που αποτελούν τα αέρια είναι μακριά το ένα από το άλλο και οι συγκρούσεις των σωματιδίων μεταξύ τους είναι λιγότερο συχνές. Επομένως ο ήχος διαδίδεται με μικρότερη ταχύτητα στα αέρια απ' ό,τι στα υγρά και στα στερεά.

Χαρακτηριστικά του ήχου

Όταν χαλαρώνετε ακούγοντας την αγαπημένη σας μουσική, μπορείτε να αναγνωρίσετε πολλούς οικείους ήχους, χωρίς να βλέπετε τα μουσικά όργανα που τους παράγουν. Πώς είναι δυνατόν; Αυτοί οι ήχοι πρέπει να έχουν κάτι το διαφορετικό για να είστε σε θέση να τους αναγνωρίσετε. Έχετε ποτέ σκεφτεί τι είναι αυτό που κάνει έναν ήχο διαφορετικό από κάποιον άλλο;

Κάθε ήχος έχει μια ιδιαιτερότητα, η οποία οφείλεται σε ένα σύνολο από γνωρίσματα. Κάποια από τα γνωρίσματα αυτά αντικατοπτρίζουν τις φυσικές ιδιότητες του ήχου και είναι ανεξάρτητα από την προσωπική αντίληψη του ακροατή. Τα γνωρίσματα αυτά ονομάζονται **αντικειμενικά χαρακτηριστικά** του ήχου. Υπάρχουν όμως ηχητικά γνωρίσματα τα οποία εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από την αντίληψη του ακροατή και ονομάζονται **υποκειμενικά χαρακτηριστικά** του ήχου.

Τα κυριότερα από τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου είναι η **συχνότητα** και η **ένταση**. Η συχνότητα ως φυσικό μέγεθος μας πληροφορεί σχετικά με το πόσο συχνά συμβαίνει ένα γεγονός. Για παράδειγμα, ο αριθμός των φορών που ο έφηβος της Εικόνας 7-14 χτυπάει το τύμπανο ανά μονάδα χρόνου, ονομάζεται η συχνότητα με την οποία χτυπάει το τύμπανο. Αν βρισκόμαστε σε κάποια μικρή απόσταση από τον τυμπανοκρούστη και καταφέρουμε να μετρήσουμε τον αριθμό των δονήσεων του τυμπάνου που διαπερνούν το αυτί μας στη μονάδα του χρόνου, τότε γνωρίζουμε τη συχνότητα του ήχου.

Η συχνότητα συμβολίζεται συνήθως με το ελληνικό γράμμα ν ή με το λατινικό γράμμα f και η μονάδα μέτρησής της στο SI είναι το Hertz (Χέρτζ) (σύμβολο Hz).

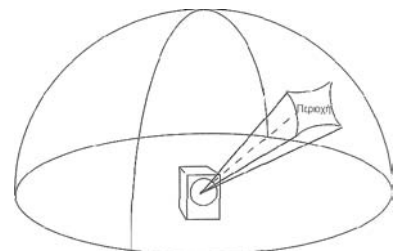
Η ένταση του ήχου ορίζεται ως το ποσό της ηχητικής ενέργειας που διέρχεται από μια περιοχή στη μονάδα του χρόνου (Εικόνα 7- 15). Η ένταση του ήχου εξαρτάται από τη δύναμη με την οποία αναγκάζουμε ένα σώμα να δονηθεί. Αν τοποθετήσουμε έναν μετρητή έντασης ήχου σε κάποια μικρή απόσταση από τον τυμπανοκρούστη και αυτός χτυπήσει το τύμπανο πρώτα ελαφρά και κατόπιν δυνατά, θα παρατηρήσουμε ότι η τιμή της έντασης του ήχου στην πρώτη περίπτωση είναι μικρότερη απ' ό,τι στη δεύτερη. Την ένταση του ήχου τη μετράμε καταχρηστικά συνήθως σε decibel (ντεσιμπέλ) (σύμβολο dB).



Εικόνα 7- 13: Παιδιά που χαλαρώνουν ακούγοντας μουσική



Εικόνα 7- 14: Έφηβος χτυπάει ρυθμικά ένα τύμπανο



Εικόνα 7- 15: Ένταση του ήχου



Εικόνα 7- 16: Παιδί μιλάει στην οικογένειά του



Εικόνα 7- 17: Το ύψος του ήχου καθορίζεται από τη συχνότητα δόνησης της ηχητικής πηγής

Η **ακουστότητα**, το **ύψος** και η **χροιά**, είναι γνωρίσματα του ήχου τα οποία κάθε ακροατής αντιλαμβάνεται με διαφορετικό τρόπο, επομένως κατατάσσονται στα υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου.

Η ακουστότητα έχει σχέση με το πώς ο κάθε ακροατής αντιλαμβάνεται την ένταση ενός ήχου. Προφανώς εξαρτάται από την ένταση του ήχου, εξαρτάται όμως και από την απόσταση από την ηχητική πηγή, καθώς επίσης και από την ευαισθησία των οργάνων ακοής του ακροατή. Στην Εικόνα 7-16, η μητέρα του παιδιού αντιλαμβάνεται την ομιλία του παιδιού της λιγότερο έντονα απ' ό,τι ο πατέρας του παιδιού, αφού βρίσκεται σε μεγαλύτερη απόσταση από το παιδί απ' ό,τι ο πατέρας. Ο παππούς του παιδιού όμως που είναι ένα άτομο με προβληματική ακοή, δυσκολεύεται να ακούσει τι λέει το παιδί, παρόλο που βρίσκεται σε πολύ μικρή απόσταση από αυτό. Οι ήχοι διακρίνονται σε σχέση με την ακουστότητα σε ασθενείς ή σιγανούς και σε ισχυρούς ή δυνατούς.

Το ύψος αποτελεί ένα υποκειμενικό χαρακτηριστικό του ήχου, το οποίο συνδέεται άμεσα με τη συχνότητα δόνησης της ηχητικής πηγής. Όσο πιο γρήγορα δονείται η ηχητική πηγή, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η συχνότητα, επομένως τόσο μεγαλύτερο θα είναι και το ύψος του ήχου. Στην περίπτωση αυτή λέμε ότι ο ήχος είναι **οξύς**. Αν η συχνότητα δόνησης της ηχητικής πηγής είναι μικρή, τότε ο ήχος που παράγεται θα έχει μικρό ύψος. Στην περίπτωση αυτή λέμε ότι ο ήχος είναι **βαρύς**. Για παράδειγμα στην Εικόνα 7- 17 δύο παιδιά παίζουν ταυτόχρονα μια σφυρίχτρα και ένα τύμπανο. Επειδή το τύμπανο δονείται με χαμηλή συχνότητα, αντιλαμβανόμαστε τον ήχο που παράγει ως βαρύ. Στον αντίποδα, η σφυρίχτρα δονείται με υψηλότερη συχνότητα, επομένως αντιλαμβανόμαστε τον ήχο που παράγει η σφυρίχτρα ως οξύ.

Καθημερινά έρχεστε σε επαφή με παιδιά και ενήλικες. Έχετε βρει οποιαδήποτε διαφορά στις φωνές τους; Μπορείτε να πείτε ότι ο ήχος της φωνής ενός παιδιού είναι υψηλότερος από τον ήχο της φωνής ενός ενήλικα; Συνήθως ο ήχος της φωνής μιας γυναίκας είναι υψηλότερος από αυτόν ενός άνδρα.

Τώρα καταλαβαίνω γιατί η φωνή μου διαφέρει από αυτή του καθηγητή μου.



Το τρίτο βασικό υποκειμενικό γνώρισμα του ήχου είναι η χροιά, χάρη στην οποία μπορούμε να διακρίνουμε δύο ήχους που παράγονται από διαφορετικού είδους ηχητικές πηγές, ακόμα και όταν τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά τους είναι τα ίδια. Η χροιά αναφέρεται στους σύνθετους ήχους και εξαρτάται από τους απλούς ήχους που απαρτίζουν τον σύνθετο. Στην Εικόνα 7- 18 απεικονίζονται δύο παιδιά την ώρα που εκτελούν ντουέτο για φλάουτο και βιολί. Τα παιδιά παίζουν τα όργανα με τέτοιο τρόπο, ώστε οι ήχοι που παράγονται να διεγείρουν στο αυτί του ακροατή το ίδιο αίσθημα ύψους και ακουστότητας. Παρόλα αυτά, αν δέσουμε τα μάτια ενός παιδιού και κατόπιν το οδηγήσουμε σε κάποια μικρή απόσταση από τους δύο οργανοπαίκτες, το παιδί αυτό θα είναι σε θέση να διακρίνει δύο διαφορετικούς ήχους.



Εικόνα 7- 18: Ντουέτο για φλάουτο και βιολί

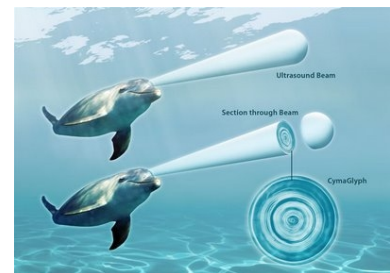
Ταξινόμηση ήχων

Γνωρίζουμε ότι για να παράγουμε ήχο χρειαζόμαστε μια ηχητική πηγή. Είμαστε όμως σε θέση να ακούσουμε τον ήχο που παράγουν όλες οι ηχητικές πηγές;

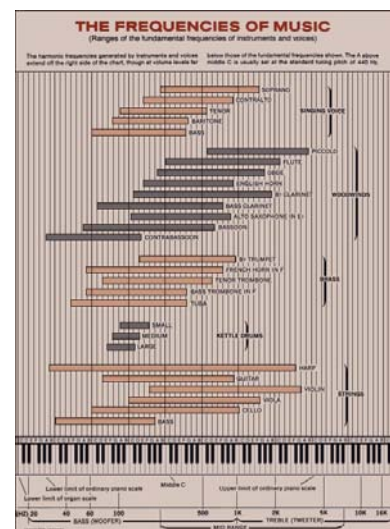
Μετά από μελέτες, οι επιστήμονες διαπίστωσαν ότι οι ήχοι που παράγονται από ηχητικές πηγές, οι οποίες δονούνται με συχνότητα μικρότερη από περίπου 20 δονήσεις ανά δευτερόλεπτο (20 Hz), δεν μπορούν να ανιχνευθούν από το ανθρώπινο αυτί. Τέτοιοι ήχοι ονομάζονται **υπόηχοι**.

Το ανθρώπινο αυτί δεν μπορεί να ακούσει επίσης ήχους οι οποίοι παράγονται από ηχητικές πηγές που δονούνται με συχνότητα μεγαλύτερη από περίπου 20.000 δονήσεις ανά δευτερόλεπτο (20.000 Hz). Τέτοιοι ήχοι ονομάζονται **υπέρηχοι**.

Έτσι, το **ακουστό φάσμα**, δηλαδή διάστημα μεταξύ της μικρότερης και της μεγαλύτερης συχνότητας ήχου που μπορεί να ακούσει ένας άνθρωπος ή ένα ζώο, εκτείνεται κατά προσέγγιση για τους ανθρώπους περίπου από τα 20 Hz έως τα 20.000 Hz. Κάποια ζώα, όπως ο σκύλος μπορούν να ακούσουν ήχους συχνότητας μέχρι και 40.000 Hz, ενώ το δελφίνι μπορεί να παράγει και να ακούσει ήχους συχνότητας μέχρι και 200.000 Hz (Εικόνα 7-19).



Εικόνα 7- 19: Δέσμη υπερήχων που εκπέμπεται από δελφίνια



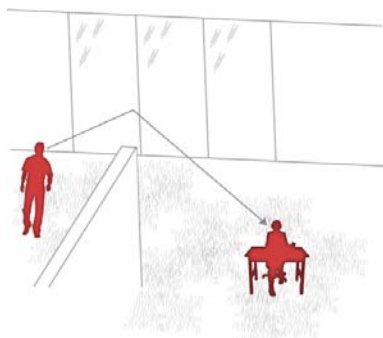
Εικόνα 7- 20: Φάσμα συχνοτήτων διαφόρων ανθρώπινων φωνών και μουσικών οργάνων



Εικόνα 7- 21: Εργοτάξιο κατασκευής πολυκατοικίας



Εικόνα 7- 22: Κορίτσι την ώρα που παίζει πιάνο



Εικόνα 7- 23: Ανάκλαση του ήχου

Βέβαια και οι ήχοι τους οποίους είμαστε σε θέση να ακούσουμε δεν κατατάσσονται όλοι στην ίδια κατηγορία. Μερικές φορές είναι ευχάριστοι στο αυτί, ενώ κάποιες άλλες φορές δεν είναι.

Ας υποθέσουμε ότι στη γειτονιά σας εκτελούνται έργα αποχέτευσης, ή ανεγείρεται μια καινούργια πολυκατοικία. Οι ήχοι που προέρχονται από τα εργοτάξια των αποχετευτικών έργων ή της πολυκατοικίας, σάς είναι ευχάριστοι ή δυσάρεστοι; Θα ακούγατε με ευχαρίστηση τον ήχο μιας μοτοσυκλέτας εάν περνούσε έξω από το σπίτι σας τις μεταμεσονύκτιες ώρες; Τέτοιους δυσάρεστους και ανεπιθύμητους ήχους τους ονομάζουμε **θορύβους**.

Από την άλλη πλευρά, συνήθως απολαμβάνετε τους ήχους οι οποίοι παράγονται από μουσικά όργανα. Η **μουσική** είναι μια κατηγορία ήχων που προκαλούν ευχαρίστηση στο ανθρώπινο αυτί. Βέβαια, το κατά πόσο ένας μουσικός ήχος είναι ευχάριστος, εξαρτάται και από την έντασή του. Ο ήχος που παράγεται εάν παίξουμε μια μελωδία με τα πλήκτρα ενός πιάνου είναι ένας ευχάριστος μουσικός ήχος. Αλλά, αν χτυπήσουμε τα πλήκτρα πολύ δυνατά ο ήχος θα παραμείνει ευχάριστος;

Ανάκλαση του ήχου

Όταν ένας ήχος ο οποίος ταξιδεύει στον αέρα ή σε κάποιο άλλο μέσο μικρής πυκνότητας, συναντήσει μια σκληρή και λεία επιφάνεια μεγάλου μεγέθους, τότε χτυπά πάνω στην επιφάνεια αυτή και ανακλάται, όπως μια λαστιχένια μπάλα αναπηδά όταν χτυπήσει πάνω σε έναν τοίχο. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **ανάκλαση του ήχου**.

Ο άντρας της Εικόνας 7-23, μπορεί να επικοινωνήσει με τη γυναίκα που κάθεται στο γραφείο, παρ' όλο που ανάμεσά τους παρεμβάλλεται τοίχος, χάρις στο φαινόμενο της ανάκλασης του ήχου, αλλά και ενός άλλου φαινομένου, το οποίο ονομάζεται περίθλαση και θα μας απασχολήσει σε επόμενες τάξεις.

Μπορείτε να το δοκιμάσετε κι εσείς με τους φίλους σας, αφού εντοπίσετε το κατάλληλο σημείο.



Η ανάκλαση του ήχου είναι η αιτία για την **ηχώ** και την **αντήχηση**.

Κατά την **ηχώ** ο ακροατής ακούει τον ήχο που εκπέμπει η ηχητική πηγή και τον ανακλώμενο ήχο σαν δυο διαφορετικούς ήχους, που ο ένας ακούγεται μετά τον άλλο. Για παράδειγμα, αν βρεθείτε σε κάποιο σημείο ηχώ, όπως τα άτομα στην Εικόνα 7- 24 και φωνάξετε δυνατά, θα ακούσετε τον ίδιο ήχο και πάλι λίγο αργότερα. Αυτό συμβαίνει επειδή ο ήχος ανακλάται στο απέναντι βουνό, και επιστρέφει πίσω στο αυτί σας.

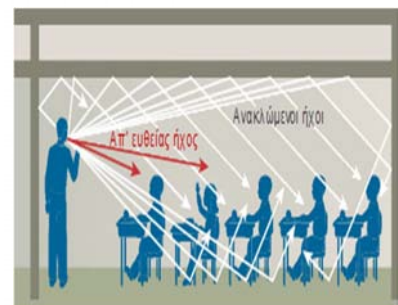


Εικόνα 7- 24: Σημείο ηχώ.
Οροσειρά Blue Mountains,
Αυστραλία

Για να έχουμε ηχώ θα πρέπει η ανακλώμενη επιφάνεια να βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 17 μέτρα από την ηχητική πηγή. Αν βρισκόμαστε σ' αυτή την απόσταση από κάποια σκληρή και λεία επιφάνεια, και φωνάξουμε, τότε θα ακούσουμε τη φωνή μας να επαναλαμβάνεται. Αυτό συμβαίνει γιατί η αίσθηση του ήχου παραμένει στον εγκέφαλό μας για περίπου 0,1 s. Επομένως, ο εγκέφαλός μας για να ξεχωρίσει τους διαφορετικούς ήχους θα πρέπει το χρονικό διάστημα μεταξύ του αρχικού ήχου και του ανακλώμενου ήχου να είναι τουλάχιστον 0,1s. Στο χρονικό διάστημα αυτό ο ήχος διανύει στον αέρα απόσταση ίση με 34 m, δηλαδή 17 m μέχρι την επιφάνεια και άλλα τόσα για να επιστρέψει σε εμάς.

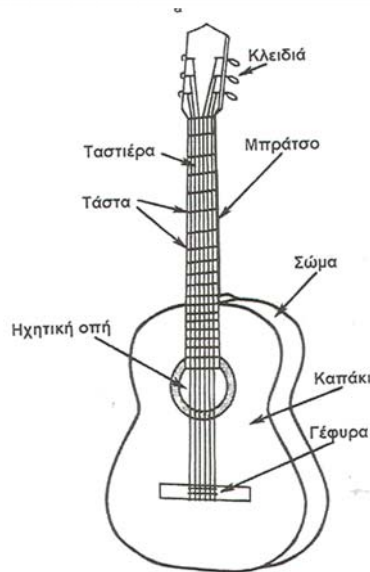
Αν όμως το εμπόδιο βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη από 17 μέτρα, τότε ο ήχος συνεχίζει να είναι ακουστός ακόμη και όταν ο μηχανισμός που τον δημιουργεί πάψει να υφίσταται. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **αντήχηση**.

Στην Εικόνα 7- 25, τα παιδιά που κάθονται στα θρανία, ακούνε όχι μόνο τον ήχο της φωνής που προέρχεται απ' ευθείας από τον καθηγητή τους, αλλά και τους ήχους που προέρχονται μετά από ανάκλαση στους τοίχους και στο δάπεδο της αίθουσας. Για τον λόγο αυτό, ο ήχος της φωνής του καθηγητή τους ακούγεται πιο δυνατός και πιο «μακρόσυρτος». Επίσης, ακόμα κι όταν ο καθηγητής τους σταματήσει να μιλάει ο ήχος της φωνής του εξακολουθεί να ακούγεται για κάποιο ελάχιστο χρονικό διάστημα.



Εικόνα 7- 25: Αντήχηση σε σχολική αίθουσα

Σε μια μεγάλη αίθουσα ή σε ένα αμφιθέατρο, η υπερβολική αντήχηση είναι άκρως ανεπιθύμητη. Γι αυτό το λόγο στις κατασκευές αυτές λαμβάνονται μέτρα ηχομόνωσης, όπως θα δούμε στη συνέχεια.



Εικόνα 7- 26: Η κιθάρα και τα μέρη της



Εικόνα 7- 27: Η τρομπέτα



Εικόνα 7- 28: Στηθοσκόπιο



Εικόνα 7- 29: Υπερηχογράφος

Εφαρμογές του ήχου

Οι ιδιότητες του ήχου βρίσκουν πολλαπλές εφαρμογές στη Μουσική, στην Ιατρική, στην Τεχνολογία κ.λπ., μερικές από τις οποίες θα παρουσιάσουμε στις επόμενες παραγράφους.

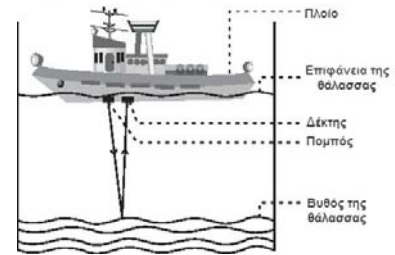
Στα έγχορδα μουσικά όργανα, όπως στην κιθάρα της Εικόνας 7- 26, ο ήχος που προέρχεται απ' ευθείας από τις δονούμενες χορδές αποτελεί μόνο ένα μικρό ποσοστό από τον ήχο που ακούει ο ακροατής. Όταν οι χορδές δονούνται, διεγείρουν τη γέφυρα και το καπάκι, τα οποία στη συνέχεια μεταφέρουν την ενέργεια δόνησης στην αέρια κοιλότητα και στην πλάτη. Έτσι, ο ήχος που τελικά ακούει ο ακροατής προέρχεται σε μεγάλο ποσοστό από τον ήχο που εκπέμπεται από τις δονούμενες επιφάνειες και την οπή.

Τα πνευστά μουσικά όργανα, όπως η τρομπέτα το σαξόφωνο κ.ά., είναι όλα σχεδιασμένα έτσι ώστε να εμποδίζουν τον ήχο να εξαπλώνεται προς όλες τις κατευθύνσεις και να τον στέλνουν σε μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Στην τρομπέτα π.χ., ένας σωλήνας που καταλήγει σε ένα κωνικό άνοιγμα, ανακλά διαδοχικά τον ήχο που εισέρχεται στο στόμιο, ενισχύοντάς τον και οδηγώντας τον προς το κοινό.

Το στηθοσκόπιο, το οποίο είναι ένα από τα παλαιότερα και απλούστερα ιατρικά εργαλεία, στηρίζεται επίσης στις ιδιότητες του ήχου. Χρησιμοποιείται από τους γιατρούς για να ακούνε τους ήχους που παράγονται μέσα στο σώμα, κυρίως στην καρδιά ή τους πνεύμονες. Στα στηθοσκόπια ο ήχος των παλμών της καρδιάς του ασθενούς φτάνει στα αυτιά του γιατρού μέσω πολλαπλών ανακλάσεων του ήχου, όπως φαίνεται στην Εικόνα 7- 28.

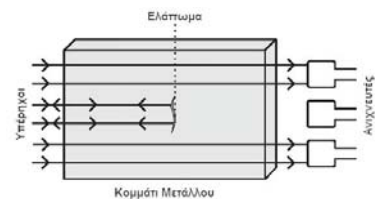
Στην Ιατρική, επίσης, χρησιμοποιούνται ευρέως οι υπέρηχοι. Για παράδειγμα ο υπερηχογράφος είναι ένα όργανο το οποίο χρησιμοποιώντας υπέρηχους εμφανίζει σε μία οθόνη τις εικόνες των εσωτερικών οργάνων του ανθρώπινου σώματος, όπως το συκώτι, η χοληδόχος κύστη, τα νεφρά, κ.λπ. Ένας γιατρός βλέποντας την εικόνα των οργάνων του ασθενούς μπορεί να εντοπίσει ανωμαλίες, όπως πέτρες στη χοληδόχο κύστη και τα νεφρά ή όγκους σε διάφορα όργανα. Το υπερηχογράφημα χρησιμοποιείται, επίσης, για την εξέταση του εμβρύου κατά την κύηση, για τον εντοπισμό γενετικών ανωμαλιών και ανωμαλιών της ανάπτυξης.

Το σόναρ είναι μια ειδική συσκευή η οποία αξιοποιεί τις ιδιότητες του ήχου στην τεχνολογία. Χρησιμοποιεί υπέρηχους για να μετρήσει την απόσταση, την κατεύθυνση και την ταχύτητα σωμάτων που βρίσκονται κάτω από το νερό. Χρησιμοποιείται για παράδειγμα στον εντοπισμό μεγάλων κοπαδιών ψαριών, βυθισμένων πλοίων κ.λπ. Χρησιμοποιείται, επίσης, για τον υπολογισμό του βάθους της θάλασσας.



Εικόνα 7- 30: Πλοίο εφοδιασμένο με σόναρ

Πώς λειτουργεί το σόναρ; Το σόναρ αποτελείται από έναν πομπό και έναν δέκτη και είναι εγκατεστημένο σε μια βάρκα ή ένα πλοίο, όπως φαίνεται στην Εικόνα 7- 30. Ο πομπός παράγει και εκπέμπει υπέρηχους. Αυτοί οι υπέρηχοι διαδίδονται μέσα στο νερό και αφού χτυπήσουν κάποιο σώμα που βρίσκεται μέσα στη θάλασσα ή στον βυθό της θάλασσας, ανακλώνται πίσω και ανιχνεύονται από τον ανιχνευτή. Ο ανιχνευτής μετατρέπει τους υπέρηχους σε ηλεκτρικά σήματα, τα οποία ερμηνεύονται κατάλληλα.



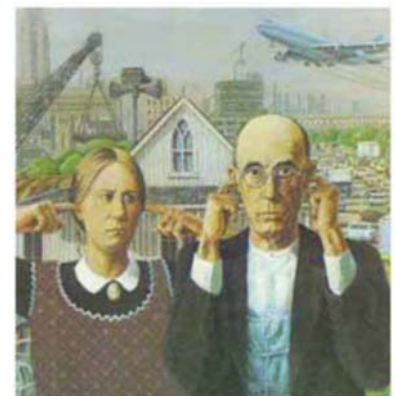
Εικόνα 7- 31: Οι υπέρηχοι ανακλώνται πίσω όταν συναντήσουν ελαττώματα στο εσωτερικό ενός κομματιού μετάλλου

Η απόσταση του σώματος στο οποίο ανακλάστηκε ο υπέρηχος, μπορεί να υπολογιστεί γνωρίζοντας την ταχύτητα του ήχου στο νερό και το χρονικό διάστημα μεταξύ της μετάδοσης και της λήψης των υπερήχων. Υπέρηχοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση ρωγμών και ελαττωμάτων όπως οπών που βρίσκονται μέσα σε κομμάτια μετάλλου. Αν υπάρχει έστω κι ένα μικρό ελάττωμα, οι υπέρηχοι ανακλώνται πίσω (Εικόνα 7- 31).

Ηχορύπανση

Οι περισσότεροι από εσάς θα γνωρίζετε ήδη ότι *ατμοσφαιρική ρύπανση* ονομάζεται η παρουσία ανεπιθύμητων αερίων και σωματιδίων στον αέρα. Ομοίως, η παρουσία θορύβου, δηλαδή ανεπιθύμητων ήχων στο περιβάλλον, ονομάζεται *ηχορύπανση*. Το πρόβλημα της ηχορύπανσης είναι ιδιαίτερα αισθητό στα μεγάλα αστικά κέντρα, όπου βρίσκονται συγκεντρωμένες οι κυριότερες πηγές ηχορύπανσης, όπως η οδική κυκλοφορία, οι βιομηχανικές και βιοτεχνικές εγκαταστάσεις, τα μηχανήματα των πάσης φύσεως εργοταξίων, οι εγκαταστάσεις αναψυχής και διασκέδασης, οι οικιακές συσκευές, κ.λπ.

Οι επιπτώσεις της ηχορύπανσης στον άνθρωπο είναι πολλαπλές και ποικίλες. Ξεκινούν από έναν απλό εκνευρισμό και δυσφορία, και μπορούν να καταλήξουν σε μόνιμες βλάβες του οργανισμού, όπως απώλεια ακοής, έλλειψη συγκέντρωσης, διαταραχή του ύπνου, ψυχολογικές διαταραχές, καρδιαγγειακές επιπτώσεις, ορμονικές αντιδράσεις κ.λπ.



Εικόνα 7- 32: Ο θόρυβος βρίσκεται παντού γύρω μας

| Περιβάλλον | Ένταση θορύβου (dB) |
|-------------------------------------|------------------------|
| Εξωτερικοί χώροι | 55 |
| Κατοικίες- Εσωτερικοί χώροι | 35 |
| Υπνοδωμάτια | 45 |
| Σχολικές Αίθουσες | 35 |
| Σχολικές Αυλές | 55 |
| Νοσοκομεία | 30 |
| Συγκεντρώσεις σε κλειστό χώρο | 85 |
| Μουσική και άλλοι ήχοι από ηχεία | 85 |

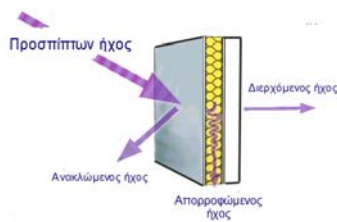
Πίνακας 7-2. Οδηγός μέγιστων επιτρεπτών τιμών για την ηχορύπανση σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα (WHO, 1999)

Η αντιμετώπιση του προβλήματος είναι ο κατά το δυνατόν περιορισμός των πηγών, αλλά και της έντασης της ηχορύπανσης, ώστε να μειωθούν οι επιπτώσεις.

Ωστόσο, η λήψη μέτρων από τις αρχές δεν επαρκεί, όπως έχει δείξει η πραγματικότητα. Η σωστή αντιμετώπιση του προβλήματος, απαιτεί τη συνειδητοποίηση και την εγρήγορση όλων μας, ασχέτως με το αν διαμένουμε στα μεγάλα αστικά κέντρα ή όχι.

Θα πρέπει λοιπόν ο καθένας από εμάς να μεριμνήσει ώστε η ένταση του θορύβου να μην ξεπερνά σε σταθερό επίπεδο τα προτεινόμενα από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) (Πίνακας 7-2). Για παράδειγμα, η ένταση του θορύβου σε σταθερό επίπεδο στις σχολικές αίθουσες να μην ξεπερνά τα 35 dB και στον χώρο εργασίας να μην υπερβαίνει τα 85 dB.

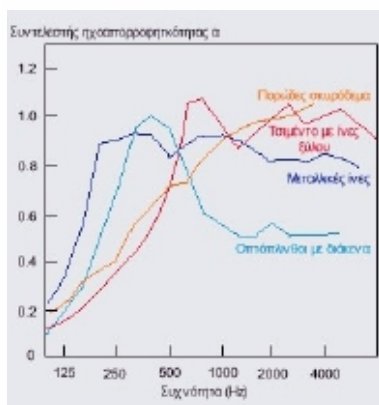
Απορρόφηση του ήχου - Ηχομόνωση



Εικόνα 7- 33: Απορρόφηση του ήχου

Σε προηγούμενη παράγραφο, είδαμε ότι όταν ο ήχος συναντήσει μια σκληρή και λεία επιφάνεια, ανακλάται. Όταν όμως η επιφάνεια αυτή είναι μαλακή και πορώδης, μόνο ένα μικρό μέρος του αρχικού ήχου ανακλάται, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του απορροφάται στο εσωτερικό του υλικού (Εικόνα 7-33). Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **απορρόφηση του ήχου**.

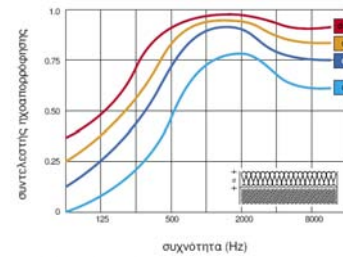
Το φαινόμενο της απορρόφησης του ήχου οφείλεται στο γεγονός ότι κατά την πρόσπτωση του ήχου στη μαλακή και πορώδη επιφάνεια του υλικού, ένα σημαντικό μέρος του «παγιδεύεται» κατά κάποιον τρόπο στους πόρους του υλικού, όπου και απορροφάται.



Εικόνα 7- 34: Συντελεστές απορροφητικότητας α για διάφορα υλικά

Η απορρόφηση του ήχου εξαρτάται από το είδος του υλικού. Το μέτρο της ηχοαπορροφητικής ικανότητας ενός υλικού εκφράζεται από τον **συντελεστή απορροφητικότητας α**, ο οποίος κυμαίνεται από 0, για πλήρως ανακλαστικό, έως 1 για πλήρως απορροφητικό υλικό. Ο συντελεστής απορρόφησης προσδιορίζεται για συγκεκριμένη συχνότητα ή για ομάδα συχνοτήτων όπως στην Εικόνα 7-34.

Το πάχος του υλικού είναι επίσης ένας παράγοντας από τον οποίο εξαρτάται η απορρόφηση του ήχου. Όταν το πάχος του υλικού αυξάνεται, αυξάνεται και η ηχοαπορροφητική του ικανότητα. Στην Εικόνα 7-35 φαίνεται πώς αυξάνεται ο συντελεστής απορρόφησης α του πετροβάμβακα, ανάλογα με το πάχος του.



Εικόνα 7- 35: Επίδραση του πάχους του πετροβάμβακα στον συντελεστή ηχοαπορρόφησης α

Στις περιπτώσεις λοιπόν που θέλουμε να εμποδίσουμε τη διάδοση ή την ανεπιθύμητη ανάκλαση του ήχου, χρησιμοποιούμε μαλακά και πορώδη υλικά. Αυτό μπορείτε να το διαπιστώσετε την επόμενη φορά που θα επισκεφθείτε μια αίθουσα κινηματογράφου. Θα παρατηρήσετε ότι οι τοίχοι, τα δάπεδα, ακόμα και η οροφή της αίθουσας είναι καλυμμένα με ηχοαπορροφητικά υλικά.



Εικόνα 7- 36: Αίθουσα κινηματογράφου

Με τον όρο **ηχομόνωση** εννοούμε την ικανότητα ενός υλικού να εμποδίζει την είσοδο σε έναν χώρο ήχων που προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον και αντίστροφα. Όταν πάτε εκδρομή στο δάσος, σίγουρα απολαμβάνετε την ησυχία και τη γαλήνη που επικρατεί. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στο γεγονός ότι τα φύλλα των δέντρων και των θάμνων απορροφούν τον ήχο.

Επομένως, ένας τρόπος για να περιορίσουμε τους θορύβους της πόλης από το να εισέλθουν στο σπίτι μας, είναι να φυτέψουμε όσο το δυνατόν περισσότερα δέντρα και θάμνους γύρω από αυτό (Εικόνα 7- 37).



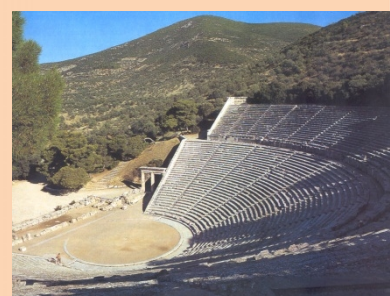
Εικόνα 7- 37: Σπίτι περιτριγυρισμένο από δέντρα και θάμνους

Άλλες μέθοδοι ηχομόνωσης ενός σπιτιού είναι τα διπλά τζάμια, η τοποθέτηση πετροβάμβακα και γυψοσανίδων κ.ά.

Γνωρίζετε ότι...

Τα φαινόμενα της ανάκλασης και της απορρόφησης του ήχου αξιοποιούνταν από τους Αρχαίους Έλληνες από τον 5^ο αιώνα π.Χ. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το αρχαίο θέατρο της Επιδαύρου, το οποίο θεωρείται το τελειότερο αρχαίο ελληνικό θέατρο από άποψη ακουστικής και αισθητικής (Εικόνα 7-38).

Το σχήμα και η διάταξη των πέτρινων εδωλίων (καθισμάτων) του θεάτρου ήταν τέτοια ώστε οι επιθυμητοί ήχοι να ενισχύονται, ενώ αντίθετα οι ανεπιθύμητοι ήχοι να απορροφώνται.



Εικόνα 7- 38: Το αρχαίο θέατρο της Επιδαύρου

Ερωτήσεις – Ασκήσεις

1. Τι ονομάζεται ήχος και πώς αυτός παράγεται;
2. Ο ήχος διαδίδεται:

| | |
|---------------------------------------|-------------------|
| α. μόνο στα στερεά | β. μόνο στα υγρά |
| γ. στα στερεά, στα υγρά και στα αέρια | δ. μόνο στα αέρια |
3. Ο ήχος ποιας από τις παρακάτω φωνές είναι πιθανότερο να έχει το χαμηλότερο ύψος;

| | |
|--------------------------|------------------|
| α. ενός μικρού αγοριού | β. ενός άντρα |
| γ. ενός μικρού κοριτσιού | δ. μιας γυναίκας |
4. Να γράψετε στο τέλος των παρακάτω προτάσεων ένα **Σ** στις προτάσεις που θεωρείτε ότι είναι σωστές και ένα **Λ** στις προτάσεις που θεωρείτε λανθασμένες.
 - α. Ο ήχος διαδίδεται στο κενό.
 - β. Ο αριθμός των δονήσεων ενός αντικειμένου σε ένα δευτερόλεπτο ονομάζεται συχνότητα.
 - γ. Εάν το ύψος ενός ήχου είναι μεγάλο, ο ήχος χαρακτηρίζεται ως βαρύς.
 - δ. Η ακουστότητα είναι ένα χαρακτηριστικό του ήχου που συνδέεται άμεσα με την ένταση.
 - ε. Για το ανθρώπινο αυτί, το ακουστό φάσμα εκτείνεται από 20 Hz έως 200.000 Hz.
 - στ. Όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα ενός ήχου, τόσο μικρότερο είναι το ύψος του.
 - ζ. Κάθε δυσάρεστος ή ανεπιθύμητος ήχος ονομάζεται μουσική.
 - η. Η ηχορύπανση μπορεί να προκαλέσει απώλεια ακοής.
5. Να συμπληρώσετε τα κενά με τις κατάλληλες λέξεις ή φράσεις.
 - α. Τα σώματα που παράγουν ήχους ονομάζονται
 - β. Στους ανθρώπους ο ήχος της φωνής παράγεται από το
 - γ. Η μονάδα μέτρησης της συχνότητας του ήχου είναι το
 - δ. Οι ήχοι διακρίνονται σε σχέση με την ακουστότητα σε
6. Ποιο χαρακτηριστικό του ήχου σας βοηθά να αναγνωρίσετε έναν φίλο σας από τον ήχο της φωνής του, ενώ αυτός κάθεται με άλλους φίλους σας σε ένα σκοτεινό δωμάτιο;
7. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ θορύβου και μουσικής; Υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες η μουσική μπορεί να χαρακτηριστεί ως θόρυβος;

8. Τι ονομάζουμε αντήχηση και με ποιους τρόπους μπορούμε να την περιορίσουμε;
9. Οι γονείς σας πρόκειται να αγοράσουν ένα σπίτι. Σκοπεύουν να επιλέξουν ανάμεσα σε ένα σπίτι που βρίσκεται σε μια πολυσύχναστη λεωφόρο και σε ένα άλλο σπίτι που βρίσκεται στο τέλος ενός αδιεξόδου. Ποιο σπίτι θα προτείνετε στους γονείς σας να αγοράσουν; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Δραστηριότητες – Θέματα για project

1. Να επισκεφθείτε την αίθουσα μουσικής του σχολείου σας, ή κάποιο ωδείο στη γειτονιά σας. Να κάνετε μια λίστα με τα μουσικά όργανα που βρήκατε και να σημειώσετε δίπλα από κάθε όργανο ποιο μέρος του δονείται ώστε να παράγει ήχο.
2. Αν παίζετε κάποιο μουσικό όργανο, να το φέρετε στο σχολείο και να εξηγήσετε με ποιο τρόπο παράγετε τις νότες της μουσικής.
3. Με την ομάδα σας να αναζητήσετε σε διάφορες πηγές π.χ. βιβλία, εγκυκλοπαίδειες, διαδίκτυο, συζήτηση με τον καθηγητή της Βιολογίας της τάξης σας, τον τρόπο με τον οποίο παράγεται η ανθρώπινη φωνή. Να είστε έτοιμοι, αν χρειαστεί, να παρουσιάσετε την εργασία σας στην τάξη.
4. Να αναζητήσετε σε διάφορες πηγές π.χ. βιβλία, εγκυκλοπαίδειες, διαδίκτυο, πληροφορίες για την ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα, στο νερό, στον χάλυβα, στο γυαλί, στο κόκκαλο, στον υδράργυρο και να κάνετε έναν πίνακα κατατάσσοντας τα υλικά αυτά από το υλικό στο οποίο ο ήχος έχει τη μικρότερη ταχύτητα διάδοσης, σ' αυτό που ο ήχος έχει τη μεγαλύτερη ταχύτητα διάδοσης.
5. Να δημιουργήσετε έναν πίνακα, όπου θα κατατάσσετε τουλάχιστο 6 ήχους που ακούτε καθημερινά, ανάλογα με την ένταση και το ύψος τους.
6. Να διερευνήσετε και να ερμηνεύσετε σε δύο το πολύ σελίδες τον ρόλο που παίζουν τα διπλά τζάμια στην ηχομόνωση ενός κτηρίου.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1-2: <http://www.britannica.com>

Εικόνα 1- 67: http://nssdc.gsfc.nasa.gov/image/planetary/earth/apollo17_earth.jpg

Εικόνα 1- 68: http://snow.reports.co.nz/snow_ida_800.jpg

Εικόνα 1- 69: <http://www.wildthingsphotography.com>

Εικόνα 2- 18:

http://portrait.kaar.at/Deutschsprachige%20Teil%201/images/otto_von_guericke.jpg

Εικόνα 2- 19:

<http://www.robinsonlibrary.com/science/physics/biography/graphics/guericke4.gif>

Εικόνα 2- 20: <http://schoolworkhelper.net/wp-content/uploads/2011/08/Evangelista-Torricelli.jpg>

Εικόνα 3- 23: http://users.sch.gr/kassetas/zzzzzzzzphGUERICKE_files/image006.jpg

Εικόνα 3- 24: <http://fereniki1.pblogs.gr/files/f/237954-Democritus.jpg>

Εικόνα 3- 25: http://4.bp.blogspot.com/-VTMvzVelU04/T1dfygcpWHI/AAAAAAAAA74/5ZaTXT3_xFI/s1600/Φιλοσοφία+και+Σοφία+κ

[ατά+Αριστοτέλη.jpg](http://4.bp.blogspot.com/-VTMvzVelU04/T1dfygcpWHI/AAAAAAAAA74/5ZaTXT3_xFI/s1600/Φιλοσοφία+και+Σοφία+κ)

Εικόνα 3- 7: http://www.chemistryland.com/CHM151S/05-Gases/Gases/robert_boyle.jpg

Εικόνα 3- 9: http://catalogue.museogalileo.it/images/cat/biografie_944/7531_3123_1617-044_944.jpg

Εικόνα 3- 13:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Robert_Brown_memorial.png

http://dalje.com/slike/slike_3/r1/g2009/m03/y197322007923501.jpg

Εικόνα 4- 11: http://2.bp.blogspot.com/-QIXGI94Wiik/TyDdFk6bKel/AAAAAAAAAFY/IBkhvngjxGE/s400/Gabriel_Fahrenheit.jpg

http://2.bp.blogspot.com/-QIXGI94Wiik/TyDdFk6bKel/AAAAAAAAAFY/IBkhvngjxGE/s400/Gabriel_Fahrenheit.jpg

Εικόνα 4- 12: http://mail.colonial.net/~hkaiter/astronomyimages09/celsius_anders.jpg

Εικόνα 4- 13:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a0/Lord_Kelvin_photograph.jpg/250px-Lord_Kelvin_photograph.jpg

Εικόνα 7-2: http://3.bp.blogspot.com/-eM-xf_HnLjQ/TdpHzAuwgPI/AAAAAAAAAC7A/DU42KKrzS7g/s1600/DSC00254.JPG

http://3.bp.blogspot.com/-eM-xf_HnLjQ/TdpHzAuwgPI/AAAAAAAAAC7A/DU42KKrzS7g/s1600/DSC00254.JPG

Εικόνα 7-4: <http://cnx.org/content/m20188/latest/graphics1.png>

Εικόνα 7-9: <http://ncert.nic.in/NCERTS/textbook/textbook.htm?hesc1=13-18>

Εικόνα 7-11: https://lh4.googleusercontent.com/-WytqTVzsE_g/TyCL4Jkn6VI/AAAAAAAAAYwl/fELc7gNjhBE/PS%252041M%2520056.jpg

https://lh4.googleusercontent.com/-WytqTVzsE_g/TyCL4Jkn6VI/AAAAAAAAAYwl/fELc7gNjhBE/PS%252041M%2520056.jpg

Εικόνα 7-12:

http://i00.i.aliimg.com/photo/v0/262932810/Pump_Plate_Contains_Bell_Jar_P03016.jpg

Εικόνα 7-15: http://www.feilding.net/sfuad/musi3012-01/images/lectures/sound_intensity.gif

Εικόνα 7-17: <http://ncert.nic.in/NCERTS/textbook/textbook.htm?hesc1=13-18>

Εικόνα 7-19:

http://2.bp.blogspot.com/_YTJBDUN8iSE/SWEaNtNwn8I/AAAAAAAAABLg/9DLITxis-ak/s400/Dolphin_UltrasoundBeam_HRbig.jpg

Εικόνα 7-20: <http://img.photobucket.com/albums/v478/supernitsa/fChart.gif>

Εικόνα 7-23: http://en.danoline.com/files/billeder/V1/Functions/Acoustics_sound-reflection.png

Εικόνα 7-24: <http://www.youlovethatsh.com/wp-content/uploads/2011/03/DSCF2844.jpg>

Εικόνα 7-25: <http://brandonpugh.files.wordpress.com/2011/07/reverberation.jpg>

Εικόνα 7-26: http://users.physics.uoc.gr/~marel/music_instr3.doc

Εικόνα 7-27:

http://static.music123.com/derivates/19/001/239/954/DV020_Jpg_Jumbo_463770.937_lacquer.jpg

Εικόνα 7-28: <http://ncert.nic.in/NCERTS/textbook/textbook.htm?iesc1=12-14>

Εικόνα 7-30: <http://ncert.nic.in/NCERTS/textbook/textbook.htm?iesc1=12-14>

Εικόνα 7-31: <http://ncert.nic.in/NCERTS/textbook/textbook.htm?iesc1=12-14>

Εικόνα 7-32: <http://ixoripansi.gr/wp-content/uploads/ixoripansi.pdf>

Εικόνα 7-34: <http://www.tsanak.gr/documents/civil/noisebarriers.pdf>

Εικόνα 7-35: http://library.tee.gr/digital/m2316/m2316_hatziastrou.pdf

Εικόνα 7-36: <http://www.trendir.com/ultra-modern/robert-majkut-design-cinema-multikino-premiere-hall.jpg>

Εικόνα 7-37: http://www.giantrobot.com/blogs/eric/uploaded_images/10_30_0615-733917.jpg

Εικόνα 7-38: <http://www.priveclubtaxi.com/images/Tours/epidavros2.jpg>