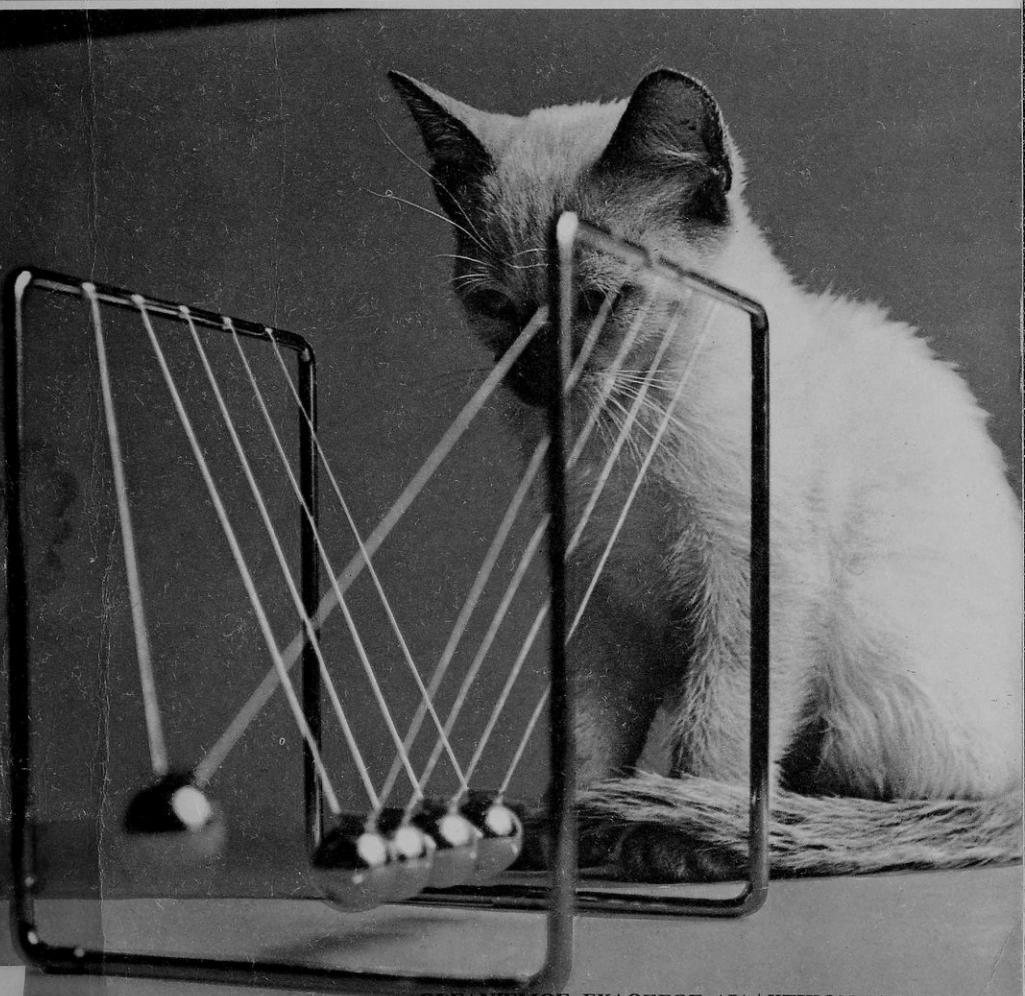


Φυσική καὶ χημεία

19394

ΠΕΜΠΤΗΣ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ



ΟΡΓΑΝΩΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ

ΑΘΗΝΑ 1977

19394

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΦΥΣΙΚΗ καί ΧΗΜΕΙΑ πέμπτης δημοτικοῦ

Μέ απόφαση τής 'Ελληνικής Κυβερνήσεως τά διδακτικά βιβλία τοῦ Δημοτικοῦ, Γυμνασίου καί Λυκείου τυπώνονται ἀπό τὸν 'Οργανισμό 'Εκδόσεως Διδακτικῶν Βιβλίων καί μοιράζονται ΔΩΡΕΑΝ.

'Αθῆνα 1977

ΦΥΣΙΚΗ και ΧΗΜΕΙΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗ οργανισμού

Μετακέντηση της γνώσης για τη διατροφή των ανθρώπων στην Ελλάδα, ένα πρόγραμμα γνωστοποίησης της γνώσης για τη διατροφή των ανθρώπων στην Ελλάδα, που διαρρέει στην Ελλάδα την γνώση για τη διατροφή των ανθρώπων στην Ελλάδα.

ΓΓΕΙ Αντίθετα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τό βιβλίο αντό είναι άποτέλεσμα συλλογικής έργασίας. Τήν όμαδα έργασίας, σύμφωνα μέ τήν πρώτη διάθεση, άποτέλεσαν οι :

Νίκος 'Αντωνίου, φυσικός, ύφηγητής Πανεπιστημίου 'Αθηνῶν
Παναγιώτης 'Ασημακόπουλος, φυσικός, ΚΠΕ Δημόκριτος
Χριστίνα Ζιούδηρον, χημικός, ΚΠΕ Δημόκριτος
Δημήτρης Κατάκης, χημικός, καθηγητής Πανεπιστημίου 'Αθηνῶν
Γιάννης Καφούσης, καθηγητής Παιδαγωγικῆς 'Ακαδημίας
Θανάσης Κωστίκας, φυσικός, ΚΠΕ Δημόκριτος
Παντελής Μπουκάλας, δάσκαλος 'Εκπαιδευτηρίου «Διονύσιος Σολωμός»
'Ανδρέας Ρεμπούλης, χημικός, καθηγητής Κολλεγίου 'Αθηνῶν
'Αθηνᾶ Ρικάκη, δασκάλα Κολλεγίου 'Αθηνῶν
Ντίνα Χατζούδη - Γκέγκιουν, χημικός, Γενικόν Χημείον τοῦ Κράτους.

Στήν όμαδα αυτή πήρε μέρος έπισης άπό τήν άρχή καί ὁ Γιῶργος Γραμματικάκης, φυσικός τοῦ ΚΠΕ Δημόκριτος, ἐνῶ ἡ A. Ρικάκη δέκοψε τήν συνεργασία της μετά τήν ἔκδοση τοῦ πρώτου τεύχους.

Ἡ μέθοδος έργασίας πού ὑπαγόρευσε τή συγγραφή τοῦ βιβλίου, ἡ συνεργασία δηλαδή ἀκαδημαϊκῶν δασκάλων, ἐρευνητῶν καί παιδαγωγῶν, ἀποτελεῖ μιά προσπάθεια εἰσαγωγῆς καί στή χώρα μας τῆς συνδυασμένης πείρας ἐπιστημώνων διαφόρων εἰδικοτήτων, μέθοδος πού ἐφαρμόστηκε μέ ἐπιτυχίᾳ σέ πολλές προηγμένες χῶρες γιά τά βιβλία τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν, στή δημοτική καί μέση ἐκπαίδευση. Τά ἀρχικά κείμενα, πού ἀντιστοιχοῦν στά διάφορα

τιμήματα τοῦ βιβλίου, ἔχουν γραφεῖ ἀπό τά ἀρμοδιότερα μέλη τῆς ὁμάδας, ἀλλά ἡ τελική διαμόρφωση ἔγινε ὑστερα ἀπό συζητήσεις καὶ κριτική δλων τῶν μελῶν, ὥστε τό τελικό ἀποτέλεσμα νά είναι καὶ ἐπιστημονικά ἐγκυρότερο καὶ παιδαγωγικά πιό πρόσφροο στό ἐπίπεδο ὀντιλήφεως τῶν μαθητῶν, πρός τοὺς δποίους καὶ ἀπενθύνεται.

Γιά τή διεκπεραίωση τοῦ βιβλίου, ἀπό τό στάδιο τοῦ χειρογράφου ὡς τήν τελειωμένη ἐμφάνιση, ἐργάστηκαν ἀκόμα καὶ ἄλλοι πολλοί συνεργάτες, στούς δποίους ὀφείλεται κατά μεγάλο μέρος ἡ ἀρτια παρονσίαση. Ο Στέφανος Στεφάνου είχε τή γλωσσική ἐπιμέλεια τῶν κειμένων καὶ ἔγραψε τά εἰδετήμα. Η Χρυσή Δασκαλοπούλου είχε τή γενική καλλιτεχνική ἐπιμέλεια τοῦ βιβλίου. Οι Σταμάτης Βασιλείου καὶ Φίλιππας Τρούποσκιάδης σχεδίασαν τίς εἰκόνες. Η Μπέττη Μιχαήλ διατυλογράφησε μέ ταχύτητα καὶ ἀκρίβεια τά κείμενα στίς πολλαπλές τους μορφές. Τέλος, στήν Ἐκδοτική Ἑλλάδος Α.Ε. καὶ φυσικά στή φιλότιμη δουλειά τοῦ προσωπικοῦ τοῦ τυπογραφείου ὀφείλεται ἡ τεχνική ἀρτιότητα τῆς ἐκδόσεως.

Η δμάδα ἐργασίας δέ θα μποροῦσε νά συντελέσει τό ἔργο της, ἢν δέν είχε προϋπάρξει ἡ ἀνανεωτική δρεξη τοῦ ὑπουργοῦ Παιδείας τῆς προεκλογικῆς Κυβερνήσεως κ. Ν. Λούδον καὶ ἡ συνδρομή τῶν συνεργατῶν του. Στόν καθηγητή Δ. Ν. Μαρωνίτη, είδικό σύμβολο τοῦ 'Υπουργείου τότε, ὀφείλεται ἡ ἔγκαιρη προώθηση αὐτῆς τῆς ιδέας. Ἐφεξῆς τό ἐνδιαφέρον τοῦ Δ. Ν. Μαρωνίτη ὅπηρξε συνεχές. Τό ἔργο διοκληρώθηκε μετεκλογικά καὶ μέ τή σύμφωνη γνώμη τοῦ ἀρμοδίου ὑπουργοῦ κ. Κ. Ζέπουν.

801	εἰς οὐκότερα καὶ εἰδικό δέρμα
811	····· "Αναστολή καὶ μηδέποτε
814	····· "Υπόθεση της πλαχανάρες καὶ μηδέποτε
816	Πλακάνη
821	Δυνάμεις συνεπειών

Λ. ΜΗΧΑΝΙΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΕΓΙΩΝ

821	ράγτροιδί λοι λευκά δέρματα φύσεωρά Ο'
825	ποταμοί Η' Σ
831	πεζούλια δέρματα φύσεωρά μηδέποτε Μ'
832	πεζούλια δέρματα φύσεωρά μηδέποτε Π'
834	ποταμοί Η' Σ
835	ποταμοί Η' Σ
836	ποταμοί Η' Σ
837	ποταμοί Η' Σ
838	ποταμοί Η' Σ
839	ποταμοί Η' Σ
841	ποταμοί Η' Σ

Β. ΧΗΜΙΑ

Ε. ΕΠΙΦΥΛΑΞ

Φέτος στό μάθημα τῆς φυσικῆς και τῆς χημείας ξητοῦμε ἀπό σᾶς νά γίνετε μικροί ἐπιστήμονες ἐρευνητές. Στήν πραγματικότητα είστε ἐρευνητές ἀπό τά πολύ μικρά σας χρόνια, τότε πού ἀνοίγατε τά παιχνίδια σας και τρυπούσατε τίς κούκλες σας, γιά νά μάθετε τά μυστικά τους! Αὐτή η περιέργεια πού ἔχει ο ἀνθρωπός γιά τή γνώση, γιά νά μάθει τί ὑπάρχει γύρω του, πῶς είναι φτιαγμένο και πῶς λειτουργεῖ, είναι πολύ σημαντικό πράγμα. Χωρίς αὐτήν ο ἀνθρωπός θά ήταν ἀδιάφορος κι ο κόσμος δέ θά πρόκοπε.

Φέτος λοιπόν τό μάθημα τῆς φυσικῆς και τῆς χημείας θά ἐρευνήσετε μόνοι σας ν' ἀνακαλύψετε τά μεγάλα μυστικά τῆς φύσης, γιατί μόνο ή γνώση πού ἀποχτοῦμε μόνοι μας ἔχει ἀξία. Βέβαια θά σᾶς βοηθήσει και ο δάσκαλός σας και τό βιβλίο πού ἔχετε στά χέρια σας. "Ομως θά θέλαμε μέ τή δική σας κυρίως προσπάθεια νά μάθετε αντά τά μυστικά. Νά παρατηρεῖτε μέ προσοχή τό καθετή πού ὑπάρχει γύρω σας, νά κάνετε πειράματα — ἔτσι δέν κάνονταν κι οι ἐπιστήμονες; — νά διατυπώσετε τίς ὑποθέσεις σας και νά βγάλετε τά συμπεράσματά σας.

Είτημε πιό πάνω πώς τό φετινό βιβλίο θά σᾶς βοηθήσει σ' αὐτή τήν ἐρευνητική σας προσπάθεια. "Ομως θά σᾶς ἐμπιστευτοῦμε ἔνα μικρό μυστικό. Τό βιβλίο σας είναι ἔτσι γραμμένο, ώστε νά μή μπορεῖτε νά τό ἀποστηθίσετε, γιατί γνώσεις πού παπαγαλίζονται είναι ἀχρηστες γνώσεις. Μήν προσπαθήσετε λοιπόν κάτι τέτοιο, ἀφού οδτε ο δάσκαλός σας θά σᾶς τό ζητήσει.

Καλή ἐπιτυχία!

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.		Σελ.
A. ΦΥΣΙΚΗ			
I. ΥΔΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ			
1. Παρατήρηση και ιδιότητες	8	3. Πυκνότητα και ειδικό βάρος	108
2. "Υλη και μόρια	9	4. Ανωση	111
3. Τά μόρια έλκονται	12	5. Ύδραυλικές μηχανές και ή άρχη του Πασκάλ	114
4. Καταστάσεις της υλης	14	6. Δυνάμεις συνάφειας	116
5. Καταστάσεις της υλης και μόρια	17		
6. "Ενέργεια	19		
7. Μεταφορά και διατήρηση της ένέργειας	21		
8. "Υπόθεση και πείραμα	25		
9. Φύση και φυσική	28		
II. ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ			
1. Στατιστικά σύνολα	30	1. Ό ατμοσφαιρικός άρεας και οι ιδιότητές του	118
2. Θερμότητα και θερμοκρασία	32	2. Η ατμοσφαιρική πίεση	120
3. Συστολή και διαστολή της υλης	34	3. Μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσεως Πείραμα του Τορικέλι	123
4. Θερμόμετρα	37	4. Εφαρμογές της ατμοσφαιρικής πίεσεως	125
5. Τό «άπόλυτο μηδέν»	39	5. Η ανωση στόν άέρα	127
6. Θερμοκρασία, θερμότητα και καταστάσεις της υλης (α)	41	6. Δυνάμεις από την κίνηση στόν άέρα. Αε- ροπλάνα	129
7. Θερμοκρασία, θερμότητα και καταστάσεις της υλης (β)	46	7. Ο άέρας ως πηγή ένέργειας	131
8. "Υγροποίηση των άτμων	50		
9. Μετάδοση της θερμότητας	55		
10. "Ενέργεια, θερμότητα και ό πλανήτης μας	58		
III. ΜΗΧΑΝΙΚΗ			
1. Μέγεθος, μέτρηση και μονάδες	62	I. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
2. Απόσταση	65	1. Είσαγωγή	136
3. Χρόνος	72	2. Μόρια και άτομα	137
4. Μάζα	76	3. Δομή του άτομου και ήλεκτρικά φορτία	139
5. Βάρος	80	4. Δομή του άτομου και σωματίδια	141
6. Κίνηση	84	5. Τά στοιχεῖα	143
7. Κίνηση και δύναμη (α)	88	6. Μίγματα και χημικές ένώσεις	145
8. Κίνηση και δύναμη (β)	91	7. Διαλύματα	147
9. Απλές μηχανές	90	8. Ό χημικός δεσμός	149
α) Ό μοχλός	95	9. Οξειδώση, καύση και χημική ένέργεια	152
β) Ό τροχός	97		
γ) Ή τροχαλία	99		
δ) Τό κεκλιμένο έπιπεδο και ό κοχλίας	101		
10. Η μηχανική των στερεών σωμάτων	102		
IV. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ		II. ΕΙΑΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
1. Έλεύθερη έπιφανεια των ύγρων	104	1. Ό ατμοσφαιρικός άρεας	156
2. Πίεση	106	2. Τό δέγυνό και τό ξύωτο	158
		3. Τό άργυρο	160
		4. Τό διοξείδιο του ανθρακα	161
		5. Τό νερό	162
		6. Τό άνθρακο	166
		7. Τό χλωριούντο νάτριο	167
		8. Ό φλοιός της γῆς	168
		9. Τό πυρίτιο	169
		10. Τό άσβεστιο	170
		11. Τό θείο	172
		12. Ό φωσφόρος	172
		ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	175
		ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ	177

α. φυσική

запутавши події від

I. ΥΛΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

A. ΦΥΣΙΚΗ

1. ΥΛΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1. Παρατήρηση της γύρω περιοχής
2. Τίποι και σημεία
3. Βάση μετρήσεων
4. Κατασκευή
5. Κατασκευή
6. Εξόρυξη
7. Μεταφορά
8. Υπόθεση

1. Παρατήρηση και ιδιότητες

· Άπο μικρά παιδιά συνεχώς κοιτάζουμε γύρω μας τόν κόσμο πού μᾶς περιβάλλει. Μέσα σ' αὐτόν βλέπουμε χιλιάδες πράγματα, μικρά, μεγάλα, σκληρά, μαλακά, μέν διαφορετικά χρώματα καί διαφορετικά σχήματα. Μέσα στήν τάξη μας βλέπουμε τό δάσκαλο, τούς συμμαθήτες μας, τόν πίνακα, τήν κιμωλία, τά θρανία καί πολλά ἄλλα. Στήν έκδρομη βλέπουμε πουλιά, λουκουδία, δέντρα καί, ἄν κοιτάζουμε μακριά, βουνά καί πεδιάδες. · Άν κοιτάζουμε στόν ούρανό, τή μέρα βλέπουμε τόν ήλιο καί τή νύχτα τό φεγγάρι καί τ' ἀστέρια. Τό χειμώνα συχνά δ ούρανός σκεπάζεται μέν σύννεφα καί πολλές φορές βλέπουμε νά πέφτει βροχή, χαλάζι ἢ χιόνι. Πολλά ἀπό τά πράγματα αυτά μᾶς κινοῦν τό ένδιαφέρον καί τά περιεργαζόμαστε ἀπό πιό κοντά καί μέν μεγαλύτερη προσοχή. Περιεργαζόμαστε ἔνα ώραϊο ὅστρακο πού βρήκαμε στήν παραλία, ἔνα παράξενο πουλί ἢ ἔνα αὐτοκίνητο πού περνάει στό δρόμο. Συχνά ἀπό τήν παρατήρηση αυτή μᾶς γεννιοῦνται ἐρωτήματα. Γιατί βρέχει; Πώς κινεῖται τό αὐτοκίνητο; Πόσο μακριά είναι τό φεγγάρι; Φυσικά, μᾶς ένδιαφέρει νά μάθουμε τίς ἀπαντήσεις σέ όλες μας αὐτές τίς ἀπορίες. · Άλλα πρίν φτάσουμε σ' αὐτό, δεδούμε

πόσο καλά μποροῦμε νά παρατηρήσουμε ἔνα ἀντικείμενο πού μᾶς ένδιαφέρει.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Πάρτε ἔνα ἀπλό πράγμα δ καθένας. Μιά κιμωλία, ἔνα βότσαλο, ἔνα τόπι ἢ ὅτι ἄλλο βρεῖτε καί περιγράψτε στό τετράδιό σας τί παρατηρεῖτε.

· Ας δοῦμε τώρα τί παρατηρήσαμε. Πρώτα ἀπ' ὅλα βρήκαμε διαφορές. Τό τόπι είναι στρογγυλό, ἔνω τό βιβλίο δέν είναι. · Ή κιμωλία είναι ἄσπρη, τό τετράδιο γαλάζιο καί δ πίνακας μαύρος. Τό βότσαλο είναι βαρύ, ἄλλα η κιμωλία είναι ἐλαφριά. · Όλα αὐτά τά ἀντικείμενα είναι μεταξύ τους διαφορετικά. · Έμεις ὅμως, ὅταν τά παρατηρήσαμε, κάναμε σχεδόν γιά ὅλα τό ἴδιο πράγμα. Κοιτάζαμε ἄν είναι τετράγωνα, στρογγυλά, ἄν ἔχουν γωνίες, ἢ ἄν είναι ἀκανόνιστα. Δηλαδή, παρατηρήσαμε τό σχήμα τους. · Από τήν ἄλλη μεριά εἴπαμε ὅτι τό ἔνα είναι ἄσπρο, τό ἄλλο μαύρο καί τό ἄλλο κόκκινο. Δηλαδή, παρατηρήσαμε τό χρῶμα τους.

· Όλα αὐτά τά γνωρίσματα, τό σχήμα, τό χρῶμα, τό μέγεθος, πού χρησιμοποιή-

σαμε γιά τήν περιγραφή μας, τά λέμε, μέ
μιά λέξη, **ἰδιότητες**. Δηλαδή, μέ τήν παρα-
τήρηση ἔξετάζουμε τίς **ἰδιότητες** τοῦ πράγ-
ματος πού παρατηροῦμε.

Φυσικά, ὅπως ξέρουμε, ὁ κόσμος εἶναι
πολύ μεγάλος καὶ δέν μποροῦμε νά δοῦμε
μόνοι μας ὅ,τι ύπάρχει μέσα σ' αὐτόν.
“Ολοι μας ἔχουμε δεῖ γάτα, ἀλλά πόσοι ἀπό
μᾶς ἔχουν δεῖ ἀλλιθινό κροκόδειλο; Πόσοι
ἀπό μᾶς ἔχουν μπεῖ σέ ἀεροπλάνο;
Πολλά πράγματα δέν μποροῦμε νά τά δοῦμε μόνοι
μας, γιατί εἶναι πολύ μακριά. Ἀλλα δέν τά
βλέπουμε, γιατί εἶναι πολύ μικρά. Γιά νά ἔξε-
τάσουν τέτοια πράγματα, πολλές φορές οἱ
ἐπιστήμονες χρησιμοποιοῦν εἰδικά ὅργανα.
Οἱ ἀστρονόμοι, γιά νά παρατηρήσουν τά
μακρινά ἄστρα, χρησιμοποιοῦν τηλεσκόπια.
Οἱ γιατροί, γιά νά παρατηρήσουν τά μικρό-
βια, πού εἶναι πολύ μικρά, χρησιμοποιοῦν
μικροσκόπια. Γιά δλα αὐτά διαβάζουμε στά
βιβλία, βλέπουμε φωτογραφίες ἢ τά παρακο-
λουθοῦμε στόν κινηματογράφο καὶ στήν τη-
λεόραση. Δηλαδή, κάποιος ἄλλος κάνει πα-
ρατήρηση καὶ περιγράφει σέ μᾶς τίς **ἰδιό-**
τητες τοῦ πράγματος πού ἔξετασε.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

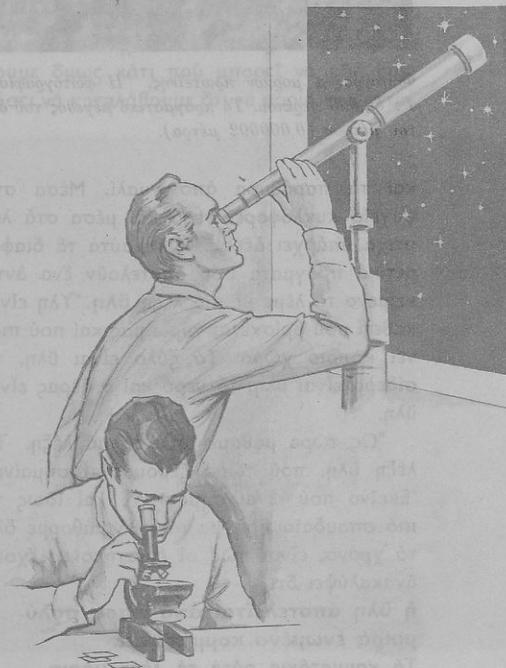
Διαλέξτε ἔνα πράγμα ἀπό τό σπίτι,
ἀπό τόν κῆπο, κάτι πού βλέπετε στό δρόμο
ἢ κάτι πού βλέπετε μακριά. Γράψτε τί
παρατηρεῖτε. Σέ κάθε παρατήρηση πού
κάνετε γράψτε ποιά **ἰδιότητα** περιγράφετε.
Ανακοινώστε τήν παρατήρησή σας
στήν τάξη.

2. **Ύλη καὶ μόρια**

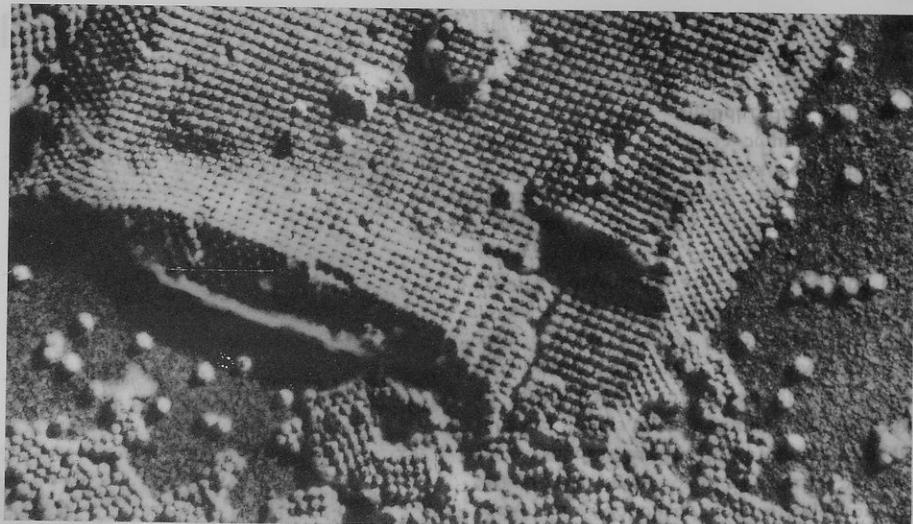
Ἄν παρατηρήσουμε ἔνα πολύπλοκο πράγ-
μα, ὅπως ἔνα αὐτοκίνητο, βλέπουμε ὅτι εἶναι
φτιαγμένο ἀπό πολλά διαφορετικά κομμά-
τια. Ἡ μηχανή εἶναι ἀπό σίδερο, τά καθί-
σματα ἀπό δέρμα, οἱ ρόδες ἀπό λάστιχο



Παρατηροῦμε μέ προχοχή κάτι πού μᾶς κινεῖ τό ἐν-
διαφέρον.



Οἱ ἐπιστήμονες χρησιμοποιοῦν συχνά εἰδικά ὅργανα
γιά τίς παρατηρήσεις τους.



Φωτογραφία μορίων πρωτεΐνης. Η φωτογραφία έχει ληφθεῖ μέ τηλεπιφυνικό μικροσκόπιο σέ μεγέθυνση 1: 80.000 περίπου. Τό πραγματικό μέγεθος τοῦ δείγματος πού βλέπουμε είναι περίπου δύο έκατομμυριοστά τοῦ μέτρου (0,000002 μέτρα).

καί τά παράθυρα ἀπό γυαλί. Μέσα στό ψυγεῖο κυκλοφορεῖ νερό καί μέσα στά λάστιχα ὑπάρχει ἀέρας. "Ολα αὐτά τά διαφορετικά πράγματα πού ἀποτελεῖν ἔνα ἀντικείμενο τά λέμε μέ μιά λέξη **ϋλη**. "Ϋλη εἶναι καθετέρι πού βρίσκεται γύρω μας καί πού πιάνει κάποιο χῶρο. Τό ξύλο εἶναι υλη, τό σίδερο εἶναι υλη, τό νερό καί δέ ἀέρας εἶναι υλη.

"Ως τώρα μάθαμε ἀπλῶς μιά λέξη. Τή λέξη υλη, πού τώρα ξέρουμε τί σημαίνει. "Εκεῖνο πού εἶναι σημαντικό, καί ίσως τό πιό σπουδαῖο πράγμα πού θά μάθουμε δύο τό χρόνο, εἶναι πώς οι ἐπιστήμονες έχουν ἀνακαλύψει δτι

ή υλη ἀποτελεῖται ἀπό πάρα πολύ μικρά ἐνωμένα κομματάκια.

Τά κομματάκια αὐτά τά λέμε μόρια.

Τά μόρια εἶναι τόσο μικρά, πού δέν μποροῦμε κάν νά τά δοῦμε. Μέσα σέ μιά δαχτυλίθρα νερό ὑπάρχουν πολλά δισεκατομ-

μύρια μόρια νεροῦ. Άκομη καί σ' ἔνα κόκκο κιμωλίας ὑπάρχουν δισεκατομμύρια μόρια κιμωλίας.

"Όλα αὐτά εἶναι δύσκολο νά τά πιστέψει κανείς. "Ἄς προσπαθήσουμε δύμας μόνοι μας νά δοῦμε ἄν πράγματι ή υλη ἀποτελεῖται ἀπό μόρια, έστω καί ἄν εἶναι τόσο μικρά πού δέν τά βλέπουμε.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε **ζάχαρη**, ἔνα χάρτινο κύπελλο γεμάτο νερό, μιά καρφίτσα καὶ μερικές δόντογλυνφίδες.

1) Βάλτε δύο κονταλάκια **ζάχαρη** στό νερό καί ἀνακατέψτε καλά. Βλέπετε τώρα τή **ζάχαρη**;

2) Μέ μιά καθαρή δόντογλυνφίδα δοκιμάστε μιά σταγόνα νερό ἀπό τήν **ζάχαρη**. Υπάρχει **ζάχαρη** στό νερό;

3) Κάνετε μιά τρυπούλα μέ τήν καρφίτσα στό πλάι του χυπέλλου. Δοκιμάστε μέ τήν δόντογλυφίδα τή σταγόνα πού θά βγει. Υπάρχει ζάχαρη στή μέση τού χυπέλλου;

4) Κάνετε ἄλλη μιά τρύπα στόν πάτο και δοκιμάστε πάλι τή σταγόνα πού θά βγει. Υπάρχει ζάχαρη στόν πάτο τού χυπέλλου;

“Οταν βάλαμε τή ζάχαρη μέσα στό νερό, αυτή διαλύθηκε και πάψαμε νά τή βλέπουμε. Παρ’ όλα αυτά βεβαιωθήκαμε ότι ούπτρχε ζάχαρη σέ δλα τά μέρη τού νερού. Αύτό έγινε, γιατί ή ζάχαρη ἀποτελεῖται ἀπό μόρια πού διασκορπίστηκαν στό νερό.

‘Η ἀνακάλυψη ότι ή ψλη ἀποτελεῖται ἀπό μόρια είναι ίσως ή μεγαλύτερη πού ἔγινε ποτέ. Μέ τήν ἀνακάλυψη αὐτή ἔξηγήθηκαν ἔνα σωρό πράγματα, πού πρίν ἀπό ἔκατό χρόνια ἤταν ἀνεζήγητα. ‘Οσο προχωροῦμε, θὰ χρησιμοποιοῦμε όλο και περισσότερο τό γεγονός ότι ή ψλη ἀποτελεῖται ἀπό μόρια. Πάρα πολλές φορές θά κάνουμε στόν ἑαυτό μας τήν ἐρώτηση : «Πῶς μπορῶ νά ἔξηγήσω αὐτή τήν παρατήρηση ξέροντας ότι ή ψλη ἀποτελεῖται ἀπό μόρια;» ‘Εκείνο πού πρέπει νά θυμούμαστε είναι ότι τά μόρια είναι πάρα πολύ μικρά. Είναι τό μικρότερο κομμάτι, ἀπό ἔνα ειδος ψλης πού μποροῦμε νά πάρουμε. Είναι τό μικρότερο κομμάτι κιμωλίας πού ὑπάρχει. Ἀντίθετα μιά ὀλόκληρη κιμωλία ἀποτελεῖται ἀπό μυριάδες ίδια μόρια. Τό ίδιο και μιά σταγόνα νερό ἀποτελεῖται ἀπό μυριάδες μόρια. Τό ότι τό νερό ἔχει τελείως διαφορετικές ιδιότητες ἀπό τήν κιμωλία είναι, γιατί ἔνα μόριο νεροῦ είναι τελείως διαφορετικό ἀπό ἔνα μόριο κιμωλίας.

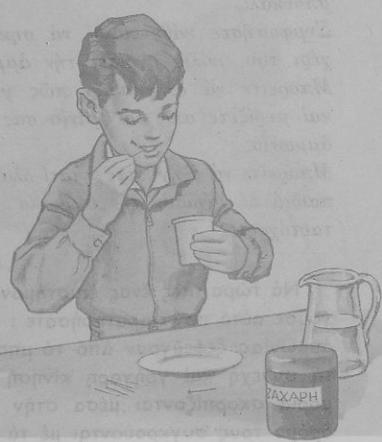
‘Αν σᾶς φάνηκε παράξενη και λίγο δύσκολη νά τήν πιστέψετε ή ἀνακάλυψη τῶν μορίων, ἀκοῦστε κάτι πιο ἐντυπωσιακό, πού

ἀνακάλυψαν οι ἐπιστήμονες, όταν ἀρχισαν νά παρατηροῦν τά μόρια :

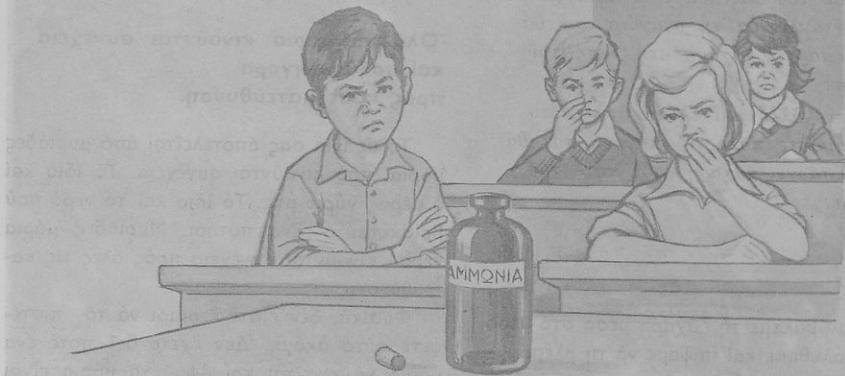
“Ολα τά μόρια κινοῦνται συνέχεια καὶ πολύ γρήγορα πρός κάθε κατεύθυνση.

Τό θρανίο σας ἀποτελεῖται ἀπό μυριάδες μόρια, πού κινοῦνται συνέχεια. Τό ίδιο καὶ ὁ ἀέρας γύρω μας. Τό ίδιο καὶ τό νερό πού βρίσκεται σ’ ἔνα ποτήρι. Μυριάδες μόρια νεροῦ κινοῦνται συνέχεια πρός ὅλες τίς κατευθύνσεις.

Φυσικά, δέν είστε ἔτοιμοι νά τό πιστέψετε αὐτό ἀκόμη. Δέν ἔχετε δεῖ ποτέ ἔνα μόριο νά κινεῖται καὶ ἀφοῦ τά μόρια είναι τόσο μικρά, δέν πρόκειται ποτέ νά τά δεῖτε, ἂν δέν χρησιμοποιήσετε τά δυνατά μικροσκόπια πού ἔχουν οι ἐπιστήμονες. Ἀς κάνουμε ὅμως κάτι πού μπορεῖ νά μᾶς βοηθήσει νά καταλάβουμε ότι τά μόρια κινοῦνται.



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Μέ μιά καρφίτσα και μιά καθαρή δόντογλυφίδα μποροῦμε νά παρατηρήσουμε ἄν ψάρχει ζάχαρη σέ δλα τά μέρη τοῦ νεροῦ.



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Μόρια άμμωνίας ξεφεύγουν άπό το μπουκάλι πάνω στήν έδρα και μέ τή συνεχή και γρήγορη κίνησή τους σκορπίζονται μέσα στήν τάξη.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Πάνω στήν έδρα ύπαρχει ένα μπουκάλι μέ άμμωνία.

Κάποιος βγάζει τό πώμα άπό τό μπουκάλι.

Συμφωνήστε κάθε παιδί νά σηκώνει τό χέρι του, μόλις μυρίσει τήν άμμωνία. Μπορείτε νά έξηγήσετε, πως γίνεται και μυρίζετε άπό τό θρανίο σας τήν άμμωνία;

Μπορείτε νά έξηγήσετε, γιατί όλα τά παιδιά δέ μύρισαν τήν άμμωνία ταυτόχρονα;

Νά τώρα πώς ένας έπιστήμονας θά έζηγούσε αύτό πού παραπρήσατε : Μόρια τής άμμωνίας ξεφεύγουν άπό τό μπουκάλι. Μέ τή συνεχή και γρήγορη κίνησή τους τά μόρια σκορπίζονται μέσα στήν τάξη. Στό δρόμο τους συγκρούονται μέ τά μόρια τού άερα, πού κι αύτά συνεχώς κινοῦνται. Κάποια στιγμή τά μόρια τής άμμωνίας φτάνουν στή μύπτη σας... Φυσικά, άφού άρχισαν νά ξεφεύγουν άπό τό μπουκάλι πάνω στήν

έδρα, πρώτα φτάνουν στά μπροστινά θρανία και μετά στά πίσω.

Μπορείτε τώρα κι έσείς νά έξηγήσετε στή μητέρα σας γιατί μοσχοβολάει τό φαγητό στήν πιατέλα, όταν κάθεστε τό μεσημέρι στό τραπέζι.

3. Τά μόρια έλκονται

Ζοῦμε λοιπόν σ' έναν κόσμο φτιαγμένο άπό μυριάδες μόρια, πού συνέχεια κινοῦνται δεξιά, άριστερά, πάνω, κάτω και μάλιστα πολύ γρήγορα ! Μήπως τώρα πού τό μάθαμε αύτό μᾶς φοβίζει λίγο ; "Ετσι όπως καθόμαστε, μήπως τά μισά μόρια τοῦ θρανίου μας ξεκολλήσουν και πεταχτοῦν στήν άλλη άκρη τοῦ δωματίου ; "Οχι, βέβαια. Ξέρουμε ότι τέτοια πράγματα δέ γίνονται...

"Άφοῦ ζώμας ξέρουμε ότι τά μόρια συνεχώς κινοῦνται, γιατί δέ ξεφεύγουν άπό τό θρανίο μας ; Γιατί δέ σκορπίζονται μέσα σ' όλο τό δωμάτιο ; "Ισως ή έπόμενη έργασία σας βοηθήσει νά καταλάβετε γιατί.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστείτε ένα κομμάτι λαδόχαρτο και λίγο νερό.

1) Ρίξτε μερικές σταγόνες νερό πάνω στό λαδόχαρτο και μέ ένα άλλο μικρό κομμάτι λαδόχαρτο σπρώξτε μιά σταγόνα, ώσπου μόλις νά άγγιξει μιάν άλλη.

Τί παρατηρείτε;

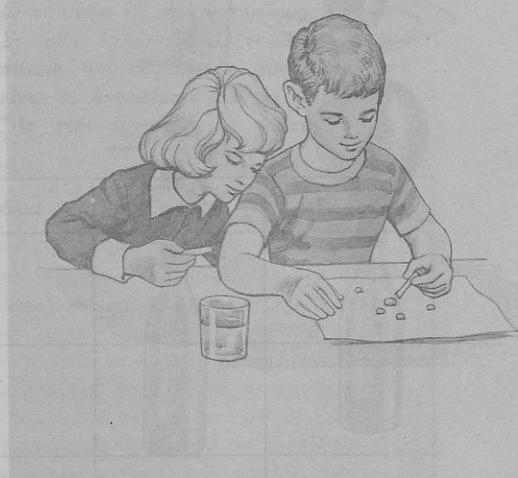
2) Υπάρχει καμιά διαφορά, ήν οι σταγόνες είναι μεγάλες ή μικρές;

Προσπαθήστε νά κάνετε τήν ίδια έργασία μέ σσο πιό μικρές σταγόνες μπορείτε. Τί παρατηρείτε;

Παρατηρήσαμε ότι, όταν οι δύο σταγόνες πλησιάζουν πολύ κοντά, ή μιά τραβάει τήν άλλη και ένωνονται σέ μιά σταγόνα.

"Ολοι μας έχουμε δεῖ μαγνήτες νά τραβοῦν μικρά σιδεράκια, όταν πλησιάζουν κοντά τους. Οι δύο σταγόνες, πού τραβοῦν ή μιά τήν άλλη ή, σπως άλλιώς λέμε, **έλκονται**, δέ σᾶς θυμίζουν κάπι παρόμοιο πού γίνεται μέ τούς μαγνήτες; "Όταν ένας μαγνήτης έρθει κοντά σέ μιά καρφίτσα, βλέπουμε ότι τήν έλκει μέ κάποια δύναμη. Τό ίδιο παρατηρήσαμε και μέ τίς δύο σταγόνες. **Έλκονται** μέ μιά δύναμη.

"Η σπουδαιότερή μας ίμως παρατήρηση ήταν ότι, όσο μικρές και νά κάνουμε τίς σταγόνες, τό άποτέλεσμα είναι τό ίδιο: Οι σταγόνες **έλκονται**. Καί λογικό είναι νά περιμένουμε ότι, καί μικρότερες άκομη σταγόνες νερού **άν** μπορούσαμε νά φτιάξουμε, πάλι τό ίδιο άποτέλεσμα θά είχαμε. Άλλα θυμηθείτε πού θά φτάσουμε, **άν** συνεχίσουμε

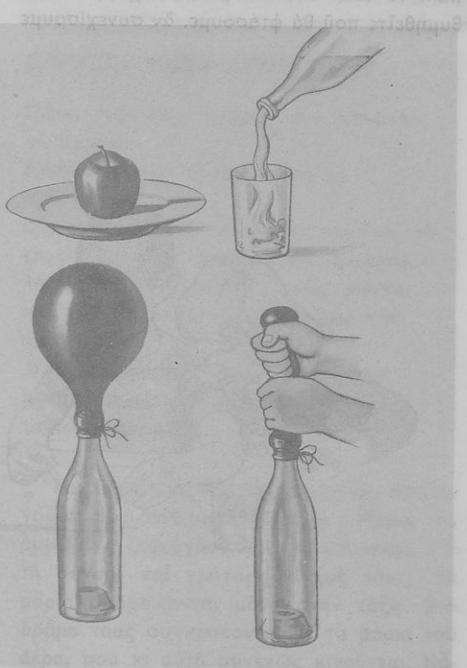


Άφού ξέρουμε ότι τά μόρια συνεχῆς κινοῦνται, γιατί τά μόρια τού χάρακα δέ σκοπιζόνται μέσα σ' δλο τό δωμάτιο;

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. "Όταν φέρουμε μιά σταγόνα κοντά σέ μιά άλλη, παρατηρούμε ότι οι σταγόνες **έλκονται**.



Ψώνια σέ στερεά και άγρη κατάσταση.



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Παρατηροῦμε ποιες ιδιότητες τῆς ψήνης ἀλλάζουν στή στερεά, στήν άγρη και στήν ἀέρια κατάσταση.

νά φτιάνουμε ὅλο και μικρότερες σταγόνες; Ἀσφαλῶς σέ ἔνα μόριο νεροῦ.

Τώρα μποροῦμε μόνοι μας νά δώσουμε τήν ἀπάντηση στό γιατί τά μόρια τοῦ θρανίου μας δέν ξεφεύγουν πρός κάθε κατεύθυνση. Είναι γιατί

τά μόρια ἔλκονται.

Υπάρχει δηλαδή μιά δύναμη, πού τραβάει, τό ἔνα μόριο κοντά στό ἄλλο.

Φυσικά, ἐμεῖς στήν ἐργασία πού κάναμε δέν εἶδαμε δύο μόρια νά ἔλκονται. Ξέρουμε δτί δύο σταγόνες, σδο μικρές και ἄν είναι, ἀποτελοῦνται ἀπό μυριάδες μόρια. Και ἐκεῖνο πού εἶδαμε είναι μυριάδες μόρια νά ἔλκουν μυριάδες ἄλλα μόρια. Ἄλλα, μέ μιά λογική σκέψη, ἀνακαλύψαμε μιά σπουδαία ιδιότητα τῶν μορίων, πού θά μας βοηθήσει νά καταλάβουμε πολλά πράγματα γιά τήν ςλη.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θά χρειαστεῖτε μερικά σπίρτα, ἔνα καρφί, μιά κιμωλία, ἔνα μακαρόνι κι ἔνα μπισκότο.

1) Προσπαθήστε νά σπάσετε στά δύο ὅλα τά παραπάνω ἀντικείμενα καὶ παρατηρήστε μέ πόση δυσκολία σπάζει τό καθένα. Γράψτε τα μέ τή σειρά, ἀρχίζοντας ἀπό αὐτό πού σπάζει πιό εύκολα ως αὐτό πού σπάζει πιό δύσκολα. Πῶς μπορεῖτε νά ἐξηγήσετε τίς παρατηρήσεις σας μέ δσα ξέρετε γνώρω ἀπό τά μόρια;

2) Προσπαθήστε νά σπάσετε δύο σπίρτα μαζί, τοία σπίρτα μαζί και τέσσερα σπίρτα μαζί. Τί παρατηρεῖτε; Πῶς ἐξηγεῖτε τίς παρατηρήσεις σας;

4. Καταστάσεις τῆς ςλης

“Οταν πηγαίνουμε γιά ψώνια, ἀγοράζουμε ἔνα μπουκάλι λάδι ἢ μιά σακούλα μῆλα.

Ποτέ δέν άγοράζουμε ένα μπουκάλι μήλα ή μιά σακούλα λάδι... Μπορείτε νά πείτε γιατί; Μά, φυσικά. Γιατί τό λάδι είναι ύγρος και τά μήλα στερεά. "Η, αν θέλετε νά μιλήσουμε πιο «έπιστημονικά», τό λάδι είναι υλη σέ ύγρη κατάσταση και τά μήλα είναι υλη σέ στερεά κατάσταση." Από μικροί, χωρίς καλά καλά νά τό σκεφτόμαστε, ζέρουμε νά ξεχωρίζουμε τά άντικείμενα πού βρίσκονται γύρω μας σέ ύγρα και σέ στερεά.

Ζέρουμε όμως ότι ύπάρχει και μιά άλλη κατάσταση τής υλης, πού δέν είναι ούτε ή στερεά ούτε ή ύγρη. Τό ζέρουμε παραπρήσει μέ τήν μπάλα μας. Γιά νά μπορέσουμε νά παίξουμε μέ τήν μπάλα, πρέπει νά τή φουσκώσουμε, δηλαδή πρέπει νά βάλουμε μέσα στήν μπάλα άέρα πού είναι υλη, άλλα όμως ούτε σέ στερεά ούτε σέ ύγρη κατάσταση. Λέμε ότι ή υλη αύτή είναι σέ **άερια κατάσταση**. Έχουμε πολλά παραδείγματα υλης σέ άερια κατάσταση. Οι φυσαλίδες μέσα σέ μιά πορτοκαλάδα, ο άέρας στά λάστιχα τού ποδηλάτου, ο καπνός άπό τίς καμινάδες και άλλα. Μπορείτε κι έσεις νά σκεφτείτε μερικά;

Τό άν είναι πράγμα είναι στή στερεά, στήν ύγρη ή στήν άερια κατάσταση είναι κι αύτό μιά άπό τίς ιδιότητες τής υλης του, όπως

είναι τό χρώμα του ή τό βάρος του. Άλλα άσ σκεφτούμε πως βρίσκουμε ένα άντικείμενο είναι στή μιά ή τήν άλλη κατάσταση.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστείτε ένα μηλο, ένα μπουκάλι γεμάτο νερό, ένα ποτήρι, ένα βαθύ πιάτο καλ ένα μπαλόνι.

Τό πάτω μέρος τής σελίδας είναι χαρακωμένο σέ στήλες και σειρές ή, όπως άλλις λέμε, έχει έτοιμαστεί ένας πίνακας. Αντό τό κάνουμε συχνά, όταν θέλουμε νά κάνουμε μιά παρατήρηση μέ σύστημα και προσοχή. "Επικεφαλίδα σέ κάθε στήλη τού πίνακα ζέρουμε βάλει μιά ιδιότητα τής υλης.

"Η μόνη ιδιότητα πού μπορεῖ νά σᾶς παραξενέψει λίγο είναι ο δύκος. "Όπως ίσως ξέρετε, μέ τή λέξη «δύκος» έννοούμε πόσο χόρο πιάνει ένα άντικείμενο. Η κάθε σειρά τού πίνακα στό κάτω μέρος τής σελίδας είναι γιά μιάν άπό τίς τρεῖς καταστάσεις τής υλης. Αρχίστε νά κάνετε μέ τή σειρά τίς παρακάτω έργασίες.

Σέ κάθε έργασία διαλέξτε τή σειρά τού πίνακα, πού σᾶς λέει σέ ποιά κατάσταση είναι τό άντικείμενο πού παρατηρείτε.

"Αν στήν έργασία πού κάνατε άλλαξε

	Σχήμα	Χρόμα	Όγκος	Βάρος
Στερεά Κατάσταση				
Ύγρη Κατάσταση				
Άερια Κατάσταση				

μιά ίδιότητα της όλης, βάλτε ένα σταυρό στή στήλη πού έχει αντή την ίδιότητα για έπικεφαλίδα.

- 1) Σέ ποιά κατάσταση είναι τό μήλο; Βάλτε τό μήλο μέσα στό πιάτο. Ποιά ίδιότητά του άλλαξε, δταν τό βάλατε στό πιάτο; Βάλτε τό μήλο στήν τσέπη σας. "Άλλαξε καμιά ίδιότητά του; Ποιά ίδιότητα τοῦ μήλου σάς βοηθάει νά πείτε δτι έχετε στήν τσέπη σας ένα μήλο;
- 2) Σέ ποιά κατάσταση της όλης είναι τό νερό μέσα στό μπουκάλι; 'Άδειάστε τό νερό μέσα στό ποτήρι. "Άλλαξε καμιά ίδιότητα τοῦ νερού;

3) Φονσκώστε λίγο τό μπαλκόνι Χωρίς νά άφηστε νά φύγει άέρας, περάστε τό λαιμό τοῦ μπαλονιοῦ γύρω από τό λαιμό τοῦ μπουκαλιοῦ. Δέστε το σφιχτά μέ ένα σπάγκο. Τώρα τό μπαλόνι και τό μπουκάλι συγκοινωνοῦν. Σέ ποιά κατάσταση της όλης είναι ο άέρας μέσα στό μπουκάλι και στό μπαλόνι; Μέ προσοχή πιέστε τό μπαλόνι σιγά σιγά, ώστε νά τό σφίξετε δλο μέσα στήν παλάμη σας. Ποιές ίδιότητες τοῦ άέρα μέσα στό μπαλόνι και στό μπουκάλι άλλαξαν;

"Όλα αύτά πού είδαμε στήν παραπάνω έργασία λίγο πολύ τά ξέραμε. "Οταν λέμε στερεά, έννοούμε άντικείμενα πού έχουν ένα δρισμένο σχήμα και έναν δρισμένο ζγκο. Γιά ν' άλλαζουμε τό σχήμα τους, πρέπει νά καταβάλουμε κάποια προσπάθεια — γιά άλλα μεγάλη και γιά άλλα μικρή. 'Αντίθετα, τό σχήμα τῶν ύγρων μποροῦμε νά τό κάνουμε δ,τι θέλουμε. Τό νερό, πού είναι στήν ύγρη κατάσταση, τό βάζουμε σέ μπουκάλια, σέ ποτήρια, τό περνοῦμε μέσα από σωλήνες, τό βλέπουμε νά κυλάει σέ ρυάκια και σέ ποτάμια. Δηλαδή, στήν ύγρη κατάσταση ή όλη δέν έχει καμιά προτίμηση γιά τό σχήμα της. Πλαίνει τό σχήμα τοῦ δοχείου πού θά τήν βάλουμε. Παρ' άλλα αύτά, από τήν

παρατήρηση πού κάναμε, είδαμε δτι έχει ένα κοινό χαρακτηριστικό μέ τήν όλη στή στερεά κατάσταση : 'Ο ζγκος ένός ύγρου, δταν τό μεταφέρουμε από ένα δοχείο σέ άλλο, δέν άλλάξει. 'Άδειάζουμε ένα μπουκάλι γάλα σέ μιά κατσαρόλα. Ξέρουμε δτι άν θελήσουμε νά ξαναβάλουμε τό γάλα μέσα στό μπουκάλι θά έχουμε πάλι ένα γεμάτο μπουκάλι γάλα — ούτε περισσότερο ούτε λιγότερο. Κι αυτό γιατί ο ζγκος τοῦ ύγρου δέν άλλαξε.

Τέλος, οπως είδαμε στήν έργασία μας, τά άέρια δέν έχουν καμιά προτίμηση ούτε στό σχήμα πού θά πάρουν ούτε στό χώρο πού θά πιάσουν, δηλαδή στόν ζγκο τους. "Αν τά βάλουμε μέσα σέ ένα μπαλόνι, θά πάρουν τό σχήμα τοῦ μπαλονιοῦ. "Αν βάλουμε άέρα μέσα στό λάστιχο τοῦ αυτοκινήτου, θά πάρει τό σχήμα τής ρόδας. Και ο άέρας άκόμη πού άναπτνέουμε αυτή τή στιγμή έχει πάρει τό σχήμα τής αιθουσας. 'Άλλα ζχι μόνο αυτό. Τά άέρια είναι «σάν νά μήν τά χωράει ο τόπος». Προσπαθοῦν νά καταλάβουν όσο γίνεται μεγαλύτερο χώρο. "Αν τρυπήσουμε ένα μπαλόνι, ξέρουμε δτι ο άέρας θά ξεφύγει και θά πάει μέσα σέ δλο τό δωμάτιο. Τό ίδιο και μέ τό λάστιχο τοῦ ποδηλάτου μας. "Αν έχει μιά τρύπα, άλος ο άέρας θά φύγει από μέσα πρός δλες τίς κατευθύνσεις.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γεμίστε ένα φλιτζάνι τοῦ καφέ μέ νερό.
1) Σέ ποιά κατάσταση της όλης είναι τό νερό;

"Αν άπάρχει ψυγείο, βάλτε τό φλιτζάνι στήν κατάψυξη τοῦ ψυγείου γιά τρεις δρες. Σέ ποιά κατάσταση είναι τώρα η όλη μέσα στό φλιτζάνι;

2) 'Αφήστε τό φλιτζάνι γιά μισή ώρα έξω από τό ψυγείο. Σέ ποιά κατάσταση είναι τώρα η όλη μέσα στό φλιτζάνι;

3) Τί συμπέρασμα βγάζετε από τήν έργασία σας;

5. Καταστάσεις τῆς ὑλης καὶ μόρια

Ἐχουμενο μάθει ὡς τώρα τρία σπουδαῖα πράγματα γιά τὴν ὕλη :

· Ἡ ὑλη ἀποτελεῖται ἀπό μόρια,
τὰ μόρια κινοῦνται συνέχεια καὶ
τὰ μόρια ἔλκονται.

Μέ τις τρεῖς αὐτές ἀνακαλύψεις μας μποροῦμε νά ἐξηγήσουμε πολλές ιδιότητες τῆς ὕλης. Ἀλλά ἂς ἀρχίσουμε πρώτα ἀπό τίς τρεῖς καταστάσεις τῆς ὑλης πού μόλις περιγράψαμε.

Οι δύο ιδιότητες τῶν μορίων πού βρήκαμε ἔρχονται σέ ἀντίθεση μεταξύ τους. Ἡ ἔλξη τῶν μορίων προσπαθεῖ νά φέρει ὅσο πιο κοντά γίνεται τό ἔνα μόριο μέ τό ἄλλο. Ἀντίθετα, ἡ ἀδιάκοπη κίνησή τους προσπαθεῖ νά τά σκορπίσει. Φυσικά, τό τί τελικά θά γίνει ἔξαρταται ἀπό τό πόσο μεγάλη είναι ἡ δύναμη πού ἔλκει τὰ μόρια καὶ ἀπό τό πόσο γοργήρον είναι ἡ κίνησή τους.

Ὑποπτεύόμαστε δτι αὐτή ἡ σχέση ἔχει κάτι νά κάνει μέ τὴν κατάσταση τῆς ὑλης. Γιά νά καταλάβουμε τί ἀκριβῶς γίνεται, θά κάνουμε πάλι μιά ἐργασία μέσα στίν τάξη. Ὅπως πάντα, θά παρατηρήσουμε μικρά κομματάκια ὑλης πού, ὅπως ζέρουμε, ἀποτελοῦνται ἀπό πάρα πολλά δισεκατομμύρια μόρια. Ἀλλά ἡ συμπεριφορά τους θά μᾶς βοηθήσει νά δοῦμε τί κάνουν τά ἴδια τά μόρια.

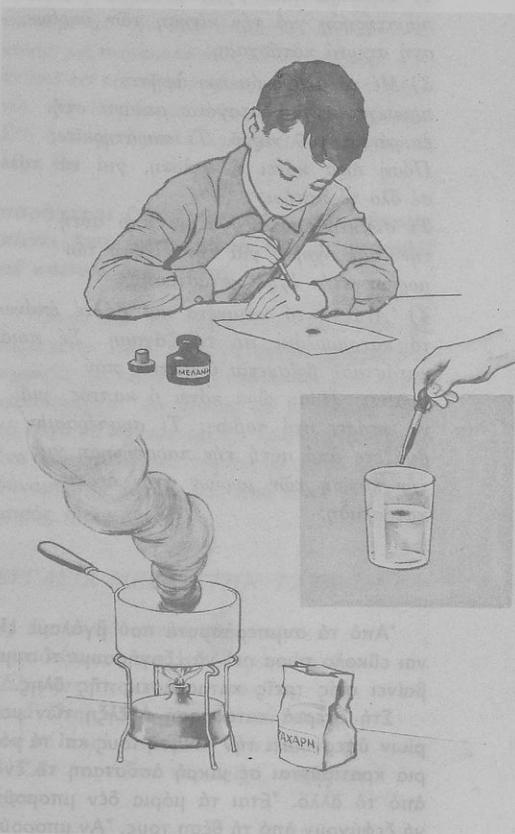
ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε ἔνα στυπόχαρτο, ἔνα σταγονόμετρο, ἔνα γυάλινο ποτήρι μέ νερό, ἔνα μελανοδοχεῖο μέ μπλέ μελάνη, λίγη ζάχαρη μέσσα σ' ἔνα κατσαρολάκι καὶ ἔνα καμινέτο.

1) Κοιτάξτε τό στυπόχαρτο. Φυσικά, δέν βλέπετε τὰ μόρια τοῦ χαρτιοῦ, ἀλλά ξέρετε δτι τό χαρτί ἀποτελεῖται ἀπό μυριάδες μόρια, πού κινοῦνται συνέχεια. Ἡν μποροῦσαμε νά σημαδέψουμε ἔνα

ἀπό τά μόρια τοῦ χαρτιοῦ, θά μπορούσαμε νά παρατηρήσουμε πῶς κινεῖται. Αὐτό δέν μποροῦμε νά τό κάνουμε, ἀλλά μποροῦμε νά κάνουμε κάτι ἄλλο : νά ἀνακατέψουμε μέσα στά ἄσπρα μόρια τοῦ χαρτιοῦ μόρια πού ἔχουν ἄλλο χρῶμα.

2) Ρίξτε μέ τό σταγονόμετρο μιά σταγόνα μελάνη πάνω στό στυπόχαρτο. Τί ἔγινε τώρα μέ τά μόρια τῆς μελάνης καὶ τοῦ χαρτιοῦ; Παρατηρεῖτε καμιά



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Παρατηροῦμε δτι τά μόρια κινοῦνται διαφορετικά μέσα στίς τρεῖς καταστάσεις τῆς ὑλης.

διαφορά στό χρῶμα τῆς μελάνης μέσα στό μελανοδοχεῖο καὶ τῆς μελάνης πάνω στό χαρτί; Γιατί;

"Έχουμε τώρα πάνω στό χαρτί μας μυριάδες ἀσπρα καὶ μπλέ μόρια ἀνακατομένα. Σκεφτεῖτε δὲς τίς μονυτζούντες πού ἔχετε κάνει παλιά κατά λάθος. Τί πιστεύετε, αὐτή ἡ μονυτζούντα πού βλέπετε τώρα θ' ἀπλωθεῖ σ' δλο τό χαρτί ἡ θά μεινεί ὅπως εἶναι;

Τί συμπεράσματα βγάζετε ἀπό αὐτή τήν παρατήρηση γιά τήν κίνηση τῶν μορίων στήν στερεά κατάσταση;

3) Μέ τό σταγονόμετρο ἀφῆστε προσεχτικά μιά σταγόνα μελάνη στήν ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ. Τί παρατηρεῖτε; Πόση ὥρα κάνει ἡ μελάνη, γιά νά πάει σέ δλο τό ποτήρι;

Τί συμπεράσματα βγάζετε ἀπό αὐτή τήν παρατήρηση γιά τήν κίνηση τῶν μορίων στήν ὅγρη κατάσταση;

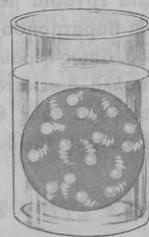
4) Ἀνάψτε τό καμινέτο καὶ βάλτε ἐπάνω τό κατσαρολάκι μέ τή ζάχαρη. Σέ ποιά κατάσταση βρίσκεται ὁ καπνός πού βγαίνει; Πόση ὥρα κάνει ὁ καπνός, γιά νά φτάσει στό ταβάνι; Τί συμπέρασμα βγάζετε ἀπό αὐτή τήν παρατήρηση γιά τήν κίνηση τῶν μορίων στήν ἀέρια κατάσταση;

Από τά συμπεράσματα πού βγάλαμε εἰναι εὔκολο τώρα πιά νά ἔχηγγόσουμε τί συμβαίνει στίς τρεῖς καταστάσεις τῆς ψῆλης.

Στή στερεά κατάσταση ἡ ἔλξη τῶν μορίων ὑπερνικάει τήν κίνησή τους καὶ τά μόρια κρατιοῦνται σέ μικρή ἀπόσταση τό ἔνα ἀπό τό ἄλλο. "Εται τά μόρια δέν μποροῦν νά ξεφύγουν ἀπό τή θέση τους. "Αν μπορούσαμε νά τά παρατηρήσουμε μέ ἔνα δυνατό μικροσκόπιο, θά βλέπαμε περίπου ὅ,τι δείχνει ἡ εἰκόνα πού ἀκολουθεῖ :

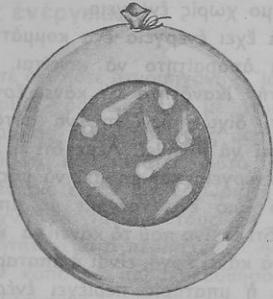


Στήν ύγρη κατάσταση ἡ ἀπόσταση μεταξύ τῶν μορίων εἶναι πιό μεγάλη ἀπό ὅ,τι στή στερεά. Υπάρχει, βέβαια, ἡ δύναμη πού τά κάνει νά ἔλκονται μεταξύ τους. Ή κίνησή τους ὅμως εἶναι ἀρκετά γρήγορη καὶ ἔτσι μποροῦν νά ξεγλιστροῦν ἀπό ἔνα γειτονικό τους μόριο καὶ νά βρίσκονται δίπλα σ' ἔνα ἄλλο. Αὐτό γίνεται συνέχεια μέ σλα τά μόρια. Τώρα, στήν ύγρη κατάσταση, μέ τό δυνατό μικροσκόπιο θά βλέπαμε κάτι τέτοιο :



Καταλαβαίνετε λοιπόν τί γίνεται πιά στήν ἀέρια κατάσταση. Τά μόρια κινοῦνται τόσο γρήγορα, πού δέν αἰσθάνονται καθόλου τήν ἔλξη τῶν ἄλλων μορίων. Ή ἀπόσταση τῶν μορίων, μεταξύ τους, εἶναι τόσο μεγάλη, ὡστε καθένα ἀπ' αὐτά κινεῖται ἐλεύθερο καὶ ἀνεξάρτητα ἀπό τά ἄλλα. "Οταν ἔνα μόριο

έρθει κοντά σ' ἔνα ἄλλο, ἡ κίνησή του εἶναι πολύ γρήγορη καὶ ἀμέσως ξεφεύγει. Μέ το δυνατό μας μικροσκόπιο μέσα σέ ἔνα ἀέριο θά βλέπαμε κάτι τέτοιο :



νια ἀπό τὸν μπακάλη. Πάλι παράγονται ἔργο.

Στήν καθημερινή μας ζωή τῇ λέξῃ ἔργο τῇ χρησιμοποιοῦμε σὲ πολλές περιπτώσεις. Λέμε δτι θαυμάζουμε ἔνα ἔργο Τέχνης, στὰ Θρησκευτικά μιλοῦμε γιά τὸ ἔργο τοῦ Ἀποστόλου Παύλου καὶ ὅταν πῆμε στὸν κινηματογράφο, λέμε δτι εἰδαμε ἔνα ὠραῖο ἔργο. Σὲ δλες αὐτές τίς φράσεις ἡ λέξη ἔργο σημαίνει κάτι τελείως διαφορετικό. Στήν ἐπιστήμη, ὅπως θά δοῦμε, μιά λέξη ἔχει μιά δρισμένη σημασία καὶ πάντα τῇ χρησιμοποιοῦμε μέ τὴν ἴδια σημασία. Δηλαδή, κάνουμε μιά συμφωνία πῶς θά ὄνυμάζουμε κάτι κι ἀπό κεῖ καὶ πέρα κρατοῦμε αὐτή τῇ συμφωνίᾳ. Τῇ συμφωνίᾳ αὐτή τῇ λέμε δρισμό. Στή φυσική, λοιπόν, ἔχουμε συμφωνήσει νά λέμε δτι

παράγεται ἔνα ἔργο, ὅταν μιά δύναμη κάνει ἔνα ἀντικείμενο νά μετακινηθεῖ σέ κάποια ἀπόσταση.

"Οπου καὶ νά γυρίσουμε, βλέπουμε νά παράγεται ἔργο. "Αν τὸ πρωὶ ἥρθαμε στὸ σχολεῖο μέ λεωφορεῖο, τό λεωφορεῖο ἔκανε κάποιο ἔργο. "Αν ἥρθαμε μέ τά πόδια, τότε τό ἔργο τό κάναμε ἐμεῖς. "Οταν πριονίζουμε ἔνα κομμάτι ξύλο, παράγεται ἔργο ἀπό τή δύναμη τοῦ χεριοῦ μας πού κινεῖ τό πριόνι μπρός πίσω.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

- 1) Σκεφτεῖτε τον λάχιστον πέντε παραδείγματα πού νά παράγεται ἔργο.
2) "Εξηγήστε ποιό σῶμα κινεῖται, ποιά εἶναι ἡ δύναμη πού τό κινεῖ καὶ σέ ποιά ἀπόσταση κινεῖται.
- 2) "Αν σπρώχετε τόν τοίχο, παράγετε ἔργο;

"Έργο παράγουμε, ὅπως εἰδαμε, κάθε λεπτό. "Οταν ἐργαζόμαστε, ὅταν περπατοῦμε, ἀκόμη καὶ ὅταν παίζουμε. Σκεφτεῖτε πῶς ρί-

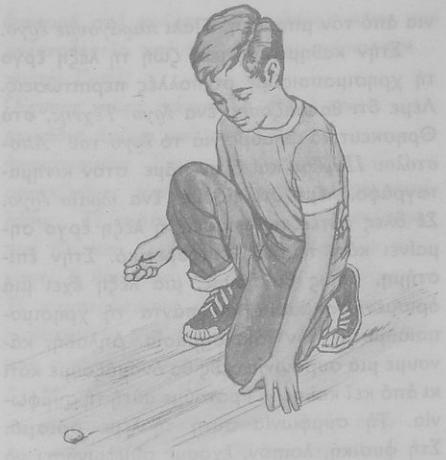
ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μέ σα μάθατε γιά τὴν κίνηση τῶν μορίων μέσα στίς τρεῖς καταστάσεις τῆς ψῆλης μπορεῖτε νά ἔξηγήσετε :

- 1) Γιατί ἡ πλαστελίνη ἀλλάζει σχῆμα πιό εύκολα ἀπό τό ξύλο. Τά μόρια τῆς πλαστελίνης καὶ τοῦ ξύλου κινοῦνται τό ίδιο γρήγορα;
- 2) Γιατί ὁ καπνός πού βγαίνει ἀπό ἔνα φωνάριο στό τέλος ἐξαφανίζεται;
- 3) "Αν σέ ἔνα κορμάτι χαρτί κάνουμε μιά τρύπα μέ μιά καρφίτσα, γιατί ἡ τρύπα δέν κλείνει ἀπό μόνη τῆς;
- 4) Γιατί δέν μποροῦμε νά κάνουμε μιά τρύπα στό νερό;

6. Ένέργεια

"Οταν στηκώνουμε μιά πέτρα, καταβάλλουμε προσπάθεια. Λέμε δτι παράγουμε ἔργο. Τό ίδιο ὅταν μεταφέρουμε στό σπίτι τά ψώ-



Παράγουμε έργο άκομη και σταν παίζουμε βόλους.

χνουμε ένα βόλο, γιά νά χτυπήσουμε έναν άλλο. Πάμε τό χέρι μας σσο πιό πίσω μποροῦμε, μέ μιά γρήγορη κίνηση τό φέρνουμε πρός τά έμπρός και κάποια στιγμή άφήνουμε τό βόλο νά φύγει. "Οσο κινούμε μέ τό χέρι μας τό βόλο, βάζουμε κάποια δύναμη. Δηλαδή, κάνουμε ένα έργο. 'Από τή στιγμή που τόν άφήνουμε, φυσικά σταματοῦμε νά κάνουμε έργο. 'Ο βόλος σμως κινεῖται και ζέρουμε στι, ἀν στό δρόμο του βρεῖ έναν άλλο βόλο, θά τόν χτυπήσει μέ μιά δύναμη, πού θά τόν κάνει και αύτόν νά κινηθεῖ. Δηλαδή μέ τό έργο που κάναμε, γιά νά πετάξουμε τό βόλο, τοῦ δώσαμε μιά νέα ίδιότητα. 'Από τή στιγμή που ό βόλος έφυγε άπό τό χέρι μας έχει τήν ίκανότητα νά παράγει έργο. Γενικά, σταν ένα κομμάτι ψλης έχει τήν ίκανότητα νά παράγει έργο, λέμε στι αύτό τό κομμάτι τής ψλης περιέχει ένέργεια.

"Η ένέργεια είναι ένα άπό τά σπουδαιότερα πράγματα στόν κόσμο. "Ο,τι βλέπουμε γύρω μας ή καί στι άκομη ζέρουμε στι υπάρχει, χωρίς νά τό βλέπουμε έμετς οι ίδιοι, είναι φτιαγμένο άπό ψλη. 'Εκείνο σμως που κάνει τήν ψλη νά κινεῖται, νά άλλάζει, έκει-

νο πού κάνει τά φυτά νά μεγαλώνουν, τά ποτάμια νά κυλοῦν, έκείνο πού κάνει τό φαγητό νά ψήνεται στό φούρνο, τό σπίτι μας νά ζεσταίνεται τό χειμώνα, αύτό πού κάνει έμας τούς ίδιους νά μεγαλώνουμε μέρα μέ τή μέρα είναι ή ένέργεια. Τίποτε δέ γίνεται στόν κόσμο. χωρίς ένέργεια.

Γιά νά έχει ένέργεια ένα κομμάτι ψλης, δέν είναι άπαραίτητο νά κινεῖται. 'Αρκεί νά έχει τήν ίκανότητα νά κάνει έργο. Ξέρουμε στι δίχως βενζίνη ένα αύτοκίνητο δέν μπορεῖ νά κινηθεῖ. Λέμε στι ή βενζίνη περιέχει ένέργεια και μπορεῖ νά μᾶς δώσει έργο. Τό ίδιο ένα τρενάκι μέ μπαταρία. Ξέρουμε στι έκείνο πού τό κάνει νά κινεῖται, δηλαδή νά κάνει έργο, είναι ή μπαταρία του. Λέμε στι ή μπαταρία περιέχει ένέργεια.

'Ένέργεια υπάρχει παντού, δπου κοιτάζουμε, και σέ πολλές διαφορετικές μορφές. Μάθαμε στι σέ κάθε της μορφή ή ένέργεια είναι τό ίδιο πράγμα. Είναι ή ίκανότητα που έχει ένα κομμάτι ψλης νά κάνει έργο. "Οσο πιό πολύ έργο μπορεῖ νά κάνει ένα κομμάτι ψλης, τόσο πιό πολλή ένέργεια περιέχει. Μιά μπαταρία μπορεῖ νά κινήσει ένα τρενάκι, άλλα δέν μπορεῖ νά κινήσει ένα λεωφορεϊο, γιατί περιέχει λίγη ένέργεια. "Ενα λίτρο βενζίνη, πού περιέχει πολλή ένέργεια, μπορεῖ νά κινήσει τό λεωφορεϊο γιά μερικά χιλιόμετρα. Γιά νά ξεχωρίζουμε τίς διάφορες μορφές ένέργειας, τούς ζέρουμε δώσει διάφορα δνόματα. "Οταν σηκώνουμε ένα βάρος ή κόβουμε ένα ξύλο μέ ένα πριόνι, μιλοῦμε γιά μηχανική ένέργεια. Λέμε στι τά φυτά χρειάζονται τήν ήμακή ένέργεια, γιά νά μεγαλώσουν. Πολλές συσκευές μέσα στό σπίτι μας δουλεύουν μέ ήλεκτρική ένέργεια. "Ολες αύτές τίς μορφές τής ένέργειας, σπως και πολλές άλλες, θά τίς έχετάσουμε άργότερα.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Περιγράψτε μερικά πράγματα, που

πιστεύετε ότι περιέχουν ένέργεια.
Πᾶς τό ξέρετε; Μπορείτε νά πείτε
τι είδους ένέργεια περιέχουν;

7. Μεταφορά καί διατήρηση τῆς ένέργειας

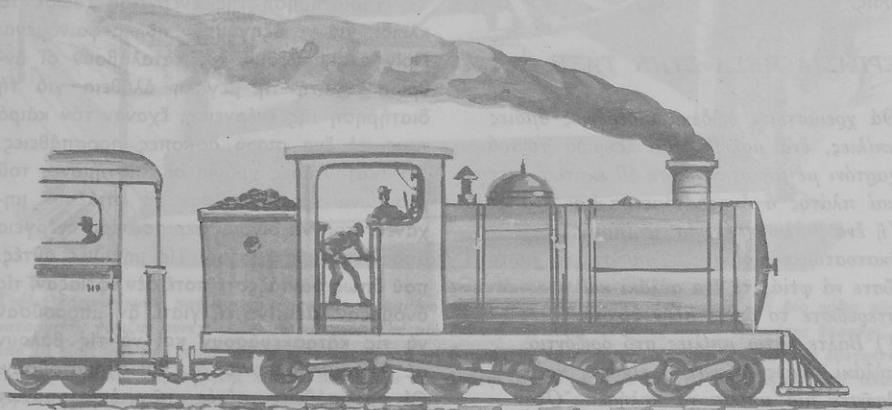
"Έχετε δεῖ ποτέ άτμομηχανή; "Ισαμε πρίν
ἀπό μερικά χρόνια, τρένα μέ άτμομηχανές
διέσχιζαν τίς πέντε ήπείρους μεταφέροντας
έμπορεύματα καί ἐπιβάτες. Αύτά τά μηχανικά
μεγαθήρια είχαν μιά ζεχωριστή δμορφιά
καί συχνά τά ταξίδια τους σέ μακρινές
χώρες ήταν γεμάτα περιπέτειες. Ἀξίζει λοιπόν
τόν κόπο νά παρακολουθήσουμε μαζί
πῶς δούλευαν.

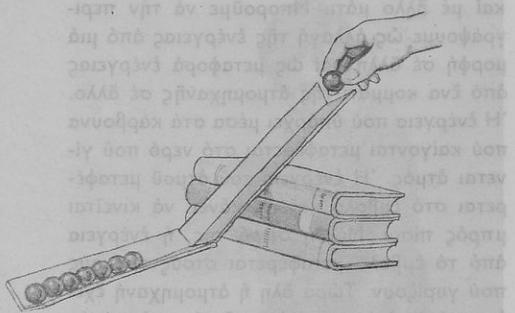
Τό πρώτο πράγμα πού παρατηροῦμε στή
φωτογραφία είναι ό καπνός ἀπό τά κάρβουνα
πού καίγονται στή μηχανή. Ἡ φωτιά κάνει
τό νερό νά βράζει στό καζάνι. Τό νερό γίνεται
ἀτμός, δ ἀτμός κινεῖ ἔνα ἔμβολο, τό
ἔμβολο γυρίζει τούς τροχούς καί οι τροχοί
κινοῦν τήν άτμομηχανή. "Ολη αύτή τήν
ἀλυσίδα τῶν ἐργασιῶν, τώρα πού ζέρουμε
γιά τήν ένέργεια μποροῦμε νά τή δοῦμε

καί μέ ἄλλο μάτι. Μποροῦμε νά τήν περιγράψουμε ώς ἄλλαγή τῆς ένέργειας ἀπό μιά μορφή σέ ἄλλη καί ώς μεταφορά ένέργειας ἀπό ἔνα κομμάτι τῆς άτμομηχανῆς σέ ἄλλο. Ἡ ένέργεια πού ύπάρχει μέσα στά κάρβουνα πού καίγονται μεταφέρεται στό νερό πού γίνεται ἀτμός. Ἡ ένέργεια τοῦ ἀτμοῦ μεταφέρεται στό ἔμβολο καί τό κάνει νά κινεῖται μπρός πίσω. Μέ τή σειρά της, ἡ ένέργεια ἀπό τό ἔμβολο μεταφέρεται στούς τροχούς πού γυρίζουν. Τώρα ὅλη ἡ άτμομηχανή έχει ἀποκτήσει ένέργεια. Μπορεῖ νά κινήσει τόν
έαυτό της καί τά βαγόνια τοῦ τρένου μέ
κάποια δύναμη, δηλαδή μπορεῖ νά κάνει ἔργο.

Μεταφορά ένέργειας βλέπουμε συνέχεια
ὅπου καί νά κοιτάζουμε. Ἐνέργεια μεταφέρεται ἀπό τό ύγραερο πού καίγεται ἢ ἀπό τό ἡλεκτρικό μάτι στό φαγητό πού βράζει. Μεταφέρεται ἀπό τήν τροφή στά μέλη τοῦ σώματός μας πού κινοῦνται. Μεταφέρεται ἀπό τόν ἀνοιξιάτικο ἥλιο στά χιόνια τῶν βουνῶν πού λιώνουν. Κάθε μεταβολή πού παρατηροῦμε γύρω μας είναι καί μιά μεταφορά ένέργειας καί ἀντίστροφα καμιά μεταβολή δέ γίνεται χωρίς νά μεταφερθεῖ ένέργεια ἀπό ἔνα κομμάτι ψλης σέ ἄλλο. Γιά τίς μεταβολές πού παρατηροῦμε χρησιμοποιοῦ-

⁷Ατμομηχανή τοῦ περασμένου αἰώνα.





ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Παρατηροῦμε πῶς μεταφέρεται ἡ ἐνέργεια ἀπό τίς μπίλιες πού ἀφήνονται στίς δχτώ ἀκλίνητες μπίλιες.

με στή φυσική ἔνα ξεχωριστό ὄνομα : τίς λέμε **φαινόμενα**.

Τά φαινόμενα πού βλέπουμε στήν καθημερινή μας ζωή είναι πολύπλοκα. Και τήν πιό ἀπλή ἐργασία νά παρακολουθήσουμε, και τό πιό ἀπλό μηχάνημα νά παρατηρήσουμε, βλέπουμε μιά σειρά ἀπό κομμάτια ςῆλης πού τό ἔνα δίνει ἐνέργεια στό ἄλλο και μάλιστα σέ διάφορες μορφές. Μιά ἐρώπηση, πού μᾶς γεννιέται ἀμέσως, είναι πόση ἐνέργεια παίρνει και πόση δίνει κάθε κομμάτι ςῆλης.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε δώδεκα σιδερένιες ὅμοιες μπίλιες, ἔνα μολύβι, μιά λογοίδια χοντρό χαρτόνι μέ μῆκος περίπου 50 ἑκατοστόμετρα και πλάτος 5 ἑκατοστόμετρα και ἔνα ξύλο (ἢ ἔνα βιβλίο) μέ τρία περίπου ἑκατοστόμετρα πάχος. Τσακίστε τό χαρτόνι, ώστε νά φτιάξετε ἔνα ἀδλάκι καί στερεώστε το ὅπως στήν εἰκόνα.

1) Βάλτε δχτώ μπίλιες στό δριζόντιο ἀνάλακι, ὅπως δείχνει ἡ εἰκόνα, και ἀφῆστε μιά μπίλια νά κυλήσει. "Οταν

ἡ μπίλια πού ἀφήσετε κτυπήσει τίς δχτώ δχτώ μπίλιες, τί παρατηρεῖτε;

- 2) Ξαναβάλτε τίς δχτώ μπίλιες δπως ἥταν και αὐτή τή φορά ἀφῆστε νά κυλήσουν δύο μπίλιες μαζί.

Τί παρατηρεῖτε;

- 3) Κάνετε τήν Ἰδια ἐργασία ἀφήνοντας νά κυλήσουν τρεῖς μπίλιες μαζί ἡ τέσσερις μπίλιες μαζί.

Τί παρατηρεῖτε;

Πώς ἔξηγείτε τίς παρατηρήσεις σας;

Στήν ἐργασία πού κάναμε είδαμε τήν ἐνέργεια τής μπίλιας πού κυλάει νά μεταφέρεται στίς δχτώ μπίλιες πού ἥταν ἀκίνητες. "Η ἐνέργεια μεταφέρθηκε στήν τελευταία μπίλια τής σειράς, κι αὐτή ἔψυχε. "Οταν ἀφήσαμε νά κυλήσουν δύο μπίλιες, δηλαδή δώσαμε διπλάσια ἐνέργεια, ἔψυχαν δύο μπίλιες. "Ετοι ἀνακαλύψαμε ἔνα πολύ σημαντικό πράγμα γιά τή μεταφορά τής ἐνέργειας. "Οση ἐνέργεια δώσαμε στίς δχτώ μπίλιες, τόση καί πήραμε. Αὐτή τή σπουδαία ἀνακάλυψη τή λέμε

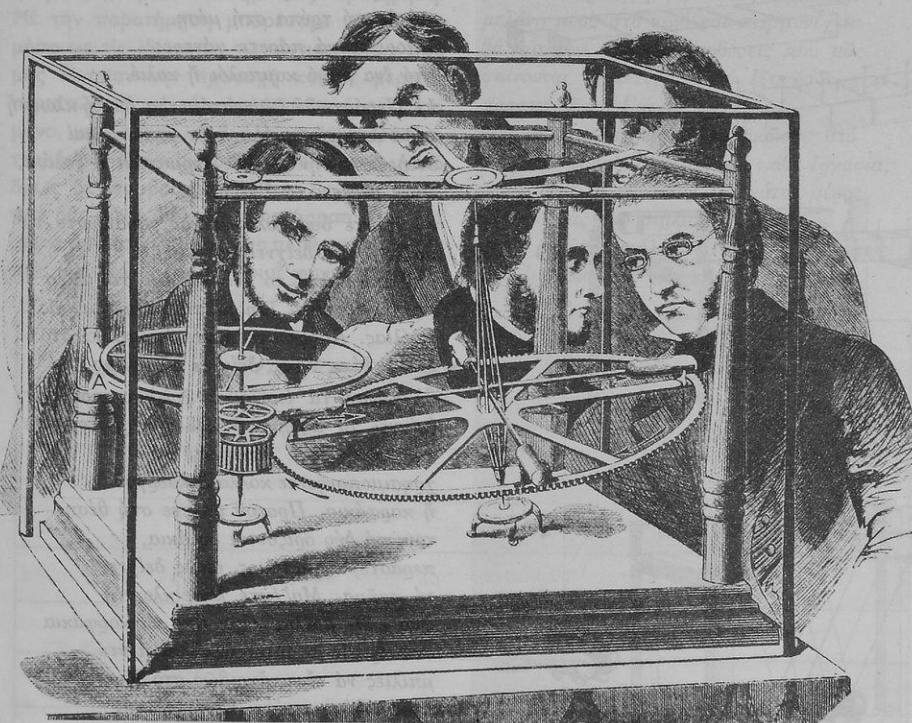
ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ἘΝΕΡΓΕΙΑΣ

καί ἐννοοῦμε ὅτι ἡ ἐνέργεια οὔτε δημιουργεῖται ἀπό τό τίποτε οὔτε καταστρέφεται.

"Η διατήρηση τής ἐνέργειας ἔδωσε τό κλειδί, γιά νά ἔξηγηθοῦν πολλά φαινόμενα. Πρίν ἀνακαλύψουν και καταλάβουν οι ἀνθρωποι αὐτή τή μεγάλη ἀλήθεια γιά τή διατήρηση τής ἐνέργειας, ἔχαναν τόν καιρό τους σέ ἔνα σωρό ἀσκοπες προσπάθειες. Γιά ἑκατοντάδες χρόνια οι ἐπιστήμονες τοῦ μεσαίωνα προσπαθοῦσαν νά φτιάξουν μηχανές, πού νά δίνουν περισσότερη ἐνέργεια ἀπό ὅση τούς ἔβαζαν. Τίς μηχανές αὐτές, πού ὅπως φαντάζεστε ποτέ δέν. ἔφτιαζαν, τίς δόνόμαζαν **ἀεικίνητα**, γιατί, ἀν μποροῦσαν νά τίς κατασκευάσουν και νά τίς βάλουν σέ λειτουργία ποτέ δέ θά σταματοῦσαν. Οι προσπάθειες αὐτές τῶν ἐπιστημόνων

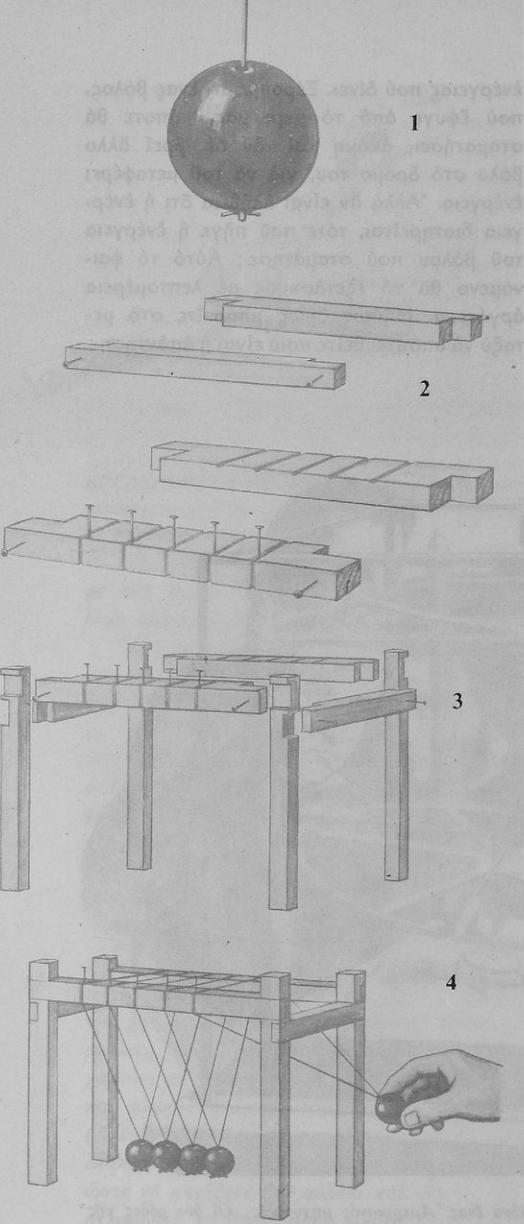
τοῦ μεσαίωνα, τώρα πού ξέρουμε γιά τή διατήρηση τῆς ἐνέργειας, μᾶς φαίνονται ἀστεῖες, ἀλλά μποροῦμε κάπως νά τίς δικαιολογήσουμε. Τά περισσότερα φαινόμενα πού παρατηροῦμε γύρω μας εἶναι πολύπλοκα. "Ενα κομμάτι ςλης, πού παίρνει ἐνέργεια ἀπό κάπου, μπορεῖ νά τή δώσει πάλι ςχι μόνο σέ πολλά ἄλλα κομμάτια ςλης ἀλλά καὶ μέ πολλές μορφές. Συχνά εἶναι δύσκολο ἀκόμη καὶ νά ἀναγνωρίσουμε ὅλες τίς μορφές

ἐνέργειας πού δίνει. Ξέρουμε ὅτι ἔνας βόλος, πού ἔφυγε ἀπό τό χέρι μας, κάποτε θά σταματήσει, ἀκόμη καὶ ἂν δέ βρεῖ ἄλλο βόλο στό δρόμο του, γιά νά τοῦ μεταφέρει ἐνέργεια. Ἀλλά ἂν είναι ἀλήθεια ὅτι ἡ ἐνέργεια διατηρεῖται, τότε πού πήγε ἡ ἐνέργεια τοῦ βόλου πού σταμάτησε; Αὐτό τό φαινόμενο θά τό ἔξετάσουμε μέ λεπτομέρεια ἀργότερα. Μήπως ὅμως μπορεῖτε στό μεταξύ νά ὑποπτευθεῖτε ποιά εἶναι ἡ ἀπάντηση;



Σχέδιο «ἀεικινήτου», πού κατασκεύασε τόν περασμένο αἰώνα ἔνας Ἀμερικανός μηχανικός. Οἱ δύο ρόδες τῆς κατασκευῆς γύριζαν συνεχῶς ἐπί μερικά χρόνια σέ μια ἔκθεση τῆς Νέας Υόρκης καὶ ὁ ἐφενδέτης θησαύρων ἀπό τά εἰσιτήρια πού πλήρωναν οἱ ἐπισκέπτες, γιά γά θαυμάσον τή συσκενή. Δυστυχῶς γιά τόν ἐφενδέτη ἔνας προσεκτικός παρατηρητής κάποτε ἀνακάλυψε τήν ἀπάτην. Στό σημεῖο Α ὑπῆρχε ἔνα στόμιο, ἀπό δόνον ἔβγαινε πεπιεσμένος ἀέρας πού κινοῦσε καὶ τίς δύο ρόδες.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ. Κατασκευα-
στικό σχέδιο.

Θά φτιάξουμε μιά λίγο πολύπλοκη κατασκευή, πού θά μᾶς βοηθήσει νά δοῦμε τή μεταφορά και διατήρηση τής ένέργειας. Τέτοιες κατασκευές θά φτιάξουμε άρκετές μέσα στή χρονιά, και μπορείτε νά τίς φυλάγετε γιά τήν έκθεση τοῦ σχολείου σας στό τέλος τής χρονιάς. Θά χρειαστεῖτε έργαλεια ξυλοκοπικής, νάιλον κλωστή (πετονιά ψαφέματος) και πέντε ομοιες μπίλιες. Οι μπίλιες πρέπει νά είναι από άρκετά βαρύ όλικό και νά έχουν μιά λεπτή τρύπα στή μέση. Μπορείτε νά πάρετε χάντρες από ένα βαρύ κομπολόι ή κολιέ.

1) Περάστε 35 έκαστοσύμμετρα διπλή κλωστή μέσα από τήν τρύπα κάθε μπίλιας και στερεώστε την μέ ένα συρματάκι ή ξυλάκι, δύπις δείχνει τό Σχῆμα 1.

2) Κόψτε δύο ξυλάκια και χαρακώστε τα μαζί, δπως δείχνει τό Σχῆμα 2. Η απόσταση από τό ένα αιδλάκι στό άλλο πρέπει νά είναι ληγ μέ τή διάμετρο μιᾶς μπίλιας. Καρφώστε πέντε καρφάκια στό ένα ξυλάκι, δπως δείχνει τό σχῆμα.

3) Κόψτε τά ύπόλοιπα ξυλάκια πού δείχνει τό Σχῆμα 3 και συναρμολογήστε τήν κατασκευήν. Μπορείτε νά χρησιμοποιήσετε κόλλα ξυλουργού ή καρφάκια. Προτού βάλετε στή θέση τους τά δύο δοιζόντια ξυλάκια, περάστε, τίς μπίλιες, δπως δείχνει τό σχῆμα. Μαζέψτε λίγη κλωστή από τά κάθε μπίλια γύρω από τά καρφάκια στό δριζόντιο ξύλο, δύπτε οι πέντε μπίλιες νά είναι άκοιρβος στό λόιο ψφος. Τώρα πρέπει νά έχετε τήν κατασκευή πού δείχνει τό Σχῆμα 4.

4) Σηκώστε μιά μπίλια, δπως δείχνει τό σχῆμα, και άφηστε την νά χτυπήσει τίς άλλες. Τί παρατηρείτε; Πώς έξηγείτε τήν παρατήρησή σας;

5) Ἐπαναλάβετε τὴν ἴδια ἔργασία μέ δύο, τρεῖς ἢ τέσσερις μπάλιες μαζί.

Τί παρατηρείτε; Σ' ἔνα κομμάτι χαοτόνι γράψτε δύογιας γιά τή χρήση τῆς κατασκευῆς καὶ σύντομη ἐξήγηση γιά τή λειτουργία της.

8. Ύπόθεση καὶ πείραμα

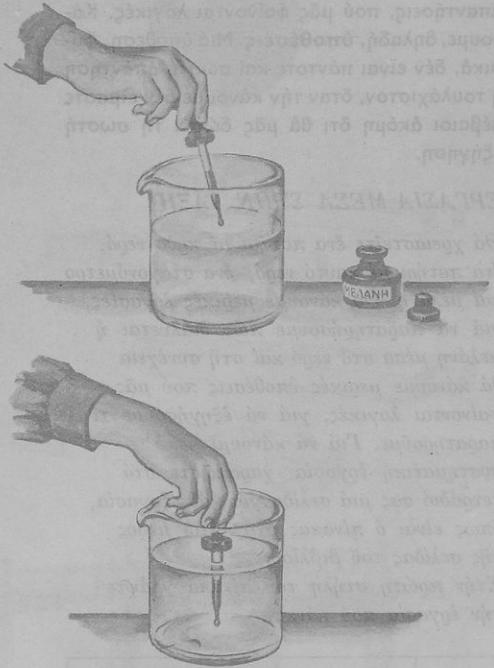
Στίς διάφορες ἔργασίες πού κάναμε ὡς τώρα, εἰδαμε πόσο σπουδαῖο ρόλο παίζει ἡ προσεκτική καὶ συστηματική παρατήρηση. Μέ τήν παρατήρηση μπορέσαμε νά ταξινομήσουμε τίς ιδιότητες τῶν ἀντικειμένων πού μᾶς κίνησαν τήν προσοχή καὶ σέ μερικές περιπτώσεις, μέ τήν ἀπλή παρατήρηση καὶ μόνο, μπορέσαμε νά βγάλουμε συμπεράσματα γιά ἔνα ἀντικείμενο ἢ ἔνα φαινόμενο. Αύτό δῆμας δέ συμβαίνει πάντοτε. Συχνά ἐκεῖνο πού μᾶς μένει ἀπό μιά παρατήρηση είναι μιά σειρά ἀπό ἔρωτήματα. "Ενα πλήθος ἀπό γιατί, πῶς καὶ πόσο, πού περιμένουν ἀπάντηση.

Ἄμεσως τό μυαλό μας τρέχει σέ διάφορες ἀπαντήσεις, πού μᾶς φαίνονται λογικές. Κάνουμε, δηλαδή, ὑποθέσεις. Μία ύπόθεση, φυσικά, δέν είναι πάντοτε καὶ σωστή ἀπάντηση ἢ τουλάχιστον, ὅταν τήν κάνουμε δέν είμαστε βέβαιοι ἀκόμη ὅτι θά μᾶς δώσει τή σωστή ἐξήγηση.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε ἔνα ποτήρι μέ κονό νερό, ἔνα ποτήρι μέ καντό νερό, ἔνα σταγονόμετρο καὶ μελάνη. Θά κάνουμε μερικές ἔργασίες, γιά νά παρατηρήσουμε πῶς διαλύνεται ἡ μελάνη μέσα στό νερό καὶ στή συνέχεια θά κάνουμε μερικές ὑποθέσεις πού μᾶς φαίνονται λογικές, γιά νά ἐξηγήσουμε τί παρατηροῦμε. Γιά νά κάνουμε συστηματική ἔργασία, χαρακωστε στό τετράδιό σας μιά σελίδα γιά κάθε ἔργασία, δῆμας είναι ὁ πίνακας στό κάτω μέρος τῆς σελίδας τοῦ βιβλίου. Στήν πρώτη στήλη τοῦ πίνακα γράψτε τήν ἔργασία πού κάνετε.

ἔργασία	παρατήρηση	ὑπόθεσης



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Παρατηρούμε τή διάλυση της μελάνης και κάνουμε ύποθέσεις, γιά νά έξηγησουμε τό φαινόμενο.

1) Μέ προσοχή ἀφῆστε μιά σταγόνα μελάνη στήν επιφάνεια τοῦ κρόνου νεροῦ. Παρατηρήστε γιά πέντε λεπτά τί γίνεται. Γράψτε τήν παρατήρησή σας στή δεύτερη στήλη τοῦ πίνακα. Στήν τρίτη στήλη γράψτε μέ λίγα λόγια τί νομίζετε ὅτι γίνεται μέ τό νερό καὶ τή μελάνη. Σκεφτεῖτε τί ξέρετε γιά τά μόρια ἢ δ, τι ἄλλο ξέρετε παρατηρήσει στήν καθημερινή σας ζωή. "Αν μπορεῖτε νά σκεφτεῖτε περισσότερες ἀπό μιά ἔξηγήσεις γιά τό φαινόμενο πού παρατηρεῖτε, γράψτε τες στήν στήλη τοῦ πίνακα

ξέχωριστά, τή μιά κάτω ἀπό τήν ἀλλή.

2) Αδειάστε τό ποτήρι καὶ γεμίστε το πάλι μέ καθαρό κρόνο νερό. Αδήτη τή φορά βυθίστε μέ προσοχή τό σταγονόμετρο μέσα στό ποτήρι καὶ ἀφῆστε μιά σταγόνα μελάνη στήν πάτο τοῦ ποτηριοῦ.

Παρατηρήστε γιά πέντε λεπτά τί γίνεται. Γράψτε τί παρατηρεῖτε στή δεύτερη στήλη τοῦ πίνακα καὶ μιά ἢ περισσότερες ύποθέσεις γιά τήν παρατήρησή σας στήν τρίτη στήλη.

3) Μέ προσοχή ἀφῆστε μιά σταγόνα μελάνη στήρι επιφάνεια τοῦ καντού νεροῦ. Παρατηρήστε γιά πέντε λεπτά τί γίνεται. Γράψτε τίς παρατηρήσεις σας καὶ τίς ύποθέσεις σας γιά τό φαινόμενο πού παρατηρεῖτε. Μήπως στίς ύποθέσεις σας σᾶς βοηθοῦν οἱ προηγούμενες παρατηρήσεις πού κάνετε γιά τή διάλυση τής μελάνης;

Σέ κάθε βῆμα τής ἐργασίας μας κάναμε παρατηρήσεις καὶ ύποθέσεις. Στό πρώτο βῆμα παρατηρήσαμε τή σταγόνα τής μελάνης νά διαλύεται μέσα στό νερό καὶ νά τό χρωματίζει. Γιά νά έξηγήσουμε τήν παρατήρησή μας αὐτή, μποροῦμε νά κάνουμε τήν ύπόθεση ὅτι

ἡ ψήλη ἀποτελεῖται ἀπό μόρια πού συνέχεια κινοῦνται. Μέ τή συνεχή κίνησή τους τά μόρια τής μελάνης σκορπίστηκαν μέσα στά μόρια τοῦ νεροῦ.

Θά μποροῦσε ὅμως κανείς, ἀπό τήν παρατήρηση αὐτή καὶ μόνο, νά κάνει μιά διαφορετική ύπόθεση. Νά πει ὅτι,

ὅπως στόν ἀέρα μιά σταγόνα πέφτει στό πάτωμα, ἔτσι καὶ μέσα στό νερό ἡ σταγόνα πέφτει στόν πάτο τοῦ ποτηριοῦ, ἀλλά πολύ πιό ἀργά.

Οι δύο ύποθέσεις είναι τελείως διαφορετικές μεταξύ τους. Άκομη δέν ξέρουμε ποιά είναι ἡ σωστή, ἀλλά καὶ οι δύο μᾶς φαίνονται λογικές.

Στό δεύτερο βήμα της έργασίας μας μαθαίνουμε ποιά άπό τίς δύο ύποθέσεις είναι ή σωστή. "Αν ή δεύτερη ύπόθεση ήταν σωστή, τότε μιά σταγόνα πού άφήνουμε στόν πάτο τοῦ ποτηριοῦ δε θά μποροῦσε νά άνεβει καί νά χρωματίσει τό νερό μέσα στό ποτηρί. Έμεις ομως παρατηροῦμε ότι καί ή σταγόνα πού άφήσαμε στόν πάτο τοῦ ποτηριοῦ καί ή σταγόνα πού άφήσαμε στήν έπιφάνεια χρωματίζουν τό νερό." Άρα ή πρώτη μας ύπόθεση είναι σωστή.

Στό τρίτο μέρος της έργασίας μας βλέπουμε κάτι καινούριο. Η μελάνη σκορπίζεται πιο γρήγορα στό καντό νερό παρά στό κρύο. Τώρα πού ξέρουμε άπό τά προηγούμενα βήματα πώς ή μελάνη διαλύεται μέσα στό νερό, μποροῦμε νά κάνουμε μιά νέα ύπόθεση, πού μᾶς φαίνεται λογική μετά άπό τήν τελευταία μας παρατήρηση. "Υποπτευόμαστε ότι

τά μόρια τοῦ νεροῦ καί τής μελάνης κινούνται πιο γρήγορα μέσα στό καντό νερού παρά στό κρύο.

"Ισως δέν είμαστε άκοδη σίγουροι ότι ή ύπόθεση αυτή είναι σωστή. "Ισως κάτι άλλο νά συμβαίνει μέ τό ζεστό νερό, πού αυτή τή στιγμή νά μᾶς διαφέυγει.

Γιά νά βεβαιωθοῦμε ότι μιά ύπόθεσή μας είναι σωστή ή γιά νά ξεχωρίσουμε μέσα άπό πολλές λογικές ύποθέσεις τή σωστή ύπόθεση, συχνά κάνουμε μιά σειρά άπό έργασίες. Τίς έργασίες αυτές τίς λέμε πειράματα καί ώς τώρα ξέχουμε δει πολλά παραδείγματα. Μέ τό πείραμα στή σελίδα 13 άνακαλύψαμε τήν έλξη τῶν μορίων. Τό πείραμα στή σελίδα 15 μᾶς βοήθησε νά ταξινομήσουμε τίς τρεῖς καταστάσεις τής υλης. Τέλος, μέ τό πείραμα στή σελίδα 17 ειδαμε πῶς ή κίνηση καί ή έλξη τῶν μορίων έξηγει τίς καταστάσεις τής υλης. Πολλές φορές τό πείραμα μᾶς βοήθει νά έλεγχουμε καλύτερα τό φαινόμενο πού παρατηροῦμε. Θά μπορούσαμε νά μελετήσουμε τήν κίνηση τῶν μορίων



Πιά νά παρατηρήσουμε μέ προσοχή ένα φαινόμενο ή γιά νά έλεγχουμε μιά ύπόθεση, κάνουμε πειράματα.

στήν άερια κατάσταση, παραπηρώντας τόν καπνό πού βγαίνει άπό μιά καμινάδα έργοστασίου. "Αν ομως τήν ίδια ώρα φυσοῦσε δυνατός άνεμος, ξέρουμε ότι ό καπνός θά σκορπίζοταν πολύ πιο γρήγορα άπό ό, τι σκορπίζεται μέ τήν κίνηση τῶν μορίων καί μόνο. Θά είχαμε δηλαδή μιά άλλη αίτια, πού ίσως μᾶς έκανε νά παρατηρήσουμε κάτι τέλειώς διαφορετικό. Γ' αύτό τό λόγο παρατηρήσαμε τό φαινόμενο μέ καπνό πού φτιάχαμε μέσα στήν τάξη. Δηλαδή, κάναμε ένα πείραμα, γιά νά άπομονώσουμε τό φαινόμενο πού θέλουμε νά παρατηρήσουμε άπό άλλα φαινόμενα, πού μποροῦν νά μᾶς μπερδέψουν.

‘Η παρατήρηση, ή ύποθεση καί τό πείραμα, σπως εἰδαμε, προχωροῦν χέρι χέρι. Συνήθως ή μελέτη ένός φαινομένου ἀρχίζει μέ μιά παρατήρηση, πού μᾶς κεντρίζει τό ἐνδιαφέρον. Γιά νά καταλάβουμε τό φαινόμενο καί νά ἀπαντήσουμε στά ἔρωτήματα πού μᾶς γεννιοῦνται κάνουμε ύποθέσεις καί ἐλέγχουμε τίς ύποθέσεις μας μέ πειράματα. Συχνά, σταν κάνουμε ἔνα πείραμα, παρατηροῦμε νέα φαινόμενα, κάνουμε νέες ύποθέσεις καί νέα πειράματα. ‘Ετσι, βῆμα τό βῆμα, μέ τήν παρατήρηση, τήν ύποθεση καί τό πείραμα, προχωροῦμε στήν ἐξερεύνηση τού γύρω μας κόσμου.

9. Φύση καί φυσική

‘Ισαμε τώρα ρίξαμε μαζί μά γενική ματιά στόν κόσμο πού μᾶς περιβάλλει. Μάθαμε ὅτι ή ὑλη ἀπό τήν δοποία ἀποτελεῖται είναι φτιαγμένη ἀπό μυριάδες μόρια, πού ἐλκονται μεταξύ τους καί κινοῦνται συνέχεια. Μάθαμε ἀκόμη ὅτι ἐκεῖνο πού κινεῖ τήν υλη, ἐκεῖνο πού τήν κάνει νά ἀλλάζει μορφή, καί γενικά ἐκεῖνο πού προκαλεῖ κάθε ἀλλαγή στόν κόσμο είναι ή ἐνέργεια πού ύπάρχει μέσα σ' αὐτόν. ‘Η ἐνέργεια μεταφέρεται ἀπό ἔνα κομμάτι υλης σέ ἄλλο, χωρίς όμως νά αύξανεται ή νά χάνεται. Μάθαμε ὅτι ή ἐνέργεια διατηρεῖται. ‘Ολο αὐτό τόν ύλι-

κό κόσμο μέ τή συνεχή κίνηση, ἀλλαγή καί μεταφορά ἐνέργειας πού παρατηροῦμε τόν λέμε, μέ μιά λέξη, **φύση** ή **φυσικό κόσμο**.

Δέ ρίξαμε όμως ἀπλῶς μιά ματιά στό φυσικό κόσμο. Μάθαμε νά παρατηροῦμε μέ σύστημα τή φύση καί μάθαμε νά τήν ἐξερεύνημε χρησιμοποιώντας τήν ύποθεση καί τό πείραμα. Μπήκαμε δηλαδή πιά στή φυσική ἐπιστήμη.

‘Αρχίσαμε νά κάνουμε φυσική.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Στήν ἐπόμενη σελίδα είναι σκορπισμένες μερικές λέξεις πού μάθαμε ώς τώρα.

- 1) Διαλέξτε μιά λέξη στήν τύχη καί βεβαιωθεῖτε ὅτι καταλαβαίνετε τί ἀκριβῶς σημαίνει. ‘Εξηγήστε μέ δικά σας λόγια καί παραδείγματα τή σημασία της σέ κάποιο φίλο σας η σέ κάποιο μεγαλύτερο. ‘Αν είστε βέβαιοι ὅτι τού τό ἐξηγήσατε καλά καί ὅτι τό κατάλαβε, βάλτε ἔναν κύκλο μέ τό μολύβι σας γύρω ἀπό αὐτή τή λέξη.
- 2) Συνεχίστε νά διαλέγετε λέξεις στήν τύχη καί νά κάνετε τήν ὕδια ἐργασία ωσότου νά μήν ὑπάρχει καμιά λέξη δίχως κύκλο γύρω της.

ΕΛΞΗ ΤΩΝ ΜΟΡΙΩΝ
 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
 ΠΙΝΑΚΑΣ
 ΥΠΟΘΕΣΗ
 ΜΟΡΙΟ
 ΥΛΗ
 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ
 ΕΝΕΡΓΕΙΑ
 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
 ΦΥΣΙΚΗ
 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ
 ΕΡΓΟ
 ΠΕΙΡΑΜΑ
 ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΉΛΗΣ
 ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
 ΦΥΣΗ
 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
 ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΜΟΡΙΩΝ

ΜΟΡΦΕΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
 ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΉΛΗΣ
 ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
 ΦΥΣΗ
 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
 ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΜΟΡΙΩΝ

II. ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

1. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΥΝΟΛΑ

Μιλήσαμε ώς τώρα μέ μεγάλη λεπτομέρεια γιά τή συστηματική παρατήρηση ένός άντικειμένου, γιά τίς ιδιότητες πού τό χαρακτηρίζουν και γιά τήν ένέργεια πού περιέχει. Υπάρχουν ζώμως πολλές περιπτώσεις πού οι ιδιότητες και ή συμπεριφορά ένός άντικειμένου ή δέ μᾶς ένδιαφέρουν ή είναι πολύ δύσκολο νά τίς παρακολουθήσουμε. Είναι πολύ εύκολο νά περιγράψουμε ένα χειλιδόνι πού βλέπουμε νά πετάει ξώα άπό τό παράθυρο τής αίθουσας. Μπορούμε νά παρατηρήσουμε τό χρώμα του, τήν κατεύθυνση πού έχει και τήν ταχύτητά του. "Αν ζώμως περάσει ένα σμήνος άπό χειλιδόνια, πόσο εύκολο είναι νά περιγράψουμε κάθε χειλιδόνι μέσα στό σμήνος; Στήν πραγματικότητα, όταν παρατηρούμε τό σμήνος δέ μᾶς ένδιαφέρει και πολύ τί κάνει τό κάθε χειλιδόνι. Μᾶς ένδιαφέρει πρός ποιά κατεύθυνση και μέ ποιά ταχύτητα ταξιδεύει διάλοκληρο τό σμήνος. "Αν παρατηρήσουμε ένα όρισμένο χειλιδόνι μέσα στό σμήνος, θά δούμε οτι δέν ταξιδεύει πάντα μέ τήν ίδια ταχύτητα και πρός τήν ίδια κατεύθυνση. Πότε πετάει σιγά, πότε γρήγορα, μπορεί νά κάνει κύκλους, άλλα τελικά ταξιδεύει πρός μιά όρισμένη γενική κατεύ-

θυνση πού έχει τό σμήνος και μέ μιά μέση ταχύτητα πού έχει τό σύνολο τών πουλιών.

Τήν ίδια δυσκολία συναντούμε όταν παρατηρούμε κάτι πού συμβαίνει πολλές φορές. Λέμε : «Ο ταχυδρόμος περνάει άπό τό σπίτι μας στίς 10 τό πρωί». Ξέρουμε οτι αυτό δέν είναι άπόλυτα άλήθεια. Καμιά φορά διαχυδρόμος περνάει στίς 10 παρά 10, καμιά φορά στίς 10 και τέταρτο και μόνο μερικές φορές στίς 10 άκριβως. Θά μπορούσαμε κάθε μέρα νά γράψουμε στό τετράδιο μας πότε άκριβως πέρασε διαχυδρόμος. Τότε άν κάποιος μᾶς ρωτούσε : «Τί ώρα περνάει διαχυδρόμος άπό τό σπίτι σας?», θά μπορούσαμε, άντι γιά άπάντηση, νά τοῦ δώσουμε νά διαβάσει τό τετράδιο μας. Αύτό ζώμας είναι κάτι πού δέν τόν ένδιαφέρει και πολύ. Έκείνο πού θέλει νά ζέρει είναι πότε περίπου περνάει διαχυδρόμος. Θέλει νά τοῦ πούμε μιά ώρα, γιά νά περιμένει τόν ταχυδρόμο λίγο πιό πρίν η λίγο πιό μετά άπ' αυτή τήν ώρα. Θέλει, δηλαδή, μιά μέση τιμή τής ώρας πού περνάει διαχυδρόμος.

Σέ όλες αύτές τίς περιπτώσεις, πού παρατηρούμε μιά ομάδα άπό άντικείμενα ή φαινόμενα μέ παρόμοιες ιδιότητες και παρόμοια συμπεριφορά, λέμε οτι παρατηρούμε ένα στατιστικό σύνολο. "Οπως είδαμε, όταν περι-



Κάθε χελιδόνι μέσα σ' ἔτα σμήρος μπορεῖ νά έχει διαφορετική ταχύτητα από τή μέση ταχύτητα του σμήρους.

γράφουμε ἔνα στατιστικό σύνολο, δέν περιγράφουμε κάθε ἀντικείμενο χειχωριστά. Γιά κάθε ἰδιότητα πού χρησιμοποιοῦμε στήν περιγραφή μας δίνουμε μιά μέση τιμή και έννοοῦμε δτί, ἀν χειχωρίσουμε ἔνα ἀντικείμενο ἀπό τό σύνολο καί παρατηρήσουμε ἀπό κοντά μιά ἰδιότητά του, είναι πολύ πιθανό δτί θά τή βροῦμε κοντά στή μέση τιμή πού δώσαμε. Μάλιστα γιά ἰδιότητες πού τίς περιγράφουμε μέναν δρισμένο ἀριθμό, ὅπως τό βάρος, ὁ σύγκος ἢ ἡ ἀπόσταση, ζέρουμε ἀπό τήν ἀριθμητική πώς νά βρίσκουμε τή μέση τιμή. "Ισως τήν έχετε ἀκούσει ώς μέσο δρο πολλῶν ἀριθμῶν. "Αν θέλουμε νά βροῦμε τό μέσο βάρος τῶν μῆλων μέσα σέ μιά σακούλα, προσθέτουμε τό βάρος κάθε μῆλου καί διαιροῦμε μέ τόν ἀριθμό τῶν μῆλων μέσα στή σακούλα. "Αν θέλουμε νά βροῦμε τό μέσο μῆκος πού έχουν οί πευκοβελόνες σ' ἔνα κλαδί πεύκου, προσθέτουμε τά μήκη ἀπό όλες τίς πευκοβελόνες καί διαιροῦμε μέ τόν ἀριθμό τους.

Στήν καθημερινή μας ζωή χρησιμοποιοῦμε πολύ συχνά τή μέση τιμή, γιά νά περιγράφουμε μιά ἰδιότητα ἐνός στατιστικοῦ συνόλου. Λέμε π.χ. δτί τά παιδιά τής Πέμπτης Δημοτικοῦ είναι 11 χρονῶν. Γιά νά δοῦμε σμως, πόσο ἀλήθεια είναι αὐτό;

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

- 1) Θυμηθεῖτε πότε είναι τά γενέθλιά σας καί ποιο χρόνο γεννηθήκατε. Υπολογίστε ἀκριβῶς τήν ἡλικία σας σέ χρόνο, μῆνες καί ἡμέρες.
- 2) Γράψτε τίς ἡλικίες δλων τῶν παιδιῶν τῆς τάξης στόν πίνακα. Προσθέστε τίς ἡλικίες δλων τῶν παιδιῶν καί διαιρέστε μέ τόν ἀριθμό τῶν παιδιῶν μέσα στήν τάξη. Ποιά είναι ἡ μέση ἡλικία τῶν παιδιῶν τῆς Πέμπτης Δημοτικοῦ στό σχολείο σας;

Εἴδαμε πόσο δύσκολο είναι νά περιγράψουμε κάθε ἀντικείμενο μέσα σ' ἔνα στατιστικό σύνολο. Ἀλλά ἀν είναι δύσκολο νά περιγράφουμε κάθε χελιδόνι μέσα σ' ἔνα σμήνος ἀπό πενήντα ή ἑκατό χελιδόνια, φανταστεῖτε πόσο δύσκολο είναι νά περιγράψουμε κάθε μόριο μέσα σ' ἔνα κομμάτι ὕλης, πού, ὅπως ζέρουμε, ἀποτελεῖται ἀπό μυριάδες μόρια. Στά ἐπόμενα κεφάλαια θά μελετήσουμε ἀπό ποιο κοντά τίς ἰδιότητες τής ὕλης, πού προέρχονται ἀπό τήν ἀδιάκοπη κίνηση τῶν μορίων. "Οπως ὑποπτεύετε ἀπό τώρα, γιά τή μελέτη μας αὐτή θά χρησιμοποιήσουμε ὄσα μάθαμε γιά τά στατιστικά σύνολα καί τίς μέσες τιμές.



"Οταν άγγίζουμε τόν πάγο, έχουμε τό αίσθημα τού ψυχρού. Πώς τό έξηγείτε;



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Δοκιμάζουμε τό αίσθημα τού ψυχρού ή θερμού όχηνοντας σταγόνες νερού στό δάχτυλό μας.

'Από ένα χάρτη τής 'Ελλάδας μέ ένα ύποδεκάμετρο και τήν κλίμακα τού χάρτη νά βρείτε τήν άπόσταση άπό τήν 'Αθήνα σέ κάθε νησί τής Δωδεκανήσου. Ποιά είναι ή μέση άπόσταση άπό τήν 'Αθήνα στή Δωδεκάνησο;

2. Θερμότητα και δερμοκρασία

"Ένα όποιοδήποτε άντικείμενο, όπως ένας ξύλινος χάρακας, περιέχει πολλές μορφές ένέργειας. Μποροῦμε νά παράγουμε έργο, ήν άφήσουμε τό χάρακα νά πέσει άπό τό χέρι μας ή άν τόν κάψουμε, γιά νά ζεστάνουμε λίγο νερό. Ξέρουμε ζμως οτι, όπως κάθε κομμάτι υλης, δ χάρακας άποτελεῖται άπο μυριάδες μόρια πού συνέχεια κινοῦνται, δηλαδή άπο μυριάδες μόρια πού τό καθένα περιέχει ένέργεια. Περιέχει έπομένως μιά μεγάλη ποσότητα ένέργειας, πού προέρχεται άπό τή γρήγορη κίνηση τών μορίων του. Τήν ένέργεια αύτή τή λέμε **θερμική ένέργεια**, ή μέ μιά λέξη, **θερμότητα**.

"Ο άνθρωπος έχει τήν ίκανότητα ν' άντιλαμβάνεταις πόσο ζεστό ή κρύο είναι ένα σώμα μέ τό αίσθημα τής αφής. 'Αν άγγίζουμε ένα άντικείμενο, πού τά μόριά του έχουν λιγότερη ένέργεια άπό τά μόρια τού χεριού μας, τότε άμεσως μεταφέρεται θερμική ένέργεια άπό τά μόρια τού χεριού μας στά μόρια τού άντικειμένου. 'Η αίσθηση αύτή γιά τή μεταφορά τής ένέργειας μεταδίδεται μέ τά νεῦρα μας στόν έγκεφαλο και μᾶς δημιουργεῖ τό αίσθημα τού ψυχρού. 'Αντιθετα, άν τά μόρια τού άντικειμένου πού άγγίζαμε έχουν περισσότερη ένέργεια άπό τά μόρια τού χεριού μας, τότε ή μεταφορά τής θερμικής ένέργειας θά γίνει άπό τά μόρια τού άντικειμένου στά μόρια τού χεριού μας. Τό αίσθημα πού θά μᾶς δημιουργήθει σ' αύτή τήν περίπτωση είναι τό αίσθημα τού θερμού. Τό αίσθημα λοιπόν τού θερμού ή τού

ψυχροῦ προέρχεται ἀπό μιά σύγκριση πού κάνουμε μεταξύ τῆς ἐνέργειας τῶν μορίων τοῦ σώματός μας καὶ τῶν μορίων τῶν σωμάτων πού ἀγγίζουμε. "Ας χρησιμοποιήσουμε αὐτή τήν ικανότητά μας, για νά παρατηρήσουμε μερικά ἐνδιαφέροντα πράγματα γιά τή θερμική ἐνέργεια, πού περιέχεται στά διάφορα ψυχρά σώματα.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε μιά λεκάνη, ἕνα ποτήρι κι ἔνα σταγονόμετρο.

1) Γερίστε τό ποτήρι μέ νερό ἀπό τή βρούση. Πάρτε μέ τό σταγονόμετρο λίγο νερό ἀπό διάφορα μέρη τοῦ ποτηριού καὶ στάξτε μερικές σταγόνες στό χέρι σας. "Εχετε διαφορετικό αἰσθημα θερμοῦ ή ψυχροῦ ἀπό σταγόνα σέ σταγόνα;

2) Γερίστε τή λεκάνη μέ νερό ἀπό τή βρούση. Βάλτε τό δάχτυλό σας σέ διάφορα μέρη τοῦ νεροῦ μέσα στή λεκάνη. Τί παρατηρεῖτε; 'Άδειάστε μέ προσοχή ἔνα ποτήρι καντό νερό στή μιά ἄκρη τῆς λεκάνης. Βάλτε τό δάχτυλό σας μέσα στό νερό στό σημείο πού ἀδειάσατε τό ποτήρι καὶ ἀμέσως μετά στήν ἀλλη ἄκρη τῆς λεκάνης. Τί παρατηρεῖτε; Περιμένετε πέντε λεπτά καὶ δοκιμάστε πάλι τό νερό μέ τό δάχτυλό σας σέ διάφορα μέρη τῆς λεκάνης. Τί παρατηρεῖτε;

Θά προσπαθήσουμε νά ἔξηγήσουμε ὅσα παρατηρήσαμε στήν ἐργασία μας μέ δι. τι ζέρουμε γιά τήν κίνηση τῶν μορίων. Φυσικά, δέ θά ἔξετάσουμε τήν κίνηση κάθε μορίου. Ξέρουμε δτί ἀκόμα καὶ ή πιό μικρή σταγόνα νεροῦ είναι ἔνα στατιστικό σύνολο ἀπό μυριάδες μόρια, πού συνέχεια κινοῦνται καὶ συγκρούονται. Σέ κάθε σύγκρουση μεταφέρεται ἐνέργεια ἀπό τό ἔνα μόριο στό ἄλλο καὶ ἄν παρακολουθήσουμε ἔνα ὄρισμένο μόριο, θά τό βροῦμε ἄλλοτε μέ περισσότερη καὶ ἄλλοτε μέ λιγότερη ἐνέργεια. 'Έκεινο λοιπόν πού

μᾶς ἐνδιαφέρει, ὅπως σέ κάθε στατιστικό σύνολο, είναι ή μέση ἐνέργεια τῶν μορίων.

Στό πρώτο βῆμα τής ἐργασίας μας παρατηρήσαμε δτί οι σταγόνες ἀπό όλα τά μέρη τοῦ νεροῦ μᾶς ἔδωσαν τό ἴδιο αἰσθημα θερμοῦ ή ψυχροῦ. 'Από τήν παρατήρηση αὐτή είναι εὔκολο νά βγάλουμε ἔνα σπουδαῖο συμπέρασμα : Σέ δλα τά μέρη τοῦ νεροῦ τά μόρια ἔχουν τήν ἴδια μέση ἐνέργεια ή, πιό γενικά, ή θερμική ἐνέργεια ἐνός σώματος μοιράζεται ἔτσι, ώστε τά μόρια τής ςλης του νά ἔχουν παντοῦ τήν ἴδια μέση ἐνέργεια.

"Οταν ἀρχίσαμε τό δεύτερο βῆμα τής ἐργασίας μας, τά μόρια τοῦ νεροῦ στή μιά ἄκρη τῆς λεκάνης είχαν περισσότερη μέση ἐνέργεια ἀπό τά ὑπόλοιπα. Μετά ἀπό λίγο ὥμως παρατηρήσαμε δτί τό νερό ἤταν τό ἴδιο ζεστό σέ δλα τά μέρη τής λεκάνης. 'Ανακαλύψαμε δηλαδή δτί, ἃν σέ κάποιο σῶμα ὑπάρχει περισσότερη θερμική ἐνέργεια σέ ἔνα μέρος του, τελικά αὐτή θά μοιραστεῖ ἔτσι, ώστε τά μόρια τής ςλης του νά ἔχουν παντοῦ τήν ἴδια μέση ἐνέργεια.

'Από αὐτές τίς δύο σπουδαῖες παρατηρήσεις βλέπουμε δτί ή μέση ἐνέργεια τῶν μορίων ἐνός σώματος είναι μιά χαρακτηριστική ἰδιότητα τοῦ σώματος. 'Η ἰδιότητα αὐτή μᾶς λέει πόσο ψυχρό ή θερμό είναι τό σώμα, δηλαδή ποιά είναι ή θερμοκρασία του. 'Η θερμοκρασία τοῦ σώματος, φυσικά, είναι μιά ἰδιότητα, πού δέ μένει πάντα ή ἴδια. Τό νερό μέσα σέ μιά κατσαρόλα πάνω στό τραπέζι ἔχει ὄρισμένη θερμοκρασία, δηλαδή τά μόριά του ἔχουν ὄρισμένη μέση ἐνέργεια. 'Άν βάλουμε τήν κατσαρόλα πάνω στή φωτιά καὶ περιμένουμε λίγο, θά βροῦμε τό νερό σέ ψηλότερη θερμοκρασία, δηλαδή τά μόριά του θά περιέχουν περισσότερη μέση ἐνέργεια ἀπό πρίν. Τό ἀντίστροφο θά συμβεῖ, ἃν ἀφήσουμε τό ἴδιο νερό στό ψυγεῖο γιά μισή ώρα. Θά τό βροῦμε σέ χαμη-



Η θερμοκρασία μέσα σε μιά κατσαρόλα καντό νερό είναι πολύ ψηλότερη από τή θερμοκρασία σ' ένα παγόβουνο. Άλλα ή θερμότητα μέσα σ' ένα παγόβουνο είναι πολύ περισσότερη από τή θερμότητα πού πειχεται μέσα σε μιά κατσαρόλα καντό νερό.

λότερη θερμοκρασία, δηλαδή τά μόρια του θά περιέχουν λιγότερη μέση ένέργεια.

Η θερμοκρασία και ή θερμότητα είναι δύο διαφορετικές έννοιες. "Οπως είδαμε, σλα τά μόρια ένός σώματος έχουν περίπου τήν ίδια ένέργεια. Η θερμοκρασία μᾶς λέει πόση περίπου είναι ή ένέργεια ένός μορίου μέσα στό σώμα. 'Αντίθετα, ή θερμότητα είναι ή δύλική ένέργεια τού σώματος, πού προέρχεται από τήν κίνηση όλων τῶν μορίων του. Δηλαδή, είναι ή ένέργεια πού θά πάρουμε αν προσθέσουμε τίς ένέργειες όλων τῶν μορίων του. Η θερμοκρασία μέσα σε μιά κατσαρόλα καυτό νερό είναι πολύ ψηλότερη από τή θερμοκρασία σ' ένα παγόβουνο. Άλλα ή θερμότητα μέσα σ' ένα παγόβουνο είναι πολύ περισσότερη από τή θερμότητα πού πειχεται

μέσα σε μιά κατσαρόλα καυτό νερό. Μπορείτε νά έχηγήσετε μέ περισσότερα λόγια γιατί;

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

1) Ζητήστε από τή μητέρα σας νά σάς βράσει δύο ανύγια για δέκα λεπτά. Μόλις τά βγάλει από τή φωτιά, βάλτε τό ένα ανύγι σ' ένα πιάτο και άφηστε το πάνω στό τραπέζι. Τό άλλο ανύγι βάλτε το σε μιά μεγάλη κατσαρόλα γεμάτη κρόν νερό. Για μισή ώρα δοκιμάζετε κάθε πέντε λεπτά μέ τό δάχτυλό σας τό ανύγι μέσα στό νερό και τό ανύγι μέσα στό πιάτο. Τί παρατηρείτε; Πώς έξηγείτε τίς παρατηρήσεις σας;

2) Τό ανύγι μέσα στό κρόν νερό έχει τώρα πιά κρυώσει. Σκουπίστε το καλά και βάλτε το πάνω στό τραπέζι.

Βάλτε τό χέρι σας για λίγη ώρα μέσα σε λίγο ζεστό νερό και άμεσως πιάστε τό ανύγι. Είναι ζεστό ή κρύο; Κρατήστε στήν παλάμη σας ένα παγάκι για λίγη ώρα και, άμεσως μόλις τό άφηστε, ξαναπιάστε τό ανύγι. Είναι ζεστό ή κρύο τώρα τό ανύγι; Ανακουνώστε στήν τάξη τά αποτελέσματα αντής τής έργασίας σας. Πώς τά έξηγείτε μέ τά δύσα έργετε για τό πως δημιουργείται τό αίσθημα τού ψυχροῦ ή θερμού στόν άνθρωπο;

3. Συστολή και διαστολή τής ύλης

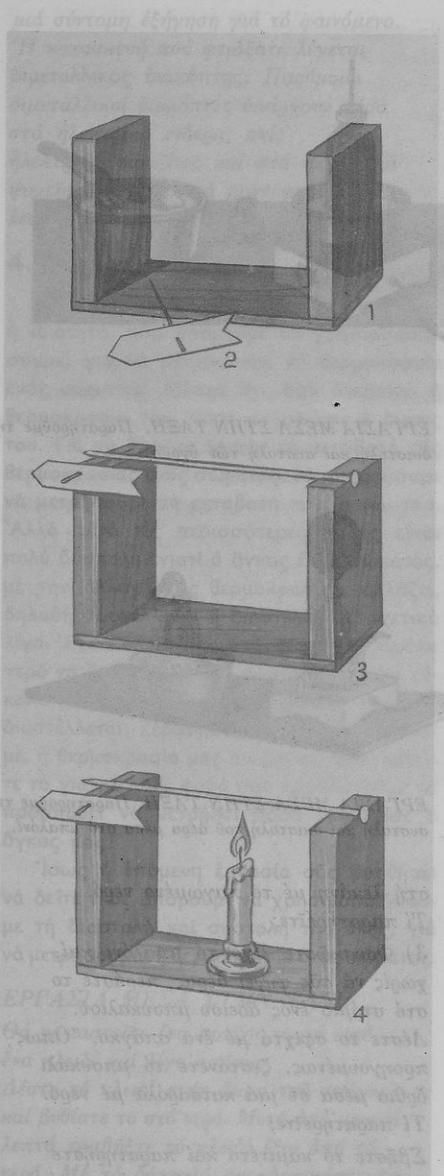
"Οπως φαντάζεστε, είναι άρκετά δύσκολο νά βροῦμε τή θερμοκρασία ένός σώματος μετρώντας τήν ένέργεια ένός μορίου του. Τά μόρια είναι πάρα πολύ μικρά και κινούνται πολύ γρήγορα. Γιά νά μετρήσουμε λοιπόν τή θερμοκρασία ένός σώματος, πρέπει νά παρατηρήσουμε τό αποτέλεσμα τής κινήσεως τῶν μορίων. Δηλαδή πρέπει νά παρατηρήσουμε κάποια ιδιότητα τής ύλης, πού άλλαζει άναλογα μέ τή μέση ένέργεια τῶν μορίων του.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

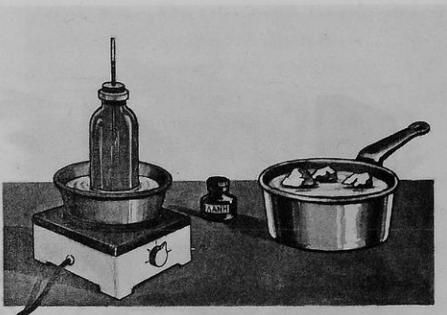
Θά χρειαστείτε μιά χοντρή μετάλλινη βελόνα πλεξίματος, μιά καρφίτσα, μιά πινέξα, λεπτό χαρτόνι, δύο ξύλα μέ μῆκος περίπου 15 έκατοστά τοῦ μέτρου, ένα ξύλο μέ μῆκος περίπου 25 έκατοστά τοῦ μέτρου καὶ μερικά κεριά. Γιὰ τὰ έπόμενα βήματα τῆς ἐργασίας θά χρειαστεῖτε μιά κατσαρόλα μέ νερό πάνω σ' ἑνα δυνατό καμινέτο, μιά λεκάνη μέ νερό καὶ πάγο, ένα μπουνκάλι μέ λαστιχένιο πῶμα, ένα λεπτό γυάλινο σωλήνα καὶ ἔνα μπαλόνι.

1) Καρφώστε τά ξύλα, δύπως δείχνει τό σχῆμα. Κόψτε ἔνα βέλος ἀπό τὸ χαρτόνι καὶ περάστε ἀπό τό κέντρο τοῦ τήρη καρφίτσας. Τοποθετήστε τή βελόνα, τό βέλος μέ τήν καρφίτσα καὶ τήν πινέξα στήν ξύλινη κατασκευή, δύπως δείχνει τό σχῆμα. Φορνίστε ὥστε τό ἔνα ἄκρο τῆς βελόνας νά ἀκονιμπάει στήν πινέξα. Ἀνάψτε ἔνα κερί καὶ βάλτε το κάτω ἀπό τή βελόνα. Τί παρατηρεῖτε; Βάλτε δύο ἀναμμένα κεριά κάτω ἀπό τή βελόνα. Τί παρατηρεῖτε; Σέ τί διαφέρονταν τώρα οἱ παρατηρήσεις σας;

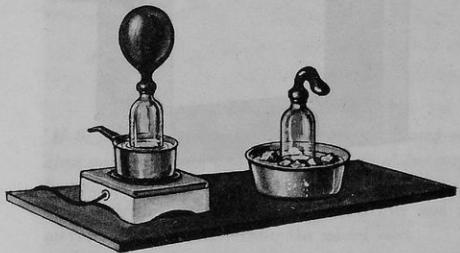
2) Γεμίστε τό μπουνκάλι μέ νερό καὶ χρωματίστε τό νερό μέ μερικές σταγόνες κόκκινη ἢ γαλάζια μελάνη. Περάστε τό γυάλινο σωλήνη μέσα ἀπό τό πῶμα, δύπως δείχνει τό σχῆμα, καὶ μέ ἔνα σταγονόμετρο προσθέστε νερό, ὥστε νά φτάσει περίπου ἵσμε τή μέση τοῦ σωλήνα. Βάλτε τό μπουνκάλι μέσα στήν κατσαρόλα μέ νερό πάνω στό καμινέτο. Ἀνάψτε τό καμινέτο καὶ παρακαλούνθαστε προσεκτικά τό χρωματισμένο νερό μέσα στό γυάλινο σωλήνη. Τί παρατηρεῖτε; Σβήστε τό καμινέτο καὶ παρακαλούνθαστε γιά λίγη ὥρα τό νερό μέσα στό γυάλινο σωλήνη. Τί παρατηρεῖτε; Μεταφέρετε τό μπουνκάλι



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Κατασκευή, γιά νά παρατηρήσουμε τή διαστολή τῶν στερεῶν.



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Παρατηροῦμε τή διαστολή καί συστολή τῶν ύγρων.



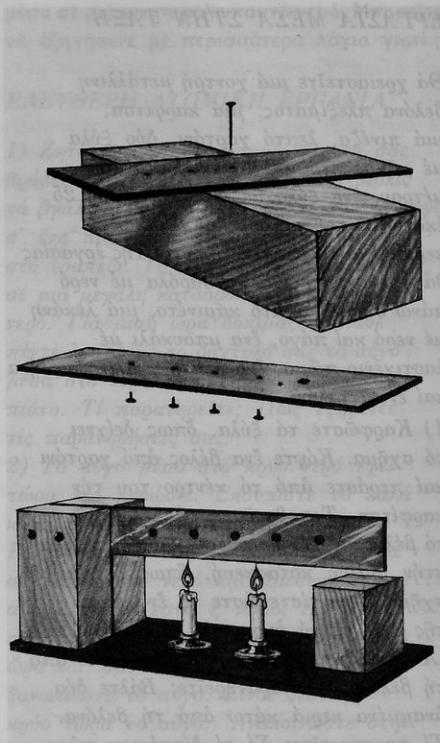
ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Παρατηροῦμε τή συστολή καί διαστολή τοῦ ἀέρα μέσα στό μπαλόνι.

στή λεκάνη μέ τό παγωμένο νερό.

Τί παρατηρεῖτε;

3) Φουσκώστε λίγο τό μπαλόνι καί, χωρίς νά σᾶς φύγει ἀέρας, περάστε το στό στόμιο ἐνός ἀδειού μπουκαλιού. Δέστε το σφιχτά μέ ἔνα σπάγκο. "Οπως προηγουμένως, ζεστάνετε τό μπουκάλι ὅθιο μέσα σέ μιά κατσαρόλα μέ νερό. Τί παρατηρεῖτε;

Σβῆστε τό καμινέτο καί παρατηρήστε γιά λίγο τί συμβαίνει. Μεταφέρετε τό μπουκάλι μέ τό μπαλόνι στή λεκάνη μέ τό παγωμένο νερό. Τί παρατηρεῖτε;



ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ. Κατασκεναστικό σχέδιο, γιά νά παρατηρήσουμε τά ἀποτελέσματα τῆς διαστολῆς σ' ἔνα διμεταλλικό ἔλασμα.

Σέ ὅλα τά βήματα τῆς ἐργασίας μας παρατηρήσαμε τό ἄδιο φαινόμενο. "Οταν αὐξάνεται ἡ θερμοκρασία ἐνός σώματος, ὁ ὅγκος τον μεγαλώνει, καί ὅταν μειώνεται ἡ θερμοκρασία του, ὁ ὅγκος του μικράνει. Τό φαινόμενο αὐτό τό δονομάζουμε διαστολή καί συστολή τῆς ὑλῆς καί λέμε ὅτι

τά ὄλικά σώματα διαστέλλονται, ὅταν αὐξάνεται ἡ θερμοκρασία τους, καί συστέλλονται, ὅταν μειώνεται ἡ θερμοκρασία τους.

Μποροῦμε πολύ εύκολα νά ἔχηγήσουμε τό φαινόμενο τῆς διαστολῆς καί συστολῆς,

άν θυμηθούμε τί σημαίνει ψηλότερη ή χαμηλότερη θερμοκρασία. "Οταν αύξανεται ή θερμοκρασία ένός σώματος, μεγαλώνει ή μέση ένεργεια των μορίων της υλης του, τα μόρια κινοῦνται πιο πολύ και άπλωνονται σε περισσότερο χώρο. Κάτι παρόμοιο έχουμε δει μέ τους συμμαθητές μας. Ξέρουμε δτι άν δέκα παιδιά στέκονται άκινητα, μποροῦν νά σχηματίσουν μιά γραμμή, άκουμπωντας το ένα στόν ώμο τοῦ άλλου. "Άν τα παιδιά ζμως κινοῦνται και το ένα άρχιζει νά σπρωχνει το άλλο, τότε ή γραφμή μακραίνει.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θά χρειαστείτε δύο λάμες μέ μήκος 25 έκατοστά τον μέτρου, πλάτος 2 ώς 3 έκατοστά και πάχος 1 χιλιοστόμετρο. "Η μιά λάμα πρέπει νά είναι άπό σίδερο και ή άλλη άπό άλογυμνίο ή άπό χαλκό. Πάνω σέ ένα χοντρό ξύλο κρατήστε τις δύο λάμες μαζί και μέ ένα καρφί άνοιξτε πέντε τρύπες στις δύο λάμες σέ ίσες άποστάσεις. Κόψτε μέ μιά πένσα πέντε καρφιά, το καθένα μισό περόπου έκατοστό τον μέτρου κάτω άπό τό κεφάλι τον καρφιού. Περόστε τὰ πέντε κομμένα καρφιά άπό τις πέντε τρύπες και χτυπήστε τα μέ ένα σφρό, ώστε νά ένωθούν οι δύο λάμες, όπως δείχνει τό σχήμα.

Πιάστε τις δύο λάμες μέσα σέ δύο χοντρά ξύλα, όπως δείχνει τό σχήμα, και καρφώστε τα μέ μερικά καρφιά. Συμπληρώστε τήν ωπόλοιπη ξύλινη κατασκευή, πού δείχνει τό σχήμα. Βάλτε τρία κεριά κάτω άπό τις λάμες έτσι, ώστε τά φωτίλια τους μόλις νά τις άγγιζουν, και άναψτε τά κεριά. 'Αντι γιά κεριά μπορείτε νά χρησιμοποιήσετε ένα καμινέτο οινοπενέματος. Τί παρατηρείτε; Πᾶς έξηγείτε τις παρατηρήσεις σας; Γράψτε σ' ένα χαρτόνι λίγα λόγια γιά τή λειτουργία τής κατασκευής σας και

μιά σύντομη έξηγηση γιά τό φαινόμενο.

"Η κατασκευή πού φτιάξατε λέγεται διμεταλλικός διακόπτης. Παρόμοιοι διμεταλλικοί διακόπτες υπάρχουν μέσα στά ήλεκτρικά σίδερα, στις ήλεκτρικές κουζίνες και στά ήλεκτρικά ψυγεία. Μπορείτε νά μαντέψετε πῶς λειτουργοῦν και σέ τί άκριβώς χρησιμεύουν;

4. Θερμόμετρα

"Η διαστολή και συστολή τής υλης είναι ή ιδιότητα, πού μποροῦμε νά χρησιμοποιήσουμε, γιά νά μετρήσουμε τή θερμοκρασία ένός σώματος. Είδαμε δτι, δσο άνεβαίνει ή θερμοκρασία του, τόσο μεγαλώνει ό σγκος του. Γιά νά βροῦμε λοιπόν τή μεταβολή τής θερμοκρασίας ένός σώματος, θά μπορούσαμε νά μετρήσουμε τή μεταβολή τού σγκου του. "Αλλά αύτό τις περισσότερες φορές είναι πολύ δύσκολο, γιατί ό σγκος ένός σώματος, μέ τήν άλλαγή τής θερμοκρασίας, άλλαζει, δηλαδή συστέλλεται ή διαστέλλεται, σχετικά λίγο. "Έχετε άλλοι παρατηρήσει μιά κατσαρόλα νερό νά ζεσταίνεται στή φωτιά. Μπορείτε εύκολα νά παρατηρήσετε τόν σγκο τού νερού νά διαστέλλεται; Ξέρουμε δτι όταν άρρωσταίνουμε, ή θερμοκρασία μας άνεβαίνει. Φανταστείτε τό γιατρό κάθε φορά πού κρυολογοῦμε νά προσπαθεί νά μετρήσει πόσο μεγάλωσε ό σγκος μας!

"Ισως ή έπόμενη έργασία σᾶς βιηθήσει νά δείτε πῶς μποροῦμε νά χρησιμοποιήσουμε τή διαστολή και συστολή τής υλης, γιά νά μετρήσουμε τή θερμοκρασία ένός σώματος.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστείτε ένα ποτήρι καντό νερό, ένα κλειδί και λίγο σπάγκο.

Δέστε τό κλειδί στήν άκοη τον σπάγκου και βυθίστε το στό νερό. Μετά άπό μερικά λεπτά τραβήξτε τό κλειδί έξω άπό τό νερό. Μέ τό δάχτυλό σας δοκιμάστε τή θερμοκρασία τού νερού μέσα στό ποτήρι και άμεσως άγγιξτε τό κλειδί.

Τί παρατηρεῖτε;

Μπορείτε νά έπαναλάβετε τήν έργασία μέ διάφορα μικρά αντικείμενα, όπως μιά βίδα ή μιά δεκάρα. Τί παρατηρεῖτε;

"Όταν βγάλαμε τό κλειδί άπό τό νερό, παρατηρήσαμε ότι και τό κλειδί και τό νερό μᾶς έδωσαν τό ίδιο αίσθημα του θερμού. Δηλαδή, παρατηρήσαμε ότι τά μόρια του κλειδιού είχαν τήν ίδια μέση ένέργεια με τά μόρια του νερού.

Άνακαλύψαμε ότι,

ὅταν φέρουμε σέ έπαφή δύο σώματα, ή θερμική τους ένέργεια θά μοιραστεί έτσι ώστε και τά δύο σώματα νά έχουν τήν ίδια θερμοκρασία.

Γιά νά μετρήσουμε τή θερμοκρασία τών διαφόρων σωμάτων, παρατηρούμε τή συστολή ή διαστολή τής ψλησίας σε ειδικά όργανα, πού τά λέμε θερμόμετρα. Τά όργανα αυτά είναι φτιαγμένα έτσι ώστε νά μπο-

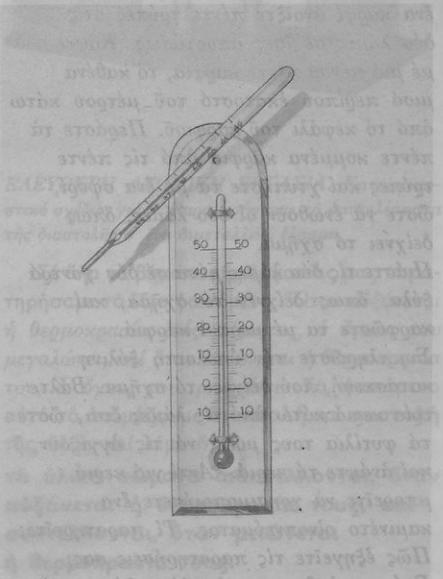
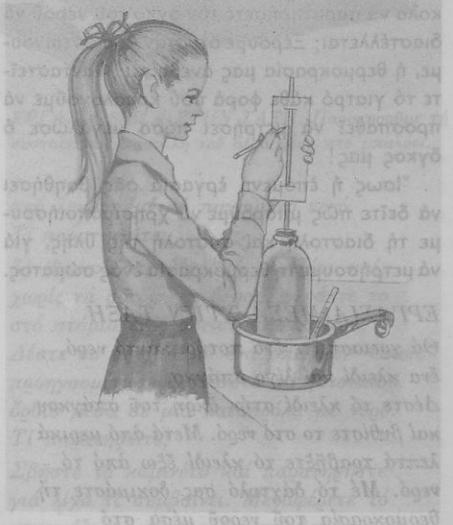
ράτησκονται σε ιδανική θερμοκρασία. Εξαγόντας την θερμοκρασία των διαφόρων σωμάτων, παρατηρούμε τη συστολή ή διαστολή τής ψλησίας σε ειδικά όργανα, πού τά λέμε θερμόμετρα. Τά όργανα αυτά είναι φτιαγμένα έτσι ώστε νά μπο-

ράτησκονται σε ιδανική θερμοκρασία. Εξαγόντας την θερμοκρασία των διαφόρων σωμάτων, παρατηρούμε τη συστολή ή διαστολή τής ψλησίας σε ειδικά όργανα, πού τά λέμε θερμόμετρα. Τά όργανα αυτά είναι φτιαγμένα έτσι ώστε νά μποράται να μετρηθεί η θερμοκρασία των διαφόρων σωμάτων.

Πώς βαθμολογούμε έτα θερμόμετρο.

φούμε νά παρατηρήσουμε τή διαστολή ή συστολή τής ψλησίας άκομη και γιά μικρές μεταβολές τής θερμοκρασίας. Ξέρουμε άπό τήν παραπάνω έργασία μας ότι, ἀν φέρουμε σέ έπαφή ένα θερμόμετρο με ένα άντικείμενο, τότε τελικά τό θερμόμετρο θά άποκτήσει τήν ίδια θερμοκρασία πού έχει και τό άντικείμενο. Έτσι, παρατηρώντας τή διαστολή τής ψλησίας του θερμομέτρου, βρίσκουμε τή θερμοκρασία του άντικειμένου πού μᾶς ένδιαφέρει.

Σήμερνη πραγματικότητα οι τρεις κατασκευές πού φτιάξαμε στό μάθημα γιά τή διαστολή και συστολή τής ψλησίας είναι τρία θερμόμετρα. Άν παρατηρήσουμε π.χ. τή συστολή και διαστολή του χρωματισμένου νερού μέσα στό γυάλινο σωλήνα τής δεύτερης κατασκευής, μπορούμε νά πούμε πόσο ζεστό ή κρύο είναι τό σώμα, πού είχαμε φέρει σέ έπαφή με τό μπουκάλι. Μάλιστα, γιά νά μπορούμε νά περιγράψουμε τίς παρατηρήσεις μας γιά τή θερμοκρασία τών διαφόρων



Ιατρικό θερμόμετρο και θερμόμετρο τοίχου.

Παρατηρήστε ἔνα δποιοδήποτε θερμόμετρο (έργαστηριακό, λατρικό, τοῦ τοίχου). Μπορείτε νά ἐξηγήσετε γιατί συνηθίζουμε νά λέμε «ψηλή» ή «χαμηλή» θερμοκρασία ἀντί γιά «μεγάλη» ή «μικρή»;

5. Τό «ἀπόλυτο μπδέν»

Τούς ἀριθμούς στήν κλίμακα τοῦ Κελσίου τούς όνομάζουμε βαθμούς καί, γιά νά δείξουμε ὅτι πρόκειται γιά θερμοκρασία, τούς γράφουμε μέ ἔνα μικρό μηδενικό καί τό γράμμα C πού εἶναι τό ἀρχικό τοῦ Κελσίου (Celsius) στά σουηδικά. Λέμε ὅτι τό νερό γίνεται πάγος στούς μηδέν βαθμούς Κελσίου καί τό γράφουμε 0°C.

Ἄλλα ζέρουμε ὅτι τίς κρύες νύχτες τοῦ χειμώνα, πού δλα παγώνουν ἔξω, ή θερμοκρασία κατεβαίνει πολύ χαμηλότερα ἀπό τή θερμοκρασία πού λιώνει ὁ πάγος. Τίς θερμοκρασίες αύτές, πού εἶναι κάτω ἀπό 0°C, τίς γράφουμε μέ ὀρηνητικούς ἀριθμούς. "Αν βάλουμε ἔνα θερμόμετρο στό ψυγεῖο, θά δοῦμε ὅτι κατεβαίνει γύρω στούς 4°C. "Αν ὅμως τό βάλουμε στήν κατάψυξη, θά δοῦμε ὅτι κατεβαίνει χαμηλότερα καί σταματάει γύρω στούς — 5 °C. Θά ἔχετε ἀκούσει καί γιά χαμηλότερες θερμοκρασίες. Στή Φλώρινα τό χειμώνα συχνά ή θερμοκρασία πέφτει στούς — 15 °C καί στήν κορυφή τοῦ Όλυμπου στούς — 25 °C. Στό Βόρειο Πόλο οι ἐπιστημονικές ἀποστολές συχνά μετροῦν θερμοκρασία γύρω στούς — 70 °C.

Άλλα ἀμέσως μᾶς γεννιέται τό ἐρώτημα ; Ποιά εἶναι ή χαμηλότερη θερμοκρασία πού μπορεῖ νά φτάσει ή ülη ; Δέν εἶναι καθόλου δύσκολο νά ἀπαντήσουμε στό ἐρώτημα αύτό, ἄν θυμηθοῦμε τί σημαίνει θερμοκρασία. Ξέρουμε ὅτι ή θερμοκρασία ἐνός σώματος συνδέεται μέ τή μέση ἐνέργεια τῶν μορίων του. "Οσο λιγότερη ἐνέργεια ἔχουν τά μόρια,

σωμάτων, μποροῦμε νά χαράξουμε διάφορες γραμμές πάνω στό σωλήνα ή σέ ἔνα χαρτί κολλημένο στό σωλήνα, ὅπως δείχνει τό σχῆμα. Τό πιό εὔκολο εἶναι νά χαράξουμε στό χαρτί γραμμές σέ ἵσες ἀποστάσεις καί νά τίς ἀριθμήσουμε ή, ὅπως λέμε, νά φτιάξουμε μιά **κλίμακα**. Μέ τόν τρόπο αύτό μποροῦμε πιά νά ἀναφέρουμε μέ ἀριθμούς τίς παρατηρήσεις μας γιά τή θερμοκρασία τῶν σωμάτων πού μᾶς ἐνδιαφέρουν.

"Ένας ἀπό τούς πρώτους ἐπιστήμονες, πού κατασκεύασε θερμόμετρο μέ κλίμακα, ήταν δ Σουηδός φυσικός Κέλσιος γύρω στό 1730. Ο Κέλσιος ἔφτιαξε μιά συσκευή περίπου σάν τή δική μας. Πήρε ἔνα λεπτό γυάλινο σωλήνα, πού κατέληγε σέ μιά μικρή γυάλινη σφαίρα. Ἀντί γιά χρωματισμένο νερό γέμισε τή σφαίρα καί ἔνα μικρό μέρος τοῦ σωλήνα μέ ὄδράργυρο. Γιά νά χαράξει τήν κλίμακα τοῦ θερμομέτρου του, δ Κέλσιος διάλεξε δύο πολύ σημαντικές θερμοκρασίες. Τή θερμοκρασία πού λιώνει ὁ πάγος καί τή θερμοκρασία πού βράζει τό νερό. Στό σημεῖο πού κατέβηκε ὁ ὄδράργυρος, ὅταν ἔβαλε τό θερμόμετρό του στό νερό ἀπό πάγο πού ἔλιωνε, χάραξε μιά γραμμή. Στό σημεῖο πού ἀνέβηκε ὁ ὄδράργυρος, ὅταν τό ἔφερε σέ ἐπαφή μέ ἀτμούς πάνω ἀπό νερό πού ἔβραζε, χάραξε μιά ἄλλη γραμμή. Τό διάστημα τοῦ σωλήνα ἀνάμεσα στίς δύο γραμμές τό χώρισε σέ 100 ἴσα μέρη καί ἀριθμησε τίς γραμμές ἀπό τό 0 ώς τό 100.

Τήν ἴδια ἐργασία, πού ἔκανε δ Κέλσιος πρίν ἀπό 250 χρόνια περίπου, κάνουν μέχρι σήμερα ὅλα τά ἐργοστάσια πού κατασκευάζουν θερμόμετρα. Θά ἔχετε ὅλοι δεῖ θερμόμετρα καί θά τά ἔχετε χρησιμοποιήσει, γιά νά διαβάσετε τή θερμοκρασία μέσα σ' ἔνα δωμάτιο ή τή δική σας θερμοκρασία, ὅταν κάποτε κρυολογήσατε. Ξέρετε ὅτι ή κλίμακα σέ ὅλα τά θερμόμετρα εἶναι χαραγμένη μέ τόν ἴδιο τρόπο καί ὅτι, ἄν βάλετε ὀποιοδήποτε θερμόμετρο πάνω ἀπό μιά κατσαρόλα μέ νερό πού βράζει, θά δείξει τόν ἀριθμό 100.

Σημείο θρασμού		
τοῦ νερού	100	373
'Η ύψηλότερη θερμοκρασία		
στή Γῆ	58	331
Σημείο τηξεως		
τοῦ πάγου	0	273
'Η χαμηλότερη θερμοκρασία		
στή Γῆ	-90	183
'Η μέση θερμοκρασία		
στὸν πλανήτη Δία	-129	144
Τὸ ἀπόλυτο μηδὲν		
	-273	0

τόσο χαμηλότερη ἡ θερμοκρασία τοῦ σώματος, καὶ, βέβαια, ἡ χαμηλότερη θερμοκρασία πού μπορεῖ νά φτάσει ἔνα σῶμα είναι δταν δλα τα τά μόρια χάσουν δλη τους τήν ένεργεια. Δηλαδή, δταν δλα τα μόρια σταματήσουν τελείως νά κινοῦνται. Τή θερμοκρασία αὐτή τή λέμε **ἀπόλυτο μηδέν** καὶ οι ἐπιστήμονες ἔχουν υπολογίσει δτι βρίσκεται στούς— 273 °C.

Μέ βάση τό ἀπόλυτο μηδέν οι ἐπιστήμονες πρότειναν στίς ἀρχές τοῦ αἰώνα μιά νέα κλίμακα, πού τήν δνόμασαν **ἀπόλυτη κλίμακα ἢ κλίμακα τοῦ Κέλβιν** πρός τιμήν τοῦ Ἀγγλου φυσικοῦ λόρδου Κέλβιν. Στήν ἀπόλυτη κλίμακα δέν υπάρχουν ἀρνητικοὶ ἀριθμοί. Τό μηδέν τής κλίμακας βρίσκεται στή χαμηλότερη θερμοκρασία πού μπορεῖ νά φτάσει ἔνα σῶμα, δηλαδή στό ἀπόλυτο μηδέν. Οι βαθμοί στήν ἀπόλυτη κλίμακα ἔχουν τό τίδιο μέγεθος μέ τούς βαθμούς στήν κλίμακα τοῦ Κελσίου καὶ τούς γράφουμε μέ τό σύμβολο °K. "Ετσι, στήν κλίμακα τοῦ Κέλβιν τό νερό γίνεται πάγος στούς 273 °K καὶ βράζει στούς 373 °K. Θά ἔχετε ίσως μαντέψει πῶς βρίσκουμε τή θερμοκρασία ἐνός σώματος σέ βαθμούς Κέλβιν, ἐν τήν **ζέρουμε σέ βαθμούς Κελσίου**: Γιά νά μετατρέψουμε τή θερμοκρασία ἀπό τήν κλίμακα τοῦ Κελσίου στήν κλίμακα τοῦ Κέλβιν, προσθέτουμε τόν ἀριθμό 273.

"Οπως εἰδαμε, ἡ κλίμακα τοῦ θερμομέτρου είναι **ἔνα είδος συμφωνίας**, πού ἔχουν κάνει οι ἄνθρωποι, γιά τό πῶς θά μετροῦν τή θερμοκρασία τῶν διαφόρων σωμάτων. Θά μπορούσαμε, ἀντί νά χωρίσουμε σέ 100 βαθμούς τήν κλίμακα τοῦ θερμομέτρου ἀπό τό σημεῖο πού λιγεινεί δ πάγος ως τό σημεῖο πού βράζει τό νερό, νά τή χωρίσουμε σέ 200 βαθμούς ἡ σέ 1000 βαθμούς. Πολλές τέτοιες κλίμακες ἔχουν προταχθεῖ κατά καιρούς ἀπό διάφορους ἐπιστήμονες. Σέ μερικές χώρες, ὅπως ή Ἀγγλία καὶ οι Ἕνωμένες Πολιτείες, χρησιμοποιεῖται ἀκόμη ἡ κλίμακα πού πρότεινε τό 1706 δ Ὄλλανδός φυσικός Φα-

Κλίμακες θερμομέτρων Κελσίου καὶ Κέλβιν.

ρενάιτ. Ἀλλά καὶ οἱ χώρες αὐτές ἔχουν ἀποφασίσει ὅτι μέσα στά ἐπόμενα χρόνια θά ἀρχίσουν νά χρησιμοποιοῦν ἀποκλειστικά τήν κλίμακα τοῦ Κελσίου.

6. Θερμοκρασία, δερμότητα καὶ οἱ καταστάσεις τῆς ψυχῆς (α)

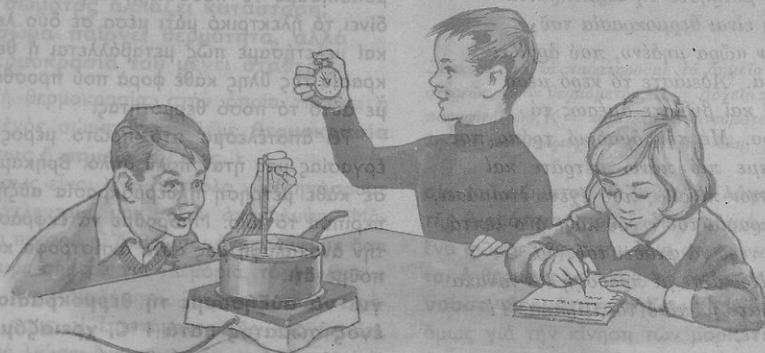
Ξέρουμε ὅτι σέ μιά δρισμένη θερμοκρασία τά μόρια κάθε εἰδούς ψυχῆς ἔχουν τήν ἴδια μέση ἐνέργεια. Στή θερμοκρασία πού βρίσκομαστε αὐτή τή στιμή τά μόρια τοῦ θρανίου μας, τά μόρια τοῦ νεροῦ μέσα σ' ἔνα ποτήρι καὶ τά μόρια τοῦ διξυγόνου πού ἀναπνέουμε ἔχουν περίπου τήν ἴδια ἐνέργεια. Ἀλλά ἂν αὐτό είναι ἀλήθεια, τότε γιατί τό θρανίο μας βρίσκεται στή στερεά κατάσταση, τό νερό στήν υγρή καὶ τό διξυγόνο στήν ἀέρια; Μποροῦμε εύκολα πιά νά δώσουμε τήν ἀπάντηση. Είναι γιατί στά διάφορα εἰδή ψυχῆς οἱ δυνάμεις μεταξύ τῶν μορίων ἡ, δηπως ἀλλιώς τίς λέμε, οἱ δυνάμεις συνοχῆς τῶν μορίων είναι διαφορετικές. Τά μόρια τοῦ θρανίου ἐλκονται μεταξύ τους μέ μεγαλύτερη δύναμη ἀπό ὅ,τι τά μόρια τοῦ νεροῦ καὶ τά μόρια τοῦ νεροῦ ἐλκονται μεταξύ

τους μέ μεγαλύτερη δύναμη ἀπό ὅ,τι τά μόρια τοῦ διξυγόνου. Ἐτοι, στή θερμοκρασία τής αἴθουσας, αὐτή τή στιγμή, οἱ δυνάμεις συνοχῆς τῶν μορίων τοῦ ξύλου ὑπερνικοῦν τήν κίνησή τους καὶ κρατοῦν τά μόρια σέ μιά δρισμένη θέση. Στό νερό οἱ δυνάμεις συνοχῆς τῶν μορίων δέν είναι τόσο ισχυρές. Τά μόρια μποροῦν νά κινοῦνται μέ κάποια μεγαλύτερη ἀλεύθερία, χωρίς ὅμως νά ξεφεύγουν τελείως τό ἔνα ἀπό τό ἄλλο. Τέλος, στό διξυγόνο οἱ δυνάμεις συνοχῆς τῶν μορίων είναι τόσο μικρές, ώστε τά μόρια τοῦ διξυγόνου, μέ τήν ἐνέργεια πού ἔχουν στή θερμοκρασία τής αἴθουσας, μποροῦν νά κινοῦνται τελείως ἀλεύθερα τό ἔνα ἀπό τό ἄλλο.

Τί θά γίνει ὅμως, ἂν σέ ἔνα κομμάτι ψυχῆς, πού βρίσκεται σέ δρισμένη κατάσταση προσθέσουμε ἡ ἀφαιρέσουμε θερμότητα;

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε ἔνα ἡλεκτρικό μάτι ἡ ἔνα καμινέτο οἰνοπνεύματος, ἔνα μικρό γυαλίνο δοχεῖο πού νά ἀντέχει στή φωτιά (πυρέξ) ἡ ἔνα κατσαρολάκι, μερικά κεριά, ἔνα θερμόμετρο καὶ ἔνα ρολόι μέ δείκη δευτερολέπτων. Τό πείραμα



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Ὁμαδικό πείραμα γιά νά μετρήσουμε μεταβολές θερμοκρασίας καὶ νά μελετήσουμε τήν τήξη τῶν στερεωῶν.

αντό γίνεται άπό δόλα τά παιδιά πού
έργαζονται σε μά δύμαδα.

"Ενα παιδί είναι ό χρονομέτρος.

Παρακολουθεῖ τό ρολόι και κάθε δύο λεπτά άνακοινώνει στήν τάξη πόσα λεπτά πέρασαν άπό τή στιγμή πού άρχισε τό πείραμα.

"Ενα δεύτερο παιδί διαβάζει τό θερμόμετρο. Μέ τό σύνθημα τού χρονομέτρου κάθε δύο λεπτά άνακοινώνει στήν τάξη τή θερμοκρασία πού δείχνει τό θερμόμετρο.

Τέλος ένα τρίτο παιδί παρακολουθεῖ άν άλλαξει ή κατάσταση τής ψήσης, πού παίρνει ή δίνει θερμότητα.

Τά ώπλοιστα παιδιά στήν τάξη γράφουν τά άποτελέσματα σε έναν πίνακα μέ δύο στήλες. Στήριγμάτω στήλη γράφουμε τό χρόνο πού πέρασε άπό τή στιγμή πού άρχισε τό πείραμα και στή δεύτερη στήλη τή θερμοκρασία τού σώματος πού παρατηρούμε.

1) Πέντε λεπτά πρώτη άρχισετε τό πείραμα άναψτε τό ήλεκτρικό μάτι σε χαμηλή ένταση και βάλτε έπάνω τό πυρέξ, ώστε νά ζεσταθεί.

Γεμίστε ένα ποτήρι μέ νερό άπό τή βρύση και μετρήστε τή θερμοκρασία του. Αδτή είναι θερμοκρασία τού νερού στήν «ώρα μηδέν», πού άρχισει τό πείραμα. Άδειάστε τό νερό μέσα στό πυρέξ και βυθίστε άμεσως τό θερμόμετρο. Μέ τόν διαδικό τρόπο πού περιγράφαμε πιο πάνω μετράτε και γράφετε στόν πίνακα, πού έχετε έτοιμασει, τή θερμοκρασία τού νερού κάθε δύο λεπτά, ώσπου τό νερό νά φτάσει τούς 80 °C περίπον. Κοιτάξτε μέ προσοχή τόν πίνακα πού φτιάξατε μ' αντό τό πείραμα. Τί παρατηρείτε;

2) Σβήστε τό ήλεκτρικό μάτι και άφηστε το νά κρυώσει. Πλάστε μέ τά χέρια σας μερικά κεριά, βγάλτε τά φιτίλια και άπλωστε τή μάζα του

κεριού στό πάτο τού πυρέξ σάν μιά τηγανίτα. Βοθίστε τό θερμόμετρο μέσα στό κερί και βάλτε τό πυρέξ πάνω στό ήλεκτρικό μάτι σε πολύ χαμηλή ένταση. Άρχίστε νά μετράτε τή θερμοκρασία τού κεριού, όπως και στήν πρηγούμενη έργασία, γράφοντας τά άποτελέσματα σε ένα νέο πίνακα. Αδτή τή φορά, όταν τό παιδί πού παρακολουθεῖ τήν κατάσταση τής ψήσης τού κεριού άνακοινώσει ότι τό κερί άρχισει νά λιώνει, τραβήξτε μιά δριζόντια γραμμή στόν πίνακα σας.

Τραβήξτε μιά δεύτερη γραμμή όταν τό ίδιο παιδί άνακοινώσει ότι άλλο τό κερί έλιωσε. Συνεχίστε, όποιον τό θερμόμετρο νά άνεβει στούς 80 °C περίπον. Κοιτάξτε μέ προσοχή τόν πίνακα πού φτιάξατε. Τί παρατηρείτε;

Καί στά δύο μέρη τής έργασίας μας χρησιμοποιήσαμε τό ήλεκτρικό μάτι, γιά νά προσθέσουμε θερμότητα στήν ψήση πού παρατηρήσαμε. Οι ήλεκτρικές συσκευές είναι φτιαγμένες έτσι, ώστε σε κάθε λεπτό τής ψήσης νά δίνουν όρισμένο ποσό θερμότητας. Έτσι, μέ τόν τρόπο πού δουλέψαμε, χρησιμοποιήσαμε τό ποσό τής θερμότητας, πού δίνει τό ήλεκτρικό μάτι μέσα σε δύο λεπτά, και μελετήσαμε πώς μεταβάλλεται ή θερμοκρασία τής ψήσης κάθε φορά πού προσθέτουμε αύτό τό ποσό θερμότητας.

Τό άποτελέσμα στό πρώτο μέρος τής έργασίας μας ήταν πολύ άπλο. Βρήκαμε ότι σε κάθε μέτρηση ή θερμοκρασία αύξηθηκε περίποι τό ίδιο. Μπορούμε νά έκφρασουμε τήν άνακαλυψή μας αύτή άντιστροφα και νά πουμε ότι,

γιά νά αύξησουμε τή θερμοκρασία ένός σώματος κατά 1 °C, χρειαζόμαστε ένα όρισμένο ποσό θερμότητας.

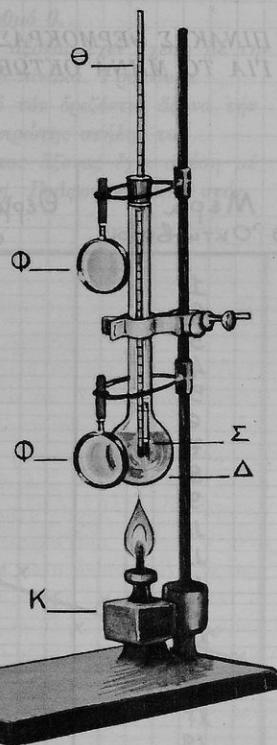
Σέ οποιαδήποτε θερμοκρασία κι αν βρίσκεται τό σώμα, τό ποσό αύτό είναι τό ίδιο.

„Αν θέλουμε νά ζεστάνουμε ένα ποτήρι νερό άπό 22 °C σέ 23 °C, πρέπει νά δώσουμε τό ίδιο ποσό θερμότητας, πού θά δίναμε, γιά νά τό ζεστάνουμε άπό 68 °C σέ 69 °C.

Δέν είναι, βέβαια, πολύ δύσκολο νά καταλάβουμε γιατί συμβαίνει αυτό, αν θυμηθοῦμε τί σημαίνει αύξηση τῆς θερμοκρασίας κατά 1 °C. Γιά ν' άνεβει ή θερμοκρασία κατά ένα βαθμό, τό κάθε μόριο τοῦ σώματος χρειάζεται νά πάρει λίγη περισσότερη ένέργεια. Ή ένέργεια αυτή είναι ή ίδια γιά όποια δήποτε θερμοκρασία. Στό δεύτερο μέρος τῆς έργασίας μας παρατηρήσαμε ένα νέο φαινόμενο. Οσο τό κερί ήταν στή στερεά κατάσταση, τό θερμόμετρο άνεβαινε σταθερά, όπως καί στήν προηγούμενη έργασία μας. Κάποια στιγμή τό κερί άρχισε νά λιώνει ή, όπως λέμε, νά **ΤΗΚΕΤΑΙ**. Στό σημεῖο αυτό τό θερμόμετρο σταμάτησε νά άνεβαίνει καί ώσπου νά λιώσει δύλο τό κερί έμεινε στήν ίδια θερμοκρασία. Τό θερμόμετρο άρχισε πάλι νά άνεβαίνει μόλις ξελιώσε δύλο τό κερί. Μέ τήν έργασία μας αυτή παρατηρήσαμε ένα φαινόμενο πού, όπως θά δούμε καί άργότερα, συμβαίνει πάντα σταν ή ύλη ένως σώματος άλλάζει κατάσταση. „Ενα σῶμα τήκεται σέ μιά όρισμένη θερμοκρασία. „Οσην ώρα ή ύλη τοῦ σώματος άλλάζει κατάσταση, τό σῶμα παίρνει θερμότητα, άλλα ή θερμοκρασία του μένει σταθερή.

Τή θερμοκρασία, στήν όποια τήκεται ή ύλη ένός σώματος, τή λέμε **θερμοκρασία τήξεως ή σημείο τήξεως**.

„Ισως είναι λίγο δύσκολο νά έξηγήσουμε τήν τελευταία μας αύτή άνακαλύψη. Μάλιστα προτού οι ἄνθρωποι άνακαλύψουν δσα ξέρουμε σήμερα γιά τά μόρια, τό φαινόμενο αυτό ήταν άνεξήγητο. Έβλεπαν στά πειράματά τους οι ἐπιστήμονες τῆς ἐποχῆς ὅτι, γιά νά λιώσει ένα σῶμα, έπρεπε νά τού δώσουν θερμότητα. Δέν ήταν ὅμως εύκολο νά έξηγήσουν πού πάει αύτή ή θερμότητα, ἀφοῦ δέν έβλεπαν νά αύξανεται ή θερμοκρα-



Συσκευή γιά νά παρατηροῦμε τό σημεῖο τήξεως τῶν στερεῶν. Θ = θερμόμετρο, Δ = Δοχεῖο πού περιέχει παραφινόλαδο, K = καμπνέο οίνοστενόματος, Σ = σωληνάρι πού περιέχει τή στερεά ίλη, Φ = φακοί.

σία τοῦ σώματος. Γι' αύτό τό λόγο τό ποσό τῆς θερμότητας πού ξοδεύεται γιά νά λιώσει ένα σῶμα, χωρίς τήν ίδια στιγμή νά αύξανεται ή θερμοκρασία του, τό όνόμασταν **λανθάνουσα θερμότητα τήξεως**. Μέ δσα μάθαμε δμως γιά τήν κίνηση τῶν μορίων στίς διάφορες καταστάσεις τῆς ύλης ίσως τώρα μποροῦμε νά υποπτευθοῦμε πού πάει ή λανθάνουσα θερμότητα. Είναι ή ένέργεια, πού παίρνει κάθε μέρος τῆς ύλης, γιά νά ύπερνικήσει

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ
ΓΙΑ ΤΟ ΜΗΝΑ ΟΚΤΩΒΡΙΟ**

Μέρα ΤΟΥ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ	Θερμοκρασία σε °C.
1	23
2	22
3	22
4	23
5	22
6	21
7	21
8	22
9	23
10	21
11	20
12	21
13	21
14	19
15	20
16	19
17	19
18	19
19	17
20	18
21	18
22	18
23	17
24	16
25	17
26	17
27	17
28	16
29	15
30	16
31	15

τίς δυνάμεις συνοχής καί νά ξεφύγει άπό τή σταθερή θέση, που έχει στή στερεά κατάσταση. "Οταν καί τό τελευταῖο μόριο έχει πάρει άρκετή ένέργεια, ώστε όλο τό σώμα νά βρίσκεται στήν υγρή κατάσταση, τότε μόνο ή θερμότητα, πού συνεχίζουμε νά δίνουμε, θά μοιραστεί ως κινητική ένέργεια στά μόριά του καί θά άνεβει ή θερμοκρασία του.

Τό σημείο τήξεως είναι μιά άπό τίς ιδιότητες τής υλής ένός σώματος. Είδαμε ότι τό σημείο τήξεως τοῦ πάγου είναι στούς 0 °C, τό βούτυρο καί τό κερί ζέρουμε ότι λιώνουν σέ χαμηλή θερμοκρασία, τό μολύβι λιώνει στούς 326 °C καί ό χρυσός στούς 1064 °C. Υπάρχουν μέταλλα, πού χρειάζεται νά τάθερμάνουμε στούς 3000 °C, γιά νά λιώσουν.

Μπορείτε νά πείτε τί σχέση έχει τό σημείο τηξεως τής υλής ένός σώματος μέ τίς δυνάμεις συνοχής τών μορίων του;

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

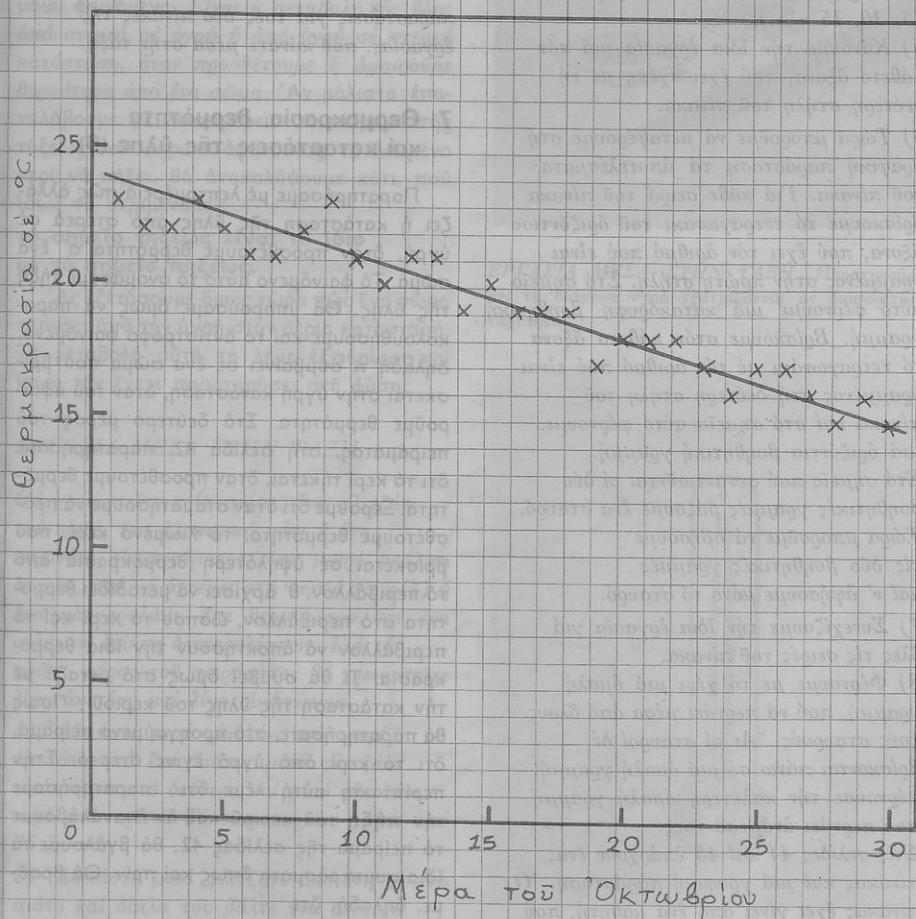
Στήν έργασία μέσα στήν τάξη κατασκευάσμε δύο πίνακες, γιά νά μελετήσουμε πῶς μεταβάλλεται ή θερμοκρασία, δταν προσθέτουμε θερμότητα σέ ένα σώμα. Μπορούμε νά βγάλονμε συμπεράσματα γιά τό φαινόμενο πού μᾶς ένδιαφέρει, ἀν κοιτάξουμε μέ προσοχή δλονς τούς άριθμούς στόν πίνακα. Είναι πολύ πιό εύκολο δμωας νά πάρουμε μιά είκόνα γιά τό φαινόμενο πού παρατηρήσαμε, ἀν μέ τούς άριθμούς τοῦ πίνακα κατασκευάσουμε μιά γραφική παράσταση. Γραφικές παραστάσεις χρησιμοποιούν πολύ συχνά οι ἐπιστήμονες, δταν θέλουν νά περιγράφουν ἀποτέλεσμα, πού έχουν γράψει σέ έναν πίνακα.

Γιά νά κατασκευάσουμε μιά γραφική παράσταση κάνουμε τίς έξης έργασίες :

- 1) Παίρνουμε μιά κόλλα χαρτί μέτερα γωνών.
 2) Χαράζουμε δύο γραμμές, μιά κατακόρυφη στό όριστερό μέρος της κόλλας και μιά δριζόντια στό κάτω μέρος της κόλλας, όπως δείχνει τό σχήμα.
 Τί δύο αντές γραμμές τίς λέμε ξένοις.
 Στό κάτω όριστερά μέρος της κόλλας,

όπου ο ένας ξένοις συναντάει τόν άλλο, την γράφουμε τόν άριθμό 0.

3) Ο δριζόντιος ξένοις έχει σχέση μέτρη πρώτη στήλη τού πίνακα. Γράφουμε λοιπόν κάτω από τόν δριζόντιο ξένοια τήν επικεφαλίδα της πρώτης στήλης τού πίνακα. Ο κάθετος ξένοις έχει σχέση μέτρη δεύτερη στήλη. Γράφουμε δίπλα στόν



Γραφική παράσταση μεταβολής της θερμοκρασίας γιά τό μήνα Οκτώβριο.

κατακόρυφο ἄξονα τήν ἐπικεφαλίδα τῆς δεύτερης στήλης τοῦ πύρακα.

4) Βούσκουμε τό μεγαλύτερο ἀριθμό πού ὑπάρχει στήν πρώτη στήλη τοῦ πύρακα καὶ μετροῦμε τόσα τετραγωνάκια πάνω στὸν δριζόντιο ἄξονα ἀρχίζοντας ἀπό τὸ μηδέν. Γιά νά θυμούμαστε ποιόν ἀριθμό ἔχει κάθε τετραγωνάκι, γράφουμε τοὺς ἀριθμούς κάθε πέντε τετραγωνάκια (5, 10, 15 κλπ.).

5) Κάνουμε τήν ἴδια ἐργασία γιά τὸν κάθετο ἄξονα, πού ἔχει σχέση μὲ τή δεύτερη στήλη τοῦ πύρακα.

6) Τώρα μποροῦμε νά μεταφέρουμε στή γραφική παράσταση τά ἀποτελέσματα τοῦ πύρακα. Γιά κάθε σειρά τοῦ πύρακα βρίσκουμε τό τετραγωνάκι τοῦ δριζόντιου ἄξονα, πού ἔχει τὸν ἀριθμό πού εἶναι γραμμένος στήν πρώτη στήλη. Στό σημεῖο ἀντό φέρουνμε μιά κατακόρυφη βοηθητική γραμμή. Βούσκουμε στὸν κάθετο ἄξονα τό τετραγωνάκι μέ τὸν ἀριθμό πού εἶναι γραμμένος στή δεύτερη στήλη τοῦ πύρακα καὶ στό σημεῖο ἀντό φέρουνμε μιά δριζόντια βοηθητική γραμμή. Στό σημεῖο πού συναντοῦνται οἱ δύο βοηθητικές γραμμές βάζουμε ἔνα σταυρό. Τώρα μποροῦμε νά σβήσουμε τίς δύο βοηθητικές γραμμές καὶ ν' ἀφήσουμε μόνο τὸ σταυρό.

7) Συνεχίζουμε τήν ἴδια ἐργασία γιά δλες τίς σειρές τοῦ πύρακα.

8) Φέρουνμε μέ τό χέρι μιά δμαλή γραμμή, πού νά περνάει μέσα ἀπό δλους τοὺς σταυρούς. "Αν οἱ σταυροὶ δέ βρίσκονται πάνω σέ μιά δμαλή γραμμή, φέρουνμε τήν καλύτερη δμαλή γραμμή πού περνάει ἀνάμεσά τους.

Στίς σελίδες 44 καὶ 45 ὑπάρχουν ἔνας πύρακας καὶ μιά γραφική παράσταση. Ο πύρακας ἔχει γίνει ἀπό ἔνα μαθητή, πού παρατηροῦσε καὶ ἔγραψε κάθε μέρα στίς 6 τό ἀπόγευμα τή θερμοκρασία,

πού ἔδειχνε ἔνα θερμόμετρο κρεμασμένο ἐξω ἀπό τό παράθυρο τοῦ.

Οἱ παρατηρήσεις τον ἔγιναν τίς μέρες τοῦ Ὁκτωβρίου.

'Ακολούθησε τίς ὁδηγίες, πού σᾶς δίνουμε παραπάνω, καὶ παρατηρήστε πῶς ὁ μαθητής ἔφτιαξε ἀπό τὸν πύρακα τή γραφική παράσταση.

Κατασκευάστε καὶ σεῖς γραφικές παραστάσεις γιά τοὺς δύο πύρακες τῆς ἐργασίας, πού κάνατε μέσα στήν τάξη.

7. Θερμοκρασία, δερμότηπα καὶ καταστάσεις τῆς ύλης (8)

Παρατηρήσαμε μέ λεπτομέρεια πῶς ἀλλάζει ἡ κατάσταση τῆς ύλης ἀπό στερεά σέ ύγρη, ὅταν προσθέτουμε θερμότητα σ' ἔνα σῶμα. Τό φαινόμενο αὐτό τό ὄνομάσαμε τήξη τῆς ύλης. Θά μπορούσαμε δύμας νά παρακολουθήσουμε καὶ τό ἀντίστροφο φαινόμενο, δηλαδή τί συμβαίνει σέ ἔνα σῶμα πού βρίσκεται στήν ύγρη κατάσταση, ὅταν τοῦ ἀφαιροῦμε θερμότητα. Στό δεύτερο μέρος τοῦ πειράματος, στή σελίδα 42, παρατηρήσαμε ὅτι τό κερί τήκεται, ὅταν προσθέτουμε θερμότητα. Ξέρουμε ὅτι ὅταν σταματήσουμε νά προσθέτουμε θερμότητα, τό λιωμένο κερί, πού βρίσκεται σέ ύψηλότερη θερμοκρασία ἀπό τό περιβάλλον, θ' ἀρχίσει νά μεταδίδει θερμότητα στό περιβάλλον, ώσπου τό κερί καὶ τό περιβάλλον νά ἀποκτήσουν τήν ἴδια θερμοκρασία. Τί θά συμβεῖ δύμας στό μεταξύ μέ τήν κατάσταση τῆς ύλης τοῦ κεριοῦ ; "Ισως θά παρατηρήσατε, στό προηγούμενο πείραμα, ὅτι τό κερί ἀπό ύγρο ἔγινε στερεό. Στήν περίπτωση αὐτή λέμε ὅτι παρατηρήσαμε τήν πήξη τοῦ κεριοῦ καὶ, ἀν ἐπαναλάβουμε τό πείραμα τῆς σελίδας 42, θά βγάλουμε τά ἴδια συμπεράσματα ὅπως καὶ πρίν. Θά βροῦμε, δηλαδή, ὅτι

ἔνα σῶμα πήζει σέ μιά ὄρισμένη θερμοκρασία. "Οση ὥρα ή ύλη τοῦ

σώματος άλλαζει κατάσταση, το σώμα δίνει θερμότητα στο περιβάλλον, άλλα ή θερμοκρασία του μένει σταθερή.

"Έτσι, μέ την παρατήρησή μας αυτή μποροῦμε νά δρίσουμε τή θερμοκρασία πήξεως και τή λανθάνουσα θερμότητα πήξεως ένός σώματος. Στήν πραγματικότητα, ή τήξη και ή πήξη τῆς ψλησης είναι παρόμοια φαινόμενα. Είναι ή μεταβολή τῆς ψλησης άπό στερεά σέ ύγρη ή άπό ύγρη σέ στερεά κατάσταση, δταν προσθέτουμε ή αφαιροῦμε θερμότητα άπό ένα σώμα. "Αν μάλιστα έπαναλάβουμε μέ λεπτομέρεια τό πείραμα τῆς πήξεως τοῦ κεριοῦ άφήνοντας τό λιωμένο κερί νά πήξει, θά άνακαλύψουμε κάτι, πού ίσως τό περιμέναμε να διασκεδάσει τον πάτωμα τό σημείο πήξεως είναι τό ίδιο μέ τό σημείο πήξεως.

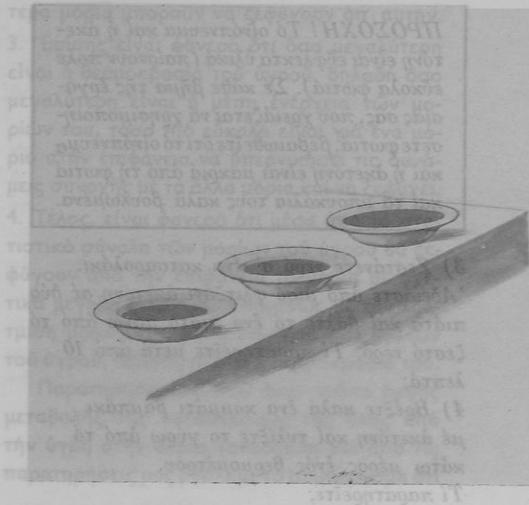
"Άς έξετάσουμε δώμας τώρα πῶς ένα σώμα περνάει άπό τήν ύγρη στήν άερια κατάσταση. Τή μεταβολή αυτή τή λέμε έξαρωση και ίσως τήν έχετε παρατηρήσει στή φύση.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστείτε τοία πιάτα, ένα φλιτζάνι τοῦ καφέ, ένα ήλεκτρικό μάτι ή ένα καμινέτο οινόπνευματος, ένα μικρό γνάλινο δοχείο, πού νά άντεχει στή φωτιά (πυρέξ) ή ένα κατσαρολάκι, ένα θερμόμετρο και ένα ρολόι μέ δείκτη δευτερολέπτων. Γιά τό πρότο μέρος τοῦ πειράματος θά χρειαστείτε λίγη άκετόνη και λίγο οίκοπνευμα.

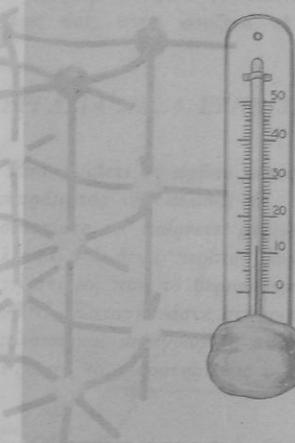
1) Αδειάστε μισό φλιτζάνι τοῦ καφέ άκετόνη στό ένα πιάτο, μισό φλιτζάνι οινόπνευμα στό δεύτερο και μισό φλιτζάνι νερό στό τρίτο. Τί παρατηρεῖτε μετά άπό 15 λεπτά;

2) Αδειάστε μισό φλιτζάνι άκετόνη σ' ένα πιάτο και δίπλα τον βάλτε ένα δεύτερο φλιτζάνι γερμάτο ως τή μέση μέ άκετόνη. Τί παρατηρεῖτε μετά άπό 15 λεπτά;



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Παρατηροῦμε διά τά διάφορα ήγρα έξατμίσονται μέ διαφορετική ταχύτητα.

Ποιού διότι έπλη ωρίται η καταστροφή της παρατηρήσεως; Η έξατμηση της παρατηρήσεως στην ταξηδιού στην οποία διασχίζεται τον πάτωμα της τάξης.



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Μέ τήν έξατμηση παράγεται ψύχος και τό θερμόμετρο κατεβαίνει.

ΠΡΟΣΟΧΗ! Τό oινόπνευμα και ἡ ἀκετόνη εἶναι εὔφλεκτα υλικά (παλού πολύ εύκολα φωτιά). Σέ κάθε βῆμα τῆς ἐργασίας σας, πού χρειάζεται νά χρησιμοποιήσετε φωτιά, βεβαιωθεῖτε δτι τό oινόπνευμα και ἡ ἀκετόνη εἶναι μακριά ἀπό τή φωτιά και τά μπουκάλια τους καλά βουλωμένα.

- 3) Ζεστάνετε νερό σ' ἔνα κατσαρολάκι.
Αδειάστε ἀπό μισό φλιτζάνι ἀκετόνη σέ δύο πιάτα και βάλτε τό ἔνα πιάτο πάνω ἀπό τό ζεστό νερό. Τί παρατηρεῖτε μετά ἀπό 10 λεπτά;
- 4) Βρέξτε καλά ἔνα κομμάτι βαμπάκι μέ ἀκετόνη και τυλίξτε το γύρω ἀπό τό κάτω μέρος ἐνός θερμομέτρου.
Τί παρατηρεῖτε;

Στήν ἐργασία μας εἰδαμε πολλά και ἐνδιαφέροντα πράγματα. Παρατηρήσαμε τή μεταβολή τῆς καταστάσεως τῆς ūλης ἀπό ὑγρή

σέ ἀέρια στή θερμοκρασία τοῦ περιβάλλοντος. Τό φαινόμενο αὐτό λέγεται ἔξατμιση. Ἀπό τίς παρατηρήσεις μας μποροῦμε εύκολα νά βγάλουμε μερικά γενικά συμπεράσματα, πού τά ἀριθμοῦμε ὅπως και στό πείραμα.

1) Τά διάφορα ὑγρά ἔξατμίζονται μέ διαφορετική ταχύτητα.

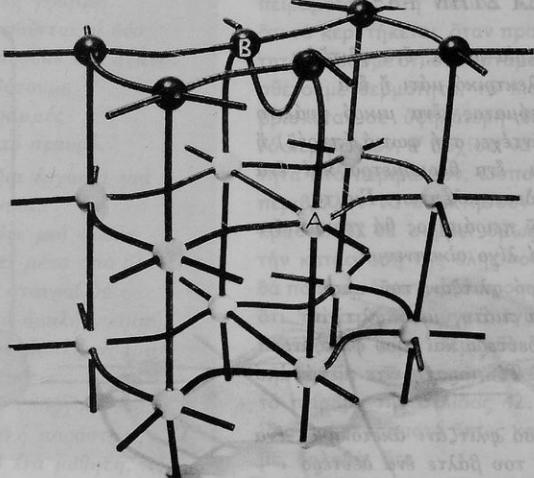
Ἡ ἀκετόνη ἔξατμίζεται πολύ γρήγορα, τό oινόπνευμα πιό ἀργά και τό νερό πολύ ἀργά.

2) "Ενα ὑγρό ἔξατμίζεται τόσο γρηγορότερα, δσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ ἀλεύθερη ἐπιφάνειά του.

3) "Ενα ὑγρό ἔξατμίζεται τόσο γρηγορότερα, δσο αδέξανται ἡ θερμοκρασία του.

4) "Οταν ἔξατμίζεται ἔνα ὑγρό, παραγέται ψύχος.

Δέν είναι καθόλου δύσκολο νά ἔξηγήσουμε τίς παρατηρήσεις μας αὐτές, ἄν χρησιμοποιήσουμε τίς γνώσεις μας γύρω ἀπό τή μοριακή δομή τῆς ūλης. Ἀν μπορούσαμε νά κοιτάξουμε μέ ἔνα δυνατό μικροσκόπιο τήν ἐπιφάνεια ἐνός ὑγροῦ, θά βλέπαμε περίπου κάτι τέτοιο :



Έχουμε συμβολίσει σχηματικά τά μόρια τοῦ ύγροῦ μέ μικρές σφαῖρες καὶ τίς δυνάμεις συνοχῆς μέ μικρά ἐλατήρια. Ξέρουμε ὅτι τά μόρια μέσα στήν ὑλὴ δέ μένουν ἀκίνητα. Κινοῦνται συνέχεια καὶ, μάλιστα στήν ὑγρή κατάσταση, μποροῦν νά ξεγλιστροῦν τό ἔνα γύρω ἀπό τό ἄλλο, ν' ἀλλάζουν θέση καὶ νά ταξιδεύουν μέσα στόν ὅγκο τοῦ σώματος. Ἀν σημαδέψουμε ἔνα ὁρίσμενο μόριο μέσα στό ύγρο, ὅπως τό μόριο Α, μποροῦμε νά παρακολουθήσουμε πῶς ταξιδεύει μέσα στόν ὅγκο τοῦ ύγροῦ. Παρατηροῦμε ἀμέσως ὅτι ὅσο τό μόριο βρίσκεται μέσα στόν ὅγκο τοῦ ύγροῦ, οἱ δυνάμεις συνοχῆς τό συνδέουν μέ ἄλλα μόρια πρός κάθε κατεύθυνση. Στήν ἀπλή εἰκόνα, πού εἴδαμε πιό πάνω, τό κάθε μόριο συνδέεται μέ ἔξι ἄλλα μόρια. Ἀντίθετα, ἔνα μόριο, πού βρίσκεται στήν ἐπιφάνεια τοῦ ύγροῦ, ὅπως τό μόριο Β, συνδέεται μέ δυνάμεις συνοχῆς μόνο μέ πέντε ἄλλα μόρια. Ξέρουμε ὅτι τά μόρια τοῦ ύγρου μποροῦν νά κινηθοῦν πρός τυχαῖες κατευθύνσεις μέ διάφορες ταχύτητες γύρω ἀπό μιά μέση ταχύτητα. Ἀν τό μόριο στήν ἐπιφάνεια τοῦ ύγρου κινηθεῖ πρός τά κάτω, τότε εἶναι φανερό ὅτι θά συνδεθεῖ ἀπό ὅλες τίς πλευρές μέ δυνάμεις συνοχῆς καὶ θά συνεχίσει νά ταξιδεύει μέσα στό ύγρο, ὅπως τό μόριο Α. Ἀν ὅμως γιά μιά στιγμή κινηθεῖ πρός τά πάνω, εἶναι δυνατόν ν' ἀποσπαστεῖ ἀπό τό ύγρο καὶ νά συνεχίσει νά κινεῖται ἐλεύθερα. Στήν περίπτωση αὐτή θά βρεθεῖ στήν ἀέρια κατάσταση.

Η ὑπόθεση αὐτή ἔξηγει πολύ εύκολα ὅλες ής παρατηρήσεις μας γύρω ἀπό τήν ἔξατμιση. Περιμένουμε ἡ ταχύτητα ἔξατμισεως νά Ιναι διαφορετική ἀπό ὑλικό σέ ὑλικό, γιατί οι δυνάμεις συνοχῆς τῶν μορίων δέν εἶναι διεις σέ κάθε ὑλικό. Ὁσο πιό ἀδύνατες Ιναι οι δυνάμεις συνοχῆς, τόσο πιό γρήγορα περιμένουμε νά ἔξατμιζεται ἔνα ύγρο.

Εἶναι φανερό ὅτι ὅσο πιό μεγάλη εἶναι ἡ λεύθερη ἐπιφάνεια ἐνός ύγρου, τόσο περισσό-

τερα μόρια μποροῦν νά ξεφύγουν ἀπ' αὐτήν.

3. Ἐπίσης εἶναι φανερό ὅτι ὅσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ θερμοκρασία τοῦ ύγρου, δηλαδή ὅσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ μέση ἐνέργεια τῶν μορίων του, τόσο πιό εὔκολο εἶναι γιά ἔνα μόριο στήν ἐπιφάνεια νά ὑπερνικήσει τίς δυνάμεις συνοχῆς μέ τά ἄλλα μόρια καὶ νά ξεφύγει. 4. Τέλος, εἶναι φανερό ὅτι μέσα ἀπό τό στατιστικό σύνολο τῶν μορίων τοῦ ύγρου θά ξεφύγουν ἀπό τήν ἐπιφάνεια τά μόρια μέ σχετικά μεγάλη ἐνέργεια. Ἐπομένως μέ τήν ἔξατμιση μικραίνει ἡ μέση ἐνέργεια τῶν μορίων τοῦ ύγρου, δηλαδή πέφτει ἡ θερμοκρασία του.

Παρατηρήσαμε λοιπόν ἔναν τρόπο ἀργῆς μεταβολῆς τῆς καταστάσεως τῆς ὑλῆς ἀπό τήν ύγρη στήν ἀέρια κατάσταση καὶ ἀπό τίς παρατηρήσεις μας βγάλαμε τό συμπέρασμα ὅτι

ἔξατμιση εἶναι ἡ ἔξαέρωση, πού δοφείλεται στή διαφυγή μορίων ἀπό τήν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια ἐνός ύγρου.

Τί θά συμβεῖ ὅμως, ἂν σ' ἔνα σῶμα πού βρίσκεται στήν ύγρη κατάσταση προσθέσουμε θερμότητα; Ἰσως νά ἔχετε μαντέψει τήν ἀπάντηση, ἂν ἔχετε παρακολουθήσει τήν μητέρα σας, στήν κουζίνα νά **βράζει** νερό.

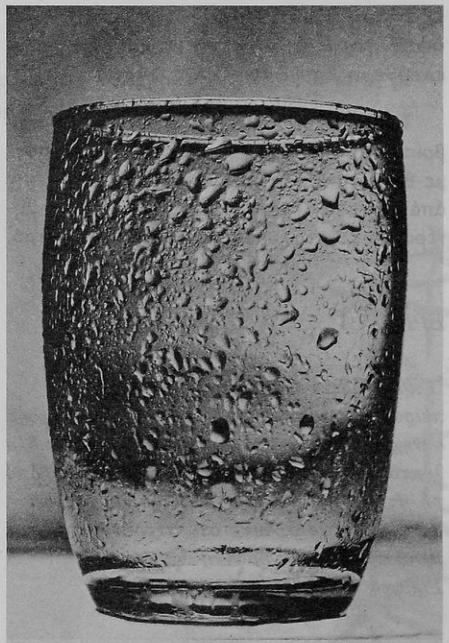
ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

'Ἐπαναλάβετε τό πρῶτο μέρος τοῦ πειράματος τῆς σελίδας 42. Αντή τή φορά συνεχίστε νά παίρνετε μετρήσεις κάθε δύο λεπτά γιά δέκα περίπου λεπτά, μετά ἀπό τή στιγμή πού τό θερμόμετρό σας δείξει 95 °C. Κατασκευάστε στό τετράδιό σας ἔνα πίνακα καὶ μιά γραφική παράσταση. Γράψτε τίς παρατηρήσεις σας.

Οι παρατηρήσεις πού κάναμε στό πείραμά μας ήταν ἀνάλογες μέ τίς παρατηρήσεις πού κάναμε γιά τήν τήξη τῶν στερεῶν.

Από τόν πίνακα ή από τή γραφική παράσταση πού κατασκευάσαμε παρατηρήσαμε πάλι ότι ή θερμοκρασία τοῦ νεροῦ ἀνεβαίνει σταθερά ἀνάλογα μέ τό ποσό θερμότητας πού προσθέτουμε.

Στό μεταξύ παρατηρήσαμε ότι δοσ ἀνέβαινε ή θερμοκρασία τοῦ νεροῦ, τόσο ή ἔξατμη γινόταν ὅλο καὶ πιό γοργή. "Οταν τό θερμόμετρο ὅμως ἔφτασε κοντά στοὺς 100 °C, ἀρχίσαμε νά παρατηροῦμε ἔνα νέο φαινόμενο : τό φαινόμενο τοῦ **βρασμοῦ**. Μέσα στό νερό ἄρχισαν νά δημιουργοῦνται μεγάλες φυσαλίδες καὶ νά ἀνεβαίνουν γρήγορα στήν ἐπιφάνεια. Παρατηρήσαμε δηλαδή ότι στό **βρασμό** ή **έξαερωση** γίνεται ἀπό δῆλα τά μέρη τοῦ ὑγροῦ καὶ ὅχι μόνο ἀπό τήν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια.



Οι ὑδρατοί τῆς ἀτμόσφαιρας ὥγροποιοῦνται, σταν συναντήσουν μά ψυχρή ἐπιφάνεια.

Τέλος, παρατηρήσαμε ότι σταν ἄρχισε νά βράζει τό νερό, τό θερμόμετρο σταμάτησε νά ἀνεβαίνει. "Οπως καὶ στό φαινόμενο τῆς τήξεως, ἀνακαλύψαμε ότι

ἔνα ὑγρό βράζει σέ μιά ὁρισμένη θερμοκρασία. "Οση ὥρα ή ὥλη τοῦ ὑγροῦ ἀλλάζει κατάσταση, τό ὑγρό παίρνει θερμότητα, ἀλλά ή θερμοκρασία τού μένει σταθερή.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μέ σα ξέρετε γιά τή συμπεριφορά τῶν μορίων στήν ὑγρή καὶ στήν ἀέρια κατάσταση ἔξηγήστε τίς παρατηρήσεις σας γιά τό φαινόμενο τοῦ βρασμοῦ. Πῶς σχηματίζονται οἱ φυσαλίδες, σταν ἔνα ὑγρό βράζει; "Οσο βράζει ἔνα ὑγρό, ή θερμοκρασία τον μένει σταθερή, καὶ ἀν ἐμεῖς προσθέτουμε θερμότητα. Τί γίνεται ή θερμότητα αὐτή; Πῶς θά τήν ὀνομάζατε;

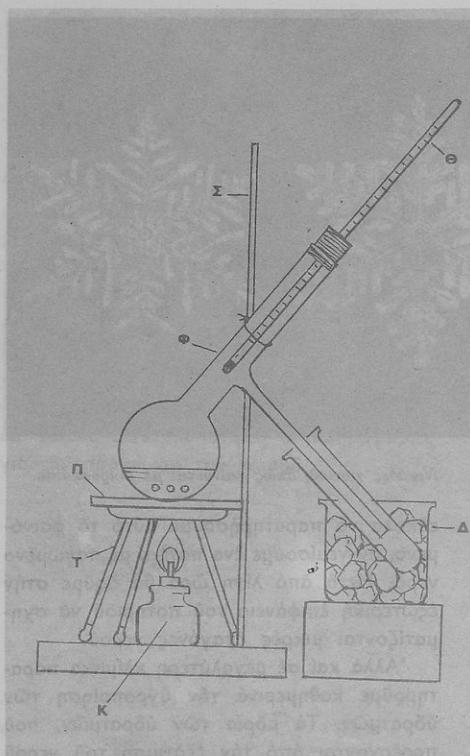
8. 'Υγροποίηση τῶν ἀτμῶν

Γενικά, τήν ὥλη σέ ἀέρια κατάσταση, πού προέρχεται ἀπό τήν **έξαερωση**, τή λέμε, **ἀτμό**. Έχουμε ως τώρα δεῖ πολλά παραδείγματα ἀτμῶν. Στό πείραμά μας στήσ σελίδες 47 - 48 εἶδαμε τούς ἀτμούς ἀπό τήν ἀκετόνη καὶ τό οινόπνευμα. Πολλές φορές μυρίζουμε τούς ἀτμούς τῆς βενζίνης, σταν ἀνοίξουμε ἔνα μπουκάλι ἀπό βενζίνη. Εἴδαμε λοιπόν πῶς ἔνα σῶμα στήν ὑγρή κατάσταση μπορεῖ νά **έξαερωθεῖ**, δηλαδή νά μεταβληθεῖ σέ ἀτμό μέ **έξατμη** ή μέ βρασμό, σταν τό σῶμα παίρνει θερμότητα. Μποροῦμε ὅμως, ὅπως καὶ στήν τήξη τῶν στερεῶν, νά ἀντιστρέψουμε τό φαινόμενο καὶ νά παρατηρήσουμε πῶς ὁ ἀτμός μεταβάλλεται στήν ὑγρή κατάσταση, σταν ἀφαιροῦμε θερμότητα. Τό φαινόμενο αὐτό, πού είναι ἐντελῶς ἀνάλογο μέ τήν πήξη τῶν ὑγρῶν, τό λέμε **ὑγροποίηση τῶν ἀτμῶν**.

Μπορείτε νά παρατηρήσετε τήν έξαέρωση και ταυτόχρονα τήν ύγροποίηση τῶν ἀτμῶν, ἂν κατασκευάσετε μιά συκενή παρόμοια μ' αὐτήν πού δείχνει τό σχῆμα. Στό ἀριστερό μέρος τῆς συσκευῆς βρίσκεται ἔνα γυάλινο μπουκάλι, πού ἀντέχει στή φωτιά (πυρέξ), μέ νερό, πάνω σ' ἔνα καμνέτο. Τό μπουκάλι σκεπάζεται καλά μέ ἔνα πῶμα ἀπό φελλό η λάστιχο, πού ἔχει μιά τρύπα στό κέντρο. Στήν τρύπα τοῦ πώματος ἐφαρμόζει ἔνας γυάλινος η χάλκινος σωλήνας, πού καταλήγει σ' ἔνα ἄλλο μπουκάλι, στό δεξιό μέρος τῆς συσκευῆς. Τό δεύτερο μπουκάλι βρίσκεται μέσα σ' ἔνα δοχεῖο, πού περιέχει κρόνο νερό η πάγο. Ἀνάψτε τό καμνέτο μέ χαμηλή φλόγα. Μέσα σέ λίγα λεπτά τό νερό μέσα στό μπουκάλι, πάνω ἀπό τή φλόγα, θά δρχίσει νά ἔχατμίζεται γρήγορα και οἱ ἀτμοί νά ύγροποιοῦνται μέσα στό δεύτερο μπουκάλι. Μπορείτε νά χρησιμοποιήσετε στό πρώτο μπουκάλι θαλασσινό η ἀλατισμένο νερό. Δοκιμάστε τό νερό πού μαζεύεται στό δεύτερο μπουκάλι. Τί παρατηρεῖτε; Πῶς ἔξηγεῖτε αὐτή σας τήν παρατήρηση;

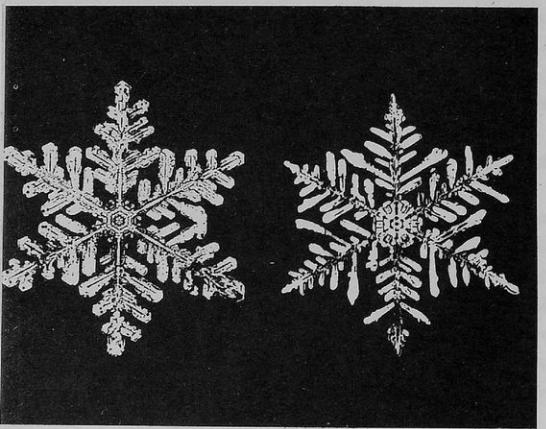
Ἡ ἐργασία, πού κάναμε μέ τή συσκευή μας, λέγεται **ἀπόσταξη** κι ἔχει πολλές ἐφαρμογές στήν καθημερινή μας ζωή. Ὁπως εἰδαμε στήν ἐργασία μας μέ τό θαλασσινό νερό, μέ τήν ἀπόσταξη μποροῦμε νά ξεχωρίσουμε ἔνα ύγρο ἀπό τά στερεά, πού είναι διαλυμένα μέσα σ' αὐτό. Σήμερα πολλά πλοϊα είναι ἐφοδιασμένα μέ συσκευές, πού ἀποστάζουν τό θαλασσινό νερό, γιά νά πάρουν πόσιμο. Μιά ἀπό τίς πιό διαδομένες ἐφαρμογές τής ἀπόσταξεως είναι ή παραγωγή τῶν διαφόρων οἰνοπνευματωδῶν ποτῶν, ὅπως τό ούζο, τό ρακί καί τό κονιάκ.

Ἡ ύγροποίηση τῶν ἀτμῶν είναι ἔνα φαινόμενο, πού βλέπουμε πολύ συχνά στή φύση.



Μιά ἐργαστηριακή συσκευή ἀποστάξεως παρόμοια μέ τή συσκευή, πού θά κατασκευάσετε γιά τήν ἐργασία μέσα στήν τάξη. $K = \text{καμνέτο}$, $T = \text{τρίποδο}$, $II = \text{πλέγμα μέ \Delta\text{μίαντο}, \Phi = \text{φιάλη \Delta\text{ποστάξεως}, \Sigma = \text{στήριγμα}, \Theta = \text{\thetaερμόμετρο}, \Delta = \text{δοχεῖο μέ πάγο}.$

Ἡ ἀτμόσφαιρα τής γῆς περιέχει μεγάλη ποσότητα νεροῦ σέ ἀέρια κατάσταση η, ὅπως ἀλλιώς λέμε, **ὑδρατμῶν**, πού προέρχονται ἀπό τήν ἔχατμηση τῶν θαλασσῶν, τῶν λιμνῶν καί τῶν ποταμῶν. Τά μόρια τοῦ νεροῦ βρίσκονται ἀνακατεμένα μέ τά μόρια τοῦ δυγύρου καί τοῦ ἀζώτου, πού ἀποτελοῦν τήν ἀτμόσφαιρα. Ὁταν τά μόρια τῶν ὑδρατμῶν συναντήσουν μιά ἐπιφάνεια μέ χαμηλή θερμοκρασία, χάνουν ἐνέργεια καί περνοῦν στήν ύγρη κατάσταση. Μποροῦμε



Νιφάδες χιονιού, δύος φαίνονται μέριμοσκόπιο.

εύκολα νά παρατηρήσουμε αύτό τό φαινόμενο, ἄν γε μίσουμε ἔνα ποτήρι μέριμοσκόπιο νερό. Μετά ἀπό λίγη ὥρα θά δούμε στήν ἔξωτερική ἐπιφάνεια τοῦ ποτηριοῦ νά σχηματίζονται μικρές σταγόνες νεροῦ.

΄Αλλά καί σέ μεγαλύτερη κλίμακα παρατηροῦμε καθημερινά τήν ύγροποίηση τῶν ύδρατμῶν. Τά μόρια τῶν ύδρατμῶν, πού προέρχονται ἀπό τήν ἔξατμιση τοῦ νεροῦ στήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς, ἔχουν περίπου τό μισό βάρος ἀπό τά μόρια τῆς ἀτμόσφαιρας. Έτσι ἔχουν τήν τάση ν' ἀνεβαίνουν στά ψηλότερα στρώματα, δημοσίευσαν τήν ἔξατμιση τῆς γῆς. Όταν συναντήσουν ἔνα ἀρκετά ψυχρό στρώμα ἀέρα, τότε ύγροποιοῦνται καί σχηματίζουν πάρα πολύ μικρές σταγόνες νεροῦ, πού αἰωροῦνται μέσα στήν ἀτμόσφαιρα. Μυριάδες ἀπ' αὐτές τίς πάρα πολύ μικρές σταγόνες συγκεντρώνονται στόν οὐρανό καί δημιουργοῦν τά **σύννεφα**. Συνήθως οἱ ύδρατμοι ύγροποιοῦνται σέ σύννεφα σέ ἀρκετά ψηλά στρώματα τῆς ἀτμόσφαιρας. Μερικές δημοσίευσαν τήν ἔξατμιση τῆς γῆς καί ἀναπτύσσουν τήν **βροχήν**.

φάνεια τῆς γῆς. Στήν περίπτωση αύτή δημιουργεῖται ἔνα σύννεφο πάνω στήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς. Τό φαινόμενο αύτό τό λέμε **δμίχλη**.

Τά σύννεφα αἰωροῦνται στήν ἀτμόσφαιρα ὅπως ή σκόνη, γιατί οι σταγόνες πού τά ἀποτελοῦν εἶναι πάρα πολύ μικρές. Ἐν δημοσίευσαν τήν ἔξατμιση τῆς γῆς καί ἀναπτύσσουν τήν **βροχήν**.

Μέσα σ' αύτό τό συνεχή κύκλο τοῦ νεροῦ στή φύση παρατηροῦμε διάφορα ἄλλα φαινόμενα, πού ἔχουν σχέση μέριμοσκόπιο νεροῦ. Μπορεῖ ἔνα σύννεφο νά βρεθεῖ σέ μιά περιοχή τῆς ἀτμόσφαιρας, δημοσίευσαν τήν ἔξατμιση τῆς γῆς καί ἀναπτύσσουν τήν **βροχήν**. Στήν περίπτωση αύτή, ἀντί για μικρές σταγόνες, θά σχηματιστοῦν μικροί κρύσταλλοι ἀπό πάγο. Τά σύννεφα αύτά ἔχουν χαρακτηριστική δψη, πού θυμίζει τό φτέρωμα τῶν πουλιῶν. Οι κάτοικοι μάλιστα τῶν ὁρεινῶν μας περιοχῶν μποροῦν καί ἀναγνωρίζουν ἀπό τό σχῆμα τους αύτά τά σύννεφα. Θ' ἀκούσετε συχνά νά λένε : «Αύτό τό σύννεφο εἶναι γεμάτο **χιόνιν**». Καί δέν ἔχουν ἀδικο. Άργα ή γρήγορα οι μικροί κρύσταλλοι μέσα στό σύννεφο συγκεντρώνονται σέ δμάδες καί ἀρχίζουν νά πέφτουν. Στό δρόμο τους συναντοῦν ἄλλους κρυστάλλους, πού τούς παρασέρνουν καί σχηματίζουν τίς γνωστές μας **νιφάδες** τοῦ χιονιοῦ.

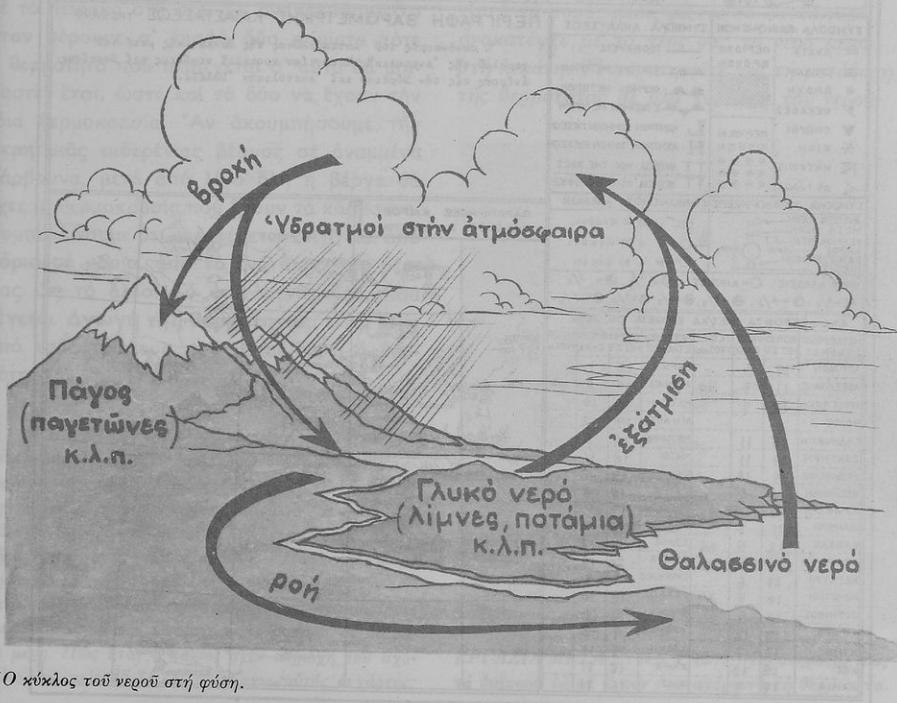
΄Αλλες φορές εἶναι δυνατόν οι σταγόνες τῆς βροχῆς, καθώς πέφτουν, νά συναντήσουν ἔνα στρώμα ἀέρα μέριμοσκόπιο κάτω ἀπό τούς 0°C . Στό πέρασμά τους ἀπό τό στρώμα αύτό οι σταγόνες παγώνουν σέ μικρές σφαίρες καί φτάνουν στή γῆ ως **χαλάζι**.

΄Ο κύκλος τοῦ νεροῦ εἶναι ἔνας ἀπό τούς κυριότερους παράγοντες, πού συντηροῦν τή ζωή στόν πλανήτη μας. Μέ τήν ἔξατμιση τῆς θάλασσας τό νερό μεταφέρεται ως βροχή ή χιόνι σέ δλα τά μέρη τῆς γῆς καί ἀναπτύσσει τή βλάστηση καί τό **ζωικό κόσμο**.

Φυσικά, γιά τήν έξατμιση όλου αύτοῦ τοῦ νεροῦ χρειάζεται ένα μεγάλο ποσό ένέργειας, πού προέρχεται σχεδόν άποκλειστικά από τόν ήλιο. "Ετοι, σέ ένα δρισμένο σημεῖο τῆς γῆς ή ταχύτητα έξατμισεως τοῦ νεροῦ στήν έπιφάνεια τῆς γῆς καί ή ταχύτητα ύγροποιήσεως τῶν ύδρατμῶν στήν άτμοσφαιρα έξαρτῶνται άπό τή θέση τοῦ σημείου αύτοῦ ώς πρός τόν ήλιο.

"Οσο δύμας άπλος καί νά φαίνεται ό μηχανισμός πού περιγράψαμε γιά τόν κύκλο τοῦ νεροῦ στή γῆ, στή λεπτομέρειά του είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο. Τό άνθα βρέξει, θά χιονίσει ή θά κάνει καλοκαιρία σέ ένα μέρος έξαρτᾶται άπό πολλούς παράγοντες, όπως ή θερμοκρασία τῆς άτμοσφαι-

ρας σέ γειτονικά μέρη, οί άνεμοι πού πνέουν καί ή ποσότητα τῶν ύδρατμῶν στήν άτμοσφαιρα. "Ετοι, γύρω από τή μελέτη τῶν καιρικῶν συνθηκῶν καί ίδιως γύρω από τήν πρόγνωση τοῦ καιροῦ έχει δημιουργηθεῖ μιά άλοκληρη έπιστημή, ή **μετεωρολογία**. Οι μετεωρολόγοι μαζεύουν πληροφορίες άπό μετεωρολογικούς σταθμούς πάνω στή γῆ, από πλοῖα, από είδικά άεροστατα, άκομή καί άπό τεχνητούς δορυφόρους. Μέ τή βοήθεια αύτῶν τῶν πληροφοριῶν κατασκευάζουν χάρτες, πού δείχνουν τίς καιρικές συνθήκες καί τήν πιθανή έξελιξή τους. Μπορεῖτε νά σκεφτεῖτε σέ ποιούς είναι πολύτιμες οι πληροφορίες γιά τήν πρόγνωση τοῦ καιροῦ;

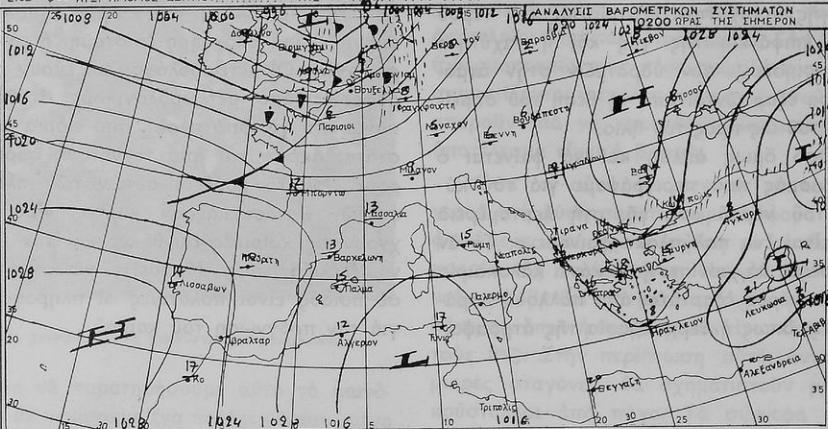


Ο κύκλος τοῦ νεροῦ στή φύση.

ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ . ΕΘΝΙΚΟΝ ΚΕΝΤΡΟΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΓΝΩΣΕΩΝ
ΔΕΛΤΙΟΝ ΚΑΙΡΟΥ

ΕΤΟΣ 30 ΑΥΓ. ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΛΤΙΟΥ 1228

ΤΗΣ 25-11-1974 Μετεωρολογος Η.ΚΩΤΗΣ



ΣΥΜΒΟΛΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΝ	ΣΥΜΒΟΛΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ
= ΑΧΑΙΑΣ	ΠΕΡΙΟΧΑ
≡ ΟΜΙΧΛΗ	ΒΡΟΧΩΝ
● ΒΡΟΧΗ	
◆ ΒΕΚΑΔΕΣ	
▼ ΟΜΒΡΟΙ	
* ΧΙΩΝ	ΠΕΡ ΟΧΑΙ ΧΙΩΝ Ν
☒ ΚΑΤΑΠΤΙΖΙ	*** * *
≤ ΣΤΡΑΠΑΙ	*** * *

ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΑΤΑΧΩΡΙΣΕΩΣ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΑΝΕΜΟΝΩΝ
ΑΝΤΕΡΑ ΝΕΟΗ	CH
ΜΕΙΑ ΝΕΟΗ	GN
ΦΕΡΜΟΚΡΑΙΑ	TT
ΚΑΙΤΑΙΡΑ	WW
ΚΑΙΤΑΙΡΑ ΝΕΟΗ	PPP
ΠΙΕΣΙΣ	CL
ΟΝΚΗ ΝΕΟΣΙΣ:	Θ=ΑΙΘΡΙΟΣ Θ= 1/8, Θ= 1/6, Θ= 1/4, Θ= 1/2, Θ= 0/2

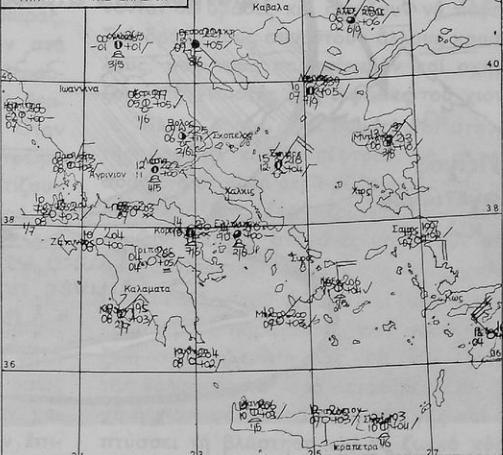
ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΑ ΜΕΤΚΑ ΣΤΟΧΕΙΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

ΜΕΤΕΩΡΟΣ	ΒΕΡΓΟΥΡΙΑΣ	ΤΕΤΟΣ	ΜΕΤΕΩΡΟΣ	ΒΕΡΓΟΥΡΙΑΣ	ΤΕΤΟΣ
ΣΤΑΘΜΟΣ	ΜΕΤ ΣΤΙ ΕΛΑΣΤΙΚΩΣΗΣ	ΤΑΤΗΝΟΣ ΗΕΤ ΣΤΙ ΕΛΑΣΤΙΚΩΣΗΣ			
ΑΓΡ. ΝΙΟΝ	19 5	ΛΑΡΙΑ 15 1			
ΑΛΕΞ. ΠΟΛΗΣ	11 7 00	ΛΗΜΝΟΣ 13 8 00			
ΑΡΓΟΣΤΟΛΙΟΝ	18 9	ΜΕΣΟΝΗ 18 10			
ΒΟΔΟΣ		ΜΗΛΑΣ 17 12			
ΕΛΛΗΝΙΚΟΝ	18 11	ΜΥΤΙΝΗ 15 8			
ΖΑΚΥΝΘΟΣ	17 11	ΝΑΞΟ 18 16			
ΗΡΑΚΑΛΙΟΝ	19 14	ΝΟΙΑΣΕΝ 19 8			
ΒΕΖ. ΝΙΚΗ	15 4	ΠΑΤΡΑΙ 18 8			
ΕΠΑΡΤΕΤΡΑ	21 14	ΠΡΕΒΕΖΑ 17 9			
ΙΑΝΝΙΝΑ	11 3	ΡΟΔΟΣ 18 14			
ΚΑΒΑΛΑ	12 5 0.7	ΣΑΜΟΣ 17 12			
ΚΑΑΛΑΜΑΤΑ	18 6	ΣΗΤΕΙΑ 20 16 0.2			
ΚΕΡΚΥΡΑ	17 6	ΣΚΟΠΑΙΟΣ 9			
ΚΟΜΟΤΙΝΗ	10 8	ΕΚΠΥΡΓΟΣ 17 10			
ΚΟΡΙΝΘΟΣ	18 9	ΤΡΙΠΟΛΙΣ 14 1			
ΚΥΘΗΡΑ	17 12	ΟΔΟΡΙΑ 9 -3			
ΚΥΤΗ	13 7	ΧΑΑΚ Σ 19 11			
ΚΩΣ	18 13	ΧΑΝΑ 18 11			
ΛΑΜΙΑ	17 9	ΧΙΟΣ 16 11			

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΤΗΣ 0200...

"Ο συνόδιαμπος του 'Αντικυκλώνος της Βαλκανικής μετά τον χειμηριού της 'Ανατολικής Μεσθείου προκαλεί νεφώσεις καθ Βορείους άνεμους είς την Ήδρειον καθ 'Αντιολικήν 'Ελλάδα.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙΡΟΣ ΤΗΣ 0200 ΤΗΣ ΗΜΕΡΟΥ



9. Μετάδοση τῆς θερμότητας

Τό χειμώνα, όταν κάνει πολύ κρύο, άναβουμε στό σπίτι μας τό τζάκι, τή σόμπα ή τό καλοριφέρ. Μετά άπό λίγη ώρα μεταφέρεται θερμότητα άπό τή σόμπα στόν άέρα τού δωματίου καί στό σώμα μας καί μᾶς θερμαίνει. Τό καλοκαίρι, ἄνθελουμε νά παγώσουμε μιά πορτοκαλάδα, ρίχνουμε μέσα στό ποτήρι μας ἔνα κομμάτι πάγο ή βάζουμε τό μπουκάλι μέ τήν πορτοκαλάδα σ' ἔναν κουβά μέ παγόνερο. Ἀμέσως ἀρχίζει μετάδοση θερμότητας άπό τήν πορτοκαλάδα, πού βρίσκεται σέ ψηλότερη θερμοκρασία, στόν πάγο καί ή θερμοκρασία τῆς πορτοκαλάδας πέφτει.

Η μετάδοση τῆς θερμότητας άπό σώμα σέ σώμα είναι ἔνα φαινόμενο, πού παρατηροῦμε συνέχεια γύρω μας. Ὡπως θυμάστε, μέ τό πείραμα στή σελ. 32, ἀνακαλύψαμε ὅτι ὅταν φέρουμε σ' ἐπαφή δύο σώματα τότε ή θερμότητα πού περιέχεται σ' αὐτά θά μοιραστεῖ ἔτσι, ώστε καί τά δύο νά ἔχουν τήν ίδια θερμοκρασία. Ἀν ἀκουμπήσουμε τήν ἄκρη μιᾶς σιδερένιας βέργας σέ ἀναμμένα κάρβουνα, μετά άπό λίγο ὥλη ή βέργα θά ἔχει τή θερμοκρασία πού ἔχουν τά κάρβουνα. Συμπεραίνουμε ὅτι μεταφέρεται ἐνέργεια, άπό μόριο σέ μόριο, άπό τό ἔνα ἄκρο τῆς βέργας ώς τό ἄλλο. Τό φαινόμενο αὐτό, πού λέγεται **ἀγωγή τῆς θερμότητας**, είναι ἔνας άπό τούς τρόπους πού μεταδίδεται ή θερμότητα.

Δεξιό καιροῦ τῆς Ἐθνικῆς Μετεωρολογικῆς Ὑπηρεσίας. Παρόμοια δελτία, πού δείχνουν τήν κατάσταση τοῦ καιροῦ στήν Εδώπη καί στήν Ἑλλάδα, ἐκδίδονται κάθε μέρα καί είναι πολύτιμα στοὺς ἀεροπόρους καί τοὺς γαντιλλομένους. Παρατηρήστε μέ ποσοσχή τό χάρτη καί μέ τή βοήθεια τοῦ πίνακα τῶν διαφόρων συμβόλων προσταθῆτε νά σχηματίσετε μά εἰκόνα για τήν κατάσταση τοῦ καιροῦ σέ διάροπα μέρη. Πώς ἡταν δικαιούς στήν περιοχή τοῦ σχολείου σας στίς 25.11.74, πού ἵσχειει αὐτός δικάστης;

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε μιά μετάλλινη βελόνα πλεξίματος, μιά ἔνλινη βέργα μέ το περίπου μῆκος, ἔνα καμινέτο, μιά λεκάνη κρύο νερό καί ἔνα ποτήρι καντό νερό.

- 1) Κρατήστε μέ τό χέρι σας τή βελόνα άπό τό ἔνα ἄκρο καί ἀκονιπήστε τό ἄλλο ἄκρο στήν φλόγα τοῦ καμινέτου. Τί παρατηρεῖτε;
- 2) Ἐπαναλάβετε τήν ίδια ἐργασία μέ τήν ἔνλινη βέργα. Τί παρατηρεῖτε; Μπορεῖτε νά ἐπαναλάβετε τήν ίδια ἐργασία μέ βέργες άπό διάφορα ὄλικα.
- 3) Σέ μια λεκάνη γεμάτη κρύο νερό ἀδειάστε μέ προσοχή στή μιά ἄκρη ἔνα ποτήρι καντό νερό. "Οπως ἔχουμε δεῖ σέ προηγούμενο πείραμα, ἄν περιμένουμε ἀρκετή ώρα, τελικά τό νερό μέσα στή λεκάνη θά ἔχει παντοῦ τήν ίδια θερμοκρασία. Αὐτή τή φορά, μόλις φίξετε τό καντό νερό, ἀνακατέψυτε μέ τό χέρι σας τό νερό μέσα στή λεκάνη. Τί παρατηρεῖτε γιά τή μετάδοση τῆς θερμότητας σέ δλα τά μέρη τοῦ νεροῦ;



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Παρατηροῦμε πῶς τά διάφορα ὄλικα ἄγονα (μεταφέρονται) τή θερμότητα.

Στό πρώτο καί δεύτερο μέρος τοῦ πειράματός μας παρατηρήσαμε τήν ἀγωγή τῆς θερμότητας, δηλαδή τήν μετάδοσην ἐνέργειας ἀπό μόριο σέ μόριο, μέσα σέ διάφορα ύλικά. Παρατηρήσαμε ὅτι σέ δρισμένα ύλικά, ὅπως τά διάφορα μέταλλα, ἡ θερμότητα μεταδίδεται ἀρκετά γρήγορα. Τά ύλικά αὐτά τά λέμε **καλούς ἀγωγούς τῆς θερμότητας**. Ἀλλα πάλι ύλικά, ὅπως τό ξύλο ἢ τό γυαλί, παρατηρήσαμε ὅτι μεταδίδουν πολύ ἀργά τή θερμότητα. Τά ύλικά αὐτά τά λέμε **κακούς ἀγωγούς τῆς θερμότητας**.

Τό ἄν ἔνα σῶμα είναι καλός ἡ κακός ἀγωγός τῆς θερμότητας είναι μιά ἀπό τίς ιδιότητες τῆς ύλης του. Τήν ιδιότητα αὐτή τή χρησιμοποιοῦν οἱ ἀνθρωποί, γιά νά διαλέξουν τά ύλικά, μέ τά ὅποια κατασκευάζουν διάφορες συσκευές, πού ἔχουν σχέση μέ ψηλές ἡ χαμηλές θερμοκρασίες. "Οπως θά ἔχετε παρατηρήσει, ὅλα τά μαγειρικά σκεύη ἔχουν χερούλια ἀπό ξύλο ἡ βακελίτη, πού είναι κακοί ἀγωγοί τῆς θερμότητας. Τά τοιχώματα τῶν ψυγείων είναι κατασκευασμένα ἀπό ύλικά, πού είναι κακοί ἀγωγοί τῆς θερμότητας. "Ετσι, ἡ θερμότητα δέ μεταφέρεται εύκολα ἀπό τό περιβάλλον στό ἑσωτερικό τοῦ ψυγείου.

Στό τρίτο μέρος τοῦ πειράματός μας είδαμε ὅτι καί τό νερό είναι κακός ἀγωγός τῆς θερμότητας. "Αν ἀδειάσουμε ἔνα ποτήρι καυτό νερό στή μιά ἄκρη τοῦ νεροῦ, θά περάσει ἀρκετή ὥρα ὕσπου ἡ θερμοκρασία νά μεταδοθεῖ στήν ἄλλη ἄκρη.

"Ανακαλύψαμε ὅμως ὅτι ἄν ἀνακατέψουμε τό νερό, μέσα σέ πολύ λίγη ὥρα ὅλο τό νερό ἀποκτάει τήν ἴδια θερμοκρασία. Αὐτός δ τρόπος γιά τή μετάδοση τῆς θερμότητας είναι τελείως διαφορετικός ἀπό τήν ἀγωγή τῆς θερμότητας, πού είδαμε προηγουμένων. "Η θερμότητα στήν περίπτωση αὐτή δέ μεταδόθηκε ἀπό μόριο σέ μόριο ἀλλά, ἀντίθετα, μέ ἔνα **ρεῦμα** πού δημιουργήσαμε, μεταφέραμε μόρια μέ μεγάλη κινητική ἐνέργεια ἀπό ἔνα σημεῖο σέ όλα τά μέρη τοῦ νεροῦ.

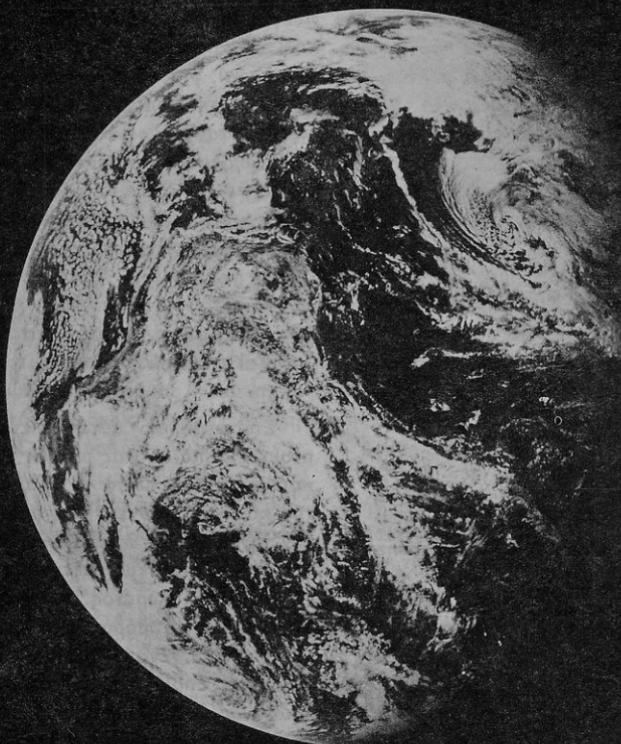
"Η μετάδοση τῆς θερμότητας μέ ρεύματα είναι ἔνα πολύ συνηθισμένο φαινόμενο στή φύση. Θερμότητα μεταφέρεται συνέχεια ἀπό ἔνα σημεῖο τῆς γῆς σέ ἄλλο μέ ρεύματα ἀέρα ἡ μέ ρεύματα νεροῦ στούς ὡκεανούς. Τά ρεύματα αὐτά, πού δημιουργούνται καί συνέχεια μεταβάλλονται στήν ἀτμόσφαιρα καί στής θάλασσες, ἔχουν μεγάλη ἐπίδραση στό κλίμα καί στής καιρικές συνθήκες ἐνός τόπου. Γ' αὐτό οἱ μετεωρολόγοι παρακολουθοῦν μέ προσοχή τίς κινήσεις καί μεταβολές τους καί χρησιμοποιοῦν τίς πληροφορίες πού παίρνουν γιά τήν πρόγνωση τοῦ καιροῦ.

"Ἔχουμε ὅλοι μας ὅμως παρατηρήσει καί ἔναν ἄλλο τρόπο μεταφορᾶς ἐνέργειας, πού δέν ἔχηγεῖται μέ στα εἴπαμε ὡς τώρα. Ξέρουμε ὅτι στό ἑσωτερικό ἐνός ἡλεκτρικοῦ γλόμπου δέν ὑπάρχει ἀέρας. "Αν ὅμως ἀγγίζουμε τό ἑσωτερικό ἐνός ἀναμμένου γλόμπου, θά δοῦμε ὅτι καίει. Πῶς μεταφέρεται ἡ θερμότητα ἀπό τό πυρακτωμένο σύρμα τοῦ γλόμπου στό ἑσωτερικό γυαλί, ἀφού στό ἐνδιάμεσο δέν ὑπάρχουν μόρια ύλης; "Αν σκεφτοῦμε καλά, κάτι παρόμοιο συμβαίνει καί μέ τή θερμότητα, πού παίρνει καθημερινά ἡ γῆ ἀπό τόν ἥλιο. Ξέρουμε ὅτι στό μεγάλο διάστημα ἀπό τή γῆ ὡς τόν ἥλιο δέν ὑπάρχει ύλη. Πῶς ὅμως ὁ ἥλιος στέλνει θερμότητα στή γῆ;

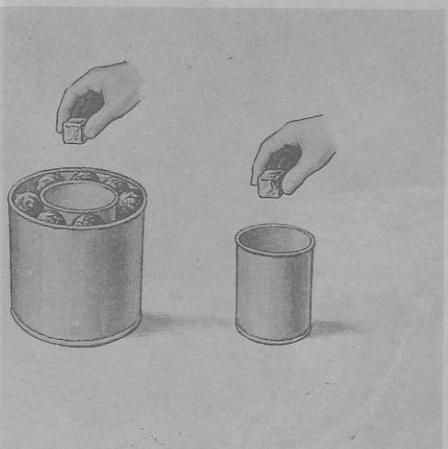
"Συμπεραίνουμε ὅτι ὑπάρχει καί ἔνας τρόπος, γιά νά μεταφερθεῖ ἡ θερμότητα ἀπό ἔνα σῶμα σέ ἔνα ἄλλο, χωρίς νά χρησιμοποιηθεῖ ἡ ύλη πού βρίσκεται μεταξύ τους ὡς μεταφορικό μέσο, ὅπως γίνεται στή μεταφορά θερμότητας μέ ἀγωγή ἡ στά ρεύματα. Τόν τρόπο αὐτό, πού μοιάζει μέ τόν τρόπο πού μεταδίδεται τό φῶς, τόν λέμε **μεταφορά τῆς θερμότητας μέ ἀκτινοβολία**.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Συχνά χρειαζόμαστε νά ἀπομονώσουμε ἔνα σῶμα ἀπό τή θερμότητα τοῦ περιβάλλοντος, γιά νά τό διατηρήσουμε σέ



Φωτογραφία από δορυφόρο που δείχνει καθαρά τά φεύγματα, που σχηματίζονται στίς θάλασσες και στήν ατμόσφαιρα.



ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ. Δοκιμάζουμε τίς μονωτικές ιδιότητες διαφόρων όλικών.

χαμηλή ή σέ ψηλή θερμοκρασία. Γιά τό σκοπό αντό κατασκευάζουμε δοχεῖα φτιαγμένα από όλικά, πού είναι κακοί άγωγοί της θερμότητας. Τά όλικά αιτά τά λέμε μονωτικά καί στήρι έργασία μας αντή θά έλεγχουμε τήν ίκανότητά τους νά άπομονώνουν ένα σώμα από τή θερμότητα τοῦ περιβάλλοντος.

Θά χρειαστεῖτε δύο μικρά ίδια κοντιά από κονσέρβα, ένα μέ διπλάσιο περίπου μέγεθος καί μερικά παγάκια. Φροντίστε ὅλα τά παγάκια, πού θά χρησιμοποιήσετε στήρι έργασία σας, νά έχουν περίπου τό ίδιο μέγεθος.

Βάλτε ένα στρῶμα 3 περίπου ἐκατοστόμετρα πάχος από τσαλακωμένη ἐφημερίδα στόν πάτο τοῦ μεγάλον κοντιού. Βάλτε ένα μικρό κοντί μέσα στό μεγάλο καί γεμίστε τό χόρο μεταξύ τῶν δύο μέ μπάλες από τσαλακωμένη ἐφημερίδα. Μέσα στό μικρό κοντί βάλτε ένα παγάκι καί σκεπάστε τό μεγάλο κοντί μέ ένα στρῶμα 3 περίπου ἐκατοστόμετρα από τσαλακωμένη ἐφημερίδα. Στό δεύτερο μικρό κοντί βάλτε ένα ἄλλο παγάκι. Παρατηρήστε τά δύο

παγάκια κάθε 15 λεπτά. Σέ πόση ώρα λιώνει τελείως τό παγάκι στό κάθε κοντί; Ἐπαναλαβέτε τό πείραμα σας χρησιμοποιώντας διάφορα ἄλλα όλικά, δπως βαμπάκι, μάλλινο ψφασμα, πρινούδια ή ὅ,τι ἄλλο σκεφτεῖτε. Συμπληρώστε τόν πίνακα πού οπάρχει στό βιβλίο. Στήρι πρώτη σειρά τοῦ πίνακα συμπληρώστε τό χρόνο πού χρειάζεται, γιά νά λιώσει ένα παγάκι, ἀν τό δφήσετε στή θερμοκρασία τοῦ περιβάλλοντος. Ή τελευταία σειρά τοῦ πίνακα είναι ἔλευθερη, γιά νά έλεγχετε ένα όλικό, πού θά διαλέξετε ἐσεῖς.

Ποιό ἀπό τά όλικά πού χρησιμοποιήσατε είναι τό καλύτερο μονωτικό;

10. Ένέργεια, θερμότητα καί ό πλανήτης μας

Στό κεφάλαιο αύτό μελετήσαμε μέ λεπτομέρεια μιά ἀπό τίς μορφές τῆς ένέργειας, πού περιέχεται μέσα σ' ένα όλικό σῶμα : τήν κινητική ένέργεια τῶν μορίων του, πού τήν ὀνομάσαμε θερμότητα μοιράζεται έξισου σέ ὅλα τά μόρια τοῦ σώματος. Ἀνακαλύψαμε δηλαδή ὅτι ὅλα τά μόρια, πού ἀποτελοῦν ένα όλικό σῶμα, έχουν περίπου ἵστη κινητική ένέργεια. Ἐπομένως, ή μέση κινητική ένέργεια είνός μορίου μέσα στό σῶμα είναι μιά χαρακτηριστική ιδιότητα τοῦ σώματος πού τήν ὀνομάσαμε θερμοκρασία.

Μέ τίς δύο αὐτές έννοιες, τής θερμότητας καί τής θερμοκρασίας καί μέ τίς δυνάμεις συνοχῆς τῶν μορίων μπορέσαμε νά έχηγήσουμε τά φαινόμενα τής συστολῆς καί διαστολῆς, καθώς καί τίς μεταβολές τής καταστάσεως τής υλης. Στή συνέχεια είδαμε τά φαινόμενα αύτά έχοντας ἀπό τό ἔργαστριο, στόν κύκλο τοῦ νεροῦ μέσα στή φύση. Είδαμε ὅτι τό νερό έχασμιζεται ἀπό τίς θάλασσες, τίς λίμνες καί τά ποτάμια, ύγροποιεῖται

σε σύννεφα ή διμίχλη καί ἐπιστρέφει στή γῆ ως βροχή, χαλάζι ή χιόνι. Τέλος μελετήσαμε τόν τρόπο, μέ τόν ὅποιο μεταδίδεται ή θερμότητα ἀπό ἔνα σῶμα σ' ἔνα ἄλλο. Εἰδαμε πῶς ή θερμότητα μπορεῖ νά μεταδοθεῖ μέσα σε ἔνα σῶμα μέ τήν ἀγωγή, μέσα στά ύγρα καί στά ἀέρια μέ ρεύματα, ἀλλά καί σέ μεγάλες ή μικρές ἀποστάσεις ἀπό ἔνα σῶμα σέ ἄλλο μέ ἀκτινοβολία.

"Ισως τώρα πού εἰδαμε κάπως πανοραματικά τή θερμότητα ως μιά μορφή ἐνέργειας μᾶς δημιουργηθεῖ ἔνα ἀκόμη ἔρωτημα. Πάνω στή γῆ βλέπουμε καθημερινά νά χρησιμοποιεῖται ἐνέργεια. Θερμότητα μετατρέπεται σέ ἡλεκτρική ἐνέργεια στά ἔργοστάσια παραγωγῆς ἡλεκτρισμοῦ. 'Η ἡλεκτρική ἐνέργεια μπορεῖ στή συνέχεια νά μετατραπεῖ σέ κινητική ἐνέργεια, γιά νά κινήσει ἔνα σιδηρόδρομο, σέ φωτιστική ἐνέργεια ή πάλι σέ θερμότητα, γιά νά θερμάνει τό σπίτι μας καί νά ψήσει τό φαγητό. 'Από ποῦ ὅμως προέρχεται ὅλη αὐτή ή ἐνέργεια, πού ὑπάρχει γύρω μας;

Σχεδόν ὅλη ή ἐνέργεια τοῦ πλανήτη μας ἔρχεται ἀμεσα ή ἔμμεσα ἀπό τόν ἥλιο. Μπορεῖ, βέβαια, νά ἀποθηκευτεῖ σέ κάποια μορφή γιά ἀρκετό χρόνο μέσα στήν ὑλή καί νά χρησιμοποιηθεῖ ἀργότερα. 'Η ἐνέργεια, πού μεταφέρεται ἀπό μιά φέτα ψωμί πού τρῶμε στόν ὄργανισμό μας, είναι ἐνέργεια πού ἔδωσε ὁ ἥλιος, γιά νά μεγαλώσει τό σιτάρι πέρσι στόν κάμπο τής Θεσσαλίας. 'Η θερμική

ἐνέργεια ἀπό τά κάρβουνα τής ἀτμομηχανῆς, πού μετατρέπεται σέ κινητική ἐνέργεια τοῦ σιδηρόδρομου, είναι ἐνέργεια πού ἔστειλε ὁ ἥλιος πρίν ἀπό 300.000.000 χρόνια, γιά νά μεγαλώσουν τά δάση, πού μέσα στά χρόνια πού πέρασαν στό μεταξύ ἔχουν μεταβληθεῖ σέ κάρβουνο. 'Αλλά ἂν ή γῆ δέχεται καθημερινά τόση ἐνέργεια ἀπό τόν ἥλιο, πού πάει ὅλη αὐτή ή ἐνέργεια; Γιατί ή θερμοκρασία τής γῆς δέν ἀνεβαίνει ὅλο καί περισσότερο; Οι ἐπιστήμονες ἔχουν κάνει προσεκτικές μετρήσεις γιά τήν ἐνέργεια πού δέχεται καθημερινά ὁ πλανήτης μας ἀπό τόν ἥλιο. "Έχουν βρεῖ ὅτι τό ἔνα τρίτο τῆς ἐνέργειας, πού φτάνει στή γῆ ἀπό τόν ἥλιο, ἀνακλᾶται ἀμέσως ἀπό τήν ἀτμόσφαιρα. Τό δεύτερο τρίτο ἀπορροφᾶται ἀπό τήν ἀτμόσφαιρα καί τή θερμαίνει. Τελικά μόνο περίπου ἔνα τρίτο ἀπό τήν ἐνέργεια πού φτάνει στή γῆ καταλήγει στήν ἐπιφάνεια. 'Η ἐνέργεια αὐτή θερμαίνει τή γῆ, προκαλεῖ τήν ἐξάτμιση τῶν ὀκεανῶν ή ἀποθηκεύεται στά φυτά πού μεγαλώνουν. "Οσο θερμαίνεται η γῆ, μεταδίδει θερμότητα στήν ἀτμόσφαιρα, πού μέ τή σειρά της ἀκτινοβολεῖ ἐνέργεια στό διάστημα. "Αν κοιτάξουμε τή γῆ ως ἔνα κομμάτι ὑλῆς, πού παίρνει ἐνέργεια μέ ἀκτινοβολία ἀπό τόν ἥλιο καί στή συνέχεια τήν ἀκτινοβολεῖ πάλι στό διάστημα, θά δοῦμε ὅτι μέσα σέ δρισμένο χρόνο ὅση ἐνέργεια παίρνει, τόση καί χάνει.

"Ισως μέ τή διαπίστωση αὐτή μᾶς δη-

	Χρόνος, ώσπου νά λιώσει τό παγάκι
Μονωτικό ύλικό	
Ἄτμοσφαιρικός ἀέρας	
Τσαλακωμένο χαρτί	
Μάλλινο ψαστικό	
Βαμπάκι	
Πριονίδι	

μιουργηθεῖ ἡ ἐντύπωση, ὅτι ἡ ἐνέργεια πού παίρνουμε ἀπό τὸν ἥλιο δὲ μᾶς ὡφελεῖ σέ τίποτε, ἀφοῦ δὴ παίρνουμε, τόση καὶ ἐπιστρέφουμε στὸ διάστημα μὲ ἀκτινοβολίᾳ. Γιά νά δοῦμε πόσο σωστή εἶναι ἡ ἐντύπωση αὐτῆ, πρέπει νά ἔξετασουμε πόσο χρήσιμη εἶναι ἡ ἐνέργεια γιά τὸν ἄνθρωπο στήν κάθε της μορφή. Ἡ ἐνέργεια πού ἔχει πάρει μιά ποσότητα νεροῦ, γιά νά γίνει σύννεφο μὲ τὴν ἔξαπτιση, εἶναι χρήσιμη ἐνέργεια. Τὸ σύννεφο μπορεῖ νά γίνει βροχή, τὸ νερό τῆς βροχῆς νά γίνει ποτάμι καὶ τὸ ποτάμι νά κινήσει ἔνα ὑδροηλεκτρικό ἐργοστάσιο, πού θά παράγει ἡλεκτρική ἐνέργεια. Ἡ ἐνέργεια πού ἔχει ἀποθηκευτεῖ μέσα στὰ φυτά, εἶναι καὶ αὐτή μιά ἄλλη μορφή χρήσιμης ἐνέργειας. Μποροῦμε νά τή χρησιμοποιήσουμε γιά τροφή ἡ γιά νά πάρουμε χρήσιμη θερμότητα γιά τίς καθημερινές μας ἀνάγκες. Ἄλλα τί μποροῦμε νά κάνουμε μὲ τὴν ἐνέργεια πού περιέχεται μέσα σ' ἔνα παγόβουνο; Μέσα σ' ἔνα παγόβουνο περιέχεται πολὺ περισσότερη ἐνέργεια ἀπό δὴ πιθανόν θά χρειαστεῖτε σ' δῆλη σας τή ζωή. Μέ τή διαφορά ὅτι μέ τὴν ἐνέργεια αὐτή εἶναι πολύ δύσκολο, ἂν ὅχι ἀδύνατο, νά κάνουμε κάτι.

Ἡ λιγότερο χρήσιμη ἐνέργεια εἶναι ἡ θερμότητα σέ χαμηλές θερμοκρασίες. Σέ κάθε ἀλλαγή μορφῆς τῆς ἐνέργειας ἡ σέ κάθε

μεταφορά της ἀπό ἕνα σῶμα σέ ἕνα ἄλλο ἔνα μέρος τῆς ἐνέργειας μετατρέπεται σέ κινητική ἐνέργεια τῶν μορίων τοῦ περιβάλλοντος, δηλαδὴ σέ θερμότητα πού, ὅπως ἔχουμε δεῖ, μοιράζεται ἐξίσου στά μόρια τῆς ὥλης. Ἐτοι, ἀργά ἡ γρήγορα, δῆλη ἡ ἐνέργεια πού παίρνουμε ἀπό τὸν ἥλιο καταλήγει σέ ἄχρηστη ἐνέργεια ὡς θερμότητα σέ χαμηλές θερμοκρασίες καὶ διαφεύγει μέ ἀκτινοβολία στὸ διάστημα. Στό πέρασμά της ἀπό τὸ πλανήτη μας ἀποθηκεύεται σέ κομμάτια ὥλης, μεταφέρεται ἀπό σῶμα σέ σῶμα, ἀλλάζει μορφή καὶ μέ τὸν τρόπο αὐτό διατηρεῖ τή ζωή.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

"Οπως στό τέλος κάθε ἐνότητας, θά -άνακεφαλαιώσουμε τά δσα μάθαμε καὶ θά βεβαιωθοῦμε δτι καταλαβαίνουμε τίς νέες ἔννοιες πού μάθαμε. Στήν ἐπόμενη σελίδα εἶναι σκοπισμένες λέξεις, πού ἀντιποσωπεύουν τίς νέες ἔννοιες πού συναντήσαμε στή θερμότητα.
Ἐπαναλάβετε μέ τίς λέξεις αὐτές τήν ἐργασία τῆς σελίδας 29. Βεβαιωθεῖτε δτι καταλάβατε τί σημαίνει κάθε λέξη καὶ δτι μπορεῖτε νά ἔξηγήσετε τή σημασία της μέ δικά σας λόγια καὶ παραδείγματα.

ταῦτα διατάσσεται στή σημασία της μέ δικά σας λόγια καὶ παραδείγματα.

μετάδοση τῆς θερμότητας μέρεύματα	πήξη	άκτινοβολία	κλίμακα του Κέλβιν
θερμόμετρο			θερμότητα
γραφική παράσταση	τήξη	λανθάνουσα θερμότητα τήξεως	
ύγροποίηση τῶν ἀτμῶν	σημεῖο τήξεως		κλίμακα του Κελσίου
βροχή			έξαερωση
διαστολή	θερμοκρασία	σημεῖο βρασμοῦ	
χαλάζι	καλοί καὶ κακοί ἄγωγοί τῆς θερμότητας	ἄγωγή τῆς θερμότητας	
στατιστικό σύνολο	βρασμός		ὑδρατμοί
σύννεφο	ἀπόλυτο μηδέν		όμιχλη
ἀτμός			
μετεωρολογία			
συστολή			
αἰσθήμα του ψυχρού		λανθάνουσα θερμότητα βρασμοῦ	
	σημεῖο πήξεως	ἀπόσταξη	μέση τιμή

III. ΜΗΧΑΝΙΚΗ

1. Μέγεδος, μέτρηση και μονάδες

Τά πιό σημαντικά και πιό πολύπλοκα δργανα, που έχει στή διάθεσή του όλην θρωποσ γιά την παρατήρηση του φυσικοῦ κόσμου, είναι τα δργανα των αισθήσεων. Μέτα μάτια μας συλλέγουμε τις περισσότερες πληροφορίες γιά το γύρω κόσμο και μελετούμε τις ιδιότητες των ύλικων σωμάτων. Μέτην άκοη άντιλαμβανόμαστε τους ήχους, που, όπως θά δούμε στήν έκτη τάξη, προέρχονται από την παλμική κίνηση τής ψλησ. Μέτην άφη, όπως είδαμε στό προηγούμενο κεφάλαιο, παίρνουμε πληροφορίες γιά την ένέργεια των μορίων μέσα στήν ψλη, δηλαδή γιά τη θερμοκρασία των σωμάτων. Τέλος, μέτην αισθήση, που δημιουργεῖται στους μῆς του σώματός μας από μιά προσπάθεια που καταβάλλουμε, άντιλαμβανόμαστε πολλές από τις δυνάμεις που ύπαρχουν στή φύση, όπως οι δυνάμεις συνοχής των μορίων και τό βάρος των ύλικων σωμάτων. Τα δργανα των αισθήσεων θμως έχουν σοβαρούς περιορισμούς. Όπως είδαμε, ύπαρχουν πολλές ιδιότητες, που δέν μπορούμε νά τις παρατηρήσουμε άπευθείας μέτης αισθήσεις μας. Τα μόρια είναι πολύ μικρά, γιά νά τα δούμε χωρίς ισχύρο μικροσκόπιο, τα ούρανια σώματα είναι πολύ μακριά,

γιά νά τα παρατηρήσουμε χωρίς τηλεσκόπιο, τό φτερούγισμα ένός έντομου είναι πολύ γρήγορο, γιά νά τό δοῦμε μέτη μάτι, και τό σημείο τήξεως του σιδήρου πολύ ψηλό, γιά νά έλέγχουμε τή θερμοκρασία του μέτην άφη. Μπορούμε νά σκεφτούμε πολλές περιπτώσεις, που οι αισθήσεις μας δέν έπαρκον γιά τήν άμεση παρατήρηση. Στίς περιπτώσεις αύτές χρησιμοποιούμε έπιστημονικά δργανα, που είναι προεκτάσεις των αισθήσεων μας.

"Άλλα πέρα από τους περιορισμούς αύτούς των αισθήσεων μας, οι έντυπωσεις, που παίρνουμε άπευθείας μέτης αισθήσεις μας, δέν είναι εύκολο νά έκφραστούν μέτη άκριβεια. "Αν παρατηρήσετε μιά πέτρα στό δρόμο ή στόν κήπο του σπιτιού σας, μπορείτε νά πείτε ότι είναι μεγάλη ή μικρή, βαριά ή έλαφριά. Πόσο εύκολο θμως είναι τήν άλλη μέρα νά περιγράψετε αύτή τήν πέτρα στους συμμαθήτες σας; Τό πρώτο που θά σας ρωτήσουν είναι πόσο μεγάλη ήταν ή πέτρα ή πόσο βαριά. Στήν προσπάθειά σας αύτή, νά περιγράψετε τήν πέτρα μόνο μέτην παρατήρηση που κάνατε άπευθείας μέτης αισθήσεις σας, θά έχετε τό ίδιο πρόβλημα που έχει ένα μικρό παιδί, πρέν ακόμη μάθει δριθμητική. Μπορεί νά σας πεί ότι μέσα σέ ένα δωμάτιο ύπαρχουν

πολλοί ή λίγοι ανθρωποι. Δέν μπορεῖ ίδιας νά σᾶς πει πόσοι ανθρωποι ύπάρχουν μέσα στό δωμάτιο.

Γιά νά μπορέσουμε νά μεταφέρουμε τίς πληροφορίες μας άπο μιά παρατήρηση ένος άντικειμένου ή ένος φαινομένου, θά πρέπει, σημάς στήν άπλη άριθμητικό, νά μάθουμε νά τίς έκφραζουμε μέ άριθμούς. Ό λόρδος Κέλβιν μάλιστα κάποτε είπε ότι ούτε δέν μποροῦμε νά μετρήσουμε καί νά έκφρασουμε μέ άριθμούς κάτι πού περιγράφουμε, δέν ξέουμε φτάσει στό έπίπεδο τής έπιστημης. Υπάρχουν πολλές ιδιότητες τών σωμάτων καί τών φαινομένων, πού ξέρουμε νά τίς έκφραζουμε μέ άριθμούς. Τό μήκος, ό χρόνος, ή θερμοκρασία, είναι μερικές άπ' αύτές. Άκομη καί ιδιότητες, σημάς τό χρώμα ένος σώματος, μποροῦμε νά τίς μετρήσουμε καί νά τίς έκφρασουμε μέ άριθμούς.

Τίς ιδιότητες τής υλης, πού μποροῦμε νά έκφρασουμε μέ άριθμούς, τίς λέμε φυσικά μεγέθη ή άπλως μεγέθη. Μερικά άπο τά μεγέθη, πού ξέρουμε δει ούτε τώρα, είναι ο δύγκος, ό χρόνος, ή ένέργεια καί ή θερμο-

κρασία. Μπορείτε καί σεις νά άναφέρετε μερικά μεγέθη, πού χρησιμοποιοῦμε στήν καθημερινή μας ζωή, για νά περιγράψουμε τίς παρατηρήσεις μας; "Οταν λέμε δτι τά Ιωάννινα άπέχουν άπο τήν Αθήνα 400 χιλιόμετρα, ποιο μέγεθος περιγράφουμε;

"Οταν παρατηροῦμε ένα μέγεθος στή φύση καί τό έκφραζουμε μέ έναν άριθμό, λέμε ότι κάνουμε μιά μέτρηση. Μετροῦμε τήν άπόσταση άπο μιά πόλη σε μιά άλλη, τό χρόνο πού κάνει ένα αύτοκίνητο, γιά νά πάει άπο τήν Αθήνα στήν Κόρινθο, η τή θερμοκρασία τήξεως τού χαλκού. Μέ ένα άπλο παράδειγμα ούς δούμε άπο πιό κοντά πώς κάνουμε μιά μέτρηση.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Τό πιό άπλο φυσικό μέγεθος, πού μποροῦμε νά μετρήσουμε, είναι η άπόσταση. "Ας υποθέσουμε ότι δάσκαλος τής πέμπτης τάξεως ένος άλλου σχολείου, μακριά άπο τό δικό μας, μας έχει φωτίσει πόσο μακρύς είναι



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Μποροῦμε νά χρησιμοποιήσουμε τήν πιθανή ούς μονάδα μετρήσεως τής άποστάσεως.

ο πίνακας της αιθουσας στο δικυ μας σχολειο και πρέπει να τον άπαντήσουμε μ' ένα γράμμα. Προσπαθήστε να μετρήσετε το μήκος του πίνακα στήν αιθουσα με τους έξης τρόπους:

1) Μετρήστε το μήκος του πίνακα με πιθαμές. Ζητήστε άπο πέντε ή έξι παιδιά νά τόν μετρήσουν και γράψτε τά άποτελέσματα με τό όνομα κάθε παιδιού δίπλα σέ κάθε μέτρηση.

2) Σημειώστε μέ κιμωλία στό πάτωμα δύο γραμμές άκρωβδς κάτω άπο τά δύο άκρα τον πίνακα. Ζητήστε άπο πέντε ή έξι άλλα παιδιά νά μετρήσουν τήν άποσταση άπο τή μιά γραμμή ως τήν άλλη με μεγάλα βήματα. Σημειώστε τά άποτελέσματα όπως και πολύ.

3) Πάρτε μιά άλογκηρη κιμωλία και μετρήστε τό μήκος του πίνακα με τήν κιμωλία.

Τί παρατηρείτε στους τρεῖς

διαφορετικούς τρόπους μετρήσεως του πίνακα; Ποιά άπ' όλες τίς μετρήσεις θά χρησιμοποιούσατε, για ν' άπαντήσετε στό δάσκαλο τον άλλον σχολείον, πού σᾶς ρώτησε γιά τό μήκος του πίνακα; Μπορείτε νά σκεφτείτε κάποιον καλύτερο τρόπο, για νά μετρήσετε τό μήκος του πίνακα;

"Αν κοιτάξουμε τά άποτελέσματα τής έργασίας μας, θά δοῦμε ότι οι άριθμοί, πού πήραμε στους δύο πρώτους τρόπους μετρήσεως, διαφέρουν άρκετά μεταξύ τους. Καί είναι εύκολο νά δοῦμε γιατί. Στό πρώτο μέρος τής έργασίας μας οι πιθαμές τών παιδιών, πού έκαναν τή μέτρηση, δεν ήταν όλες ίδιες. Τό παιδί με τή μεγαλύτερη πιθαμή βρήκε τό μικρότερο άριθμό. Τό ίδιο και στό δεύτερο μέρος τής έργασίας μας. "Άλλο παιδί έκανε μεγάλα βήματα, άλλο μικρά και τελικά τό παιδί πού έκανε τά μεγαλύτερα βήματα βρήκε τό μικρότερο

άριθμό. "Αν άπαντήσουμε στό δάσκαλο τού άλλου σχολείου, πού μας ρώτησε, ότι ό πίνακάς μας έχει μήκος 5 μεγάλα βήματα, δέν είμαστε καθόλου βέβαιοι ότι θά καταλάβει τήν άπαντηση. Γιά νά πάρει μιά ίδεα πόσο μακρύς είναι ό πίνακάς μας, θά πρέπει νά κάνει πέντε μεγάλα βήματα σάν αύτά πού κάναμε έμεις, δταν τόν μετρούσαμε. Καί αύτό δέν είναι καθόλου βέβαιο. "Ισως ό μόνος τρόπος, γιά νά στείλουμε τήν πληροφορία πού θέλουμε, είναι μέ τή μέτρηση πού κάναμε στό τρίτο μέρος τής έργασίας μας. "Αν άπαντήσουμε ότι τό μήκος του πίνακα στήν τάξη μας είναι $25\frac{1}{2}$ κιμωλίες, τότε, έπειδη όλες οι κιμωλίες στά σχολεία τής Ελλάδας είναι ίδιες, ό δάσκαλος τού μακρινού σχολείου θά μετρήσει $25\frac{1}{2}$ κιμωλίες πάνω σέ μιά γραμμή και θά καταλάβει άμεσως πόσο μεγάλος είναι ό πίνακάς μας.

"Αν έξετάσουμε μέ μεγαλύτερη λεπτομέρεια τήν έργασία πού κάναμε σέ κάθε μέτρηση, θά δοῦμε ότι σέ όλες τίς περιπτώσεις κάναμε τό ίδιο πράγμα. "Η πρώτη μας δουλειά ήταν νά διαλέξουμε ένα δρισμένο μήκος ή οπως λέμε, μιά μονάδα μετρήσεως, οπως ή πιθαμή, τό μεγάλο βήμα μας ή τό μήκος μιάς κιμωλίας. "Επειτα συγκρίναμε τή μονάδα μετρήσεως μέ τό μήκος του πίνακα. Κάναμε δηλαδή μιά διαίρεση και είδαμε «πόσες φορές πάει» ή μονάδα μετρήσεως στό μέγεθος, πού θέλουμε νά μετρήσουμε. Αύτή είναι πάντα ή έργασία πού κάνουμε σέ κάθε μέτρηση.

Γιά νά μετρήσουμε ένα μέγεθος στή φύση, τό συγκρίνουμε μέ μιά μονάδα μετρήσεως, πού τή διαλέγουμε γι' αύτό τό μέγεθος.

Σέ κάθε μέτρηση πού κάνουμε θά μπορούσαμε νά διαλέγουμε και μιά διαφορετική μονάδα μετρήσεως γιά τό μέγεθος πού μετρούμε. "Άρκει ή μονάδα μετρήσεως

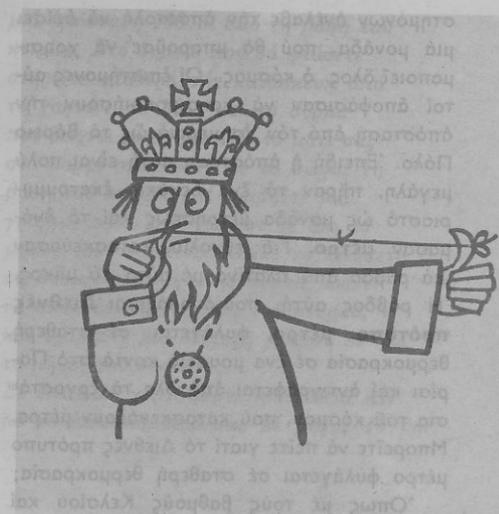
νά είναι πραγματικά όρισμένη και νά μπορούμε νά τήν περιγράψουμε μέλα άκριβεια. Όπως είδαμε στήν έργασία μας μέσα στήν τάξη, ή πιθανή δέν είναι καλή μονάδα μετρήσεως τοῦ μήκους, γιατί τό μήκος τῆς παλάμης διαφέρει από τὸ ἄνθρωπο σέ ἄνθρωπο. Τό μήκος τῆς κιμωλίας είναι πολύ καλύτερη μονάδα μετρήσεως, γιατί ὅλες οἱ κιμωλίες στήν Ἑλλάδα ἔχουν τό τοῦ μήκος. Άν δημοσίευτε νά στείλετε τά ἀποτελέσματα μιᾶς μετρήσεως στή Γαλλία, σπου τά σχολεῖα χρησιμοποιοῦν διαφορετικές κιμωλίες, τί θά κάνατε;

Από πολύ παλιά οἱ ἄνθρωποι ἀνακάλυψαν ὅτι, γιά νά συνεννοοῦνται καί νά μποροῦν νά στέλνουν πληροφορίες σέ μακρινά μέρη, ἐπρεπε νά συμφωνήσουν σέ μιά όρισμένη μονάδα μετρήσεως γιά κάθε μέγεθος. Φυσικά, οἱ μονάδες, πού ἀποφασίστηκε τελικά νά χρησιμοποιοῦνται ἀπό ὅλους, είναι «κομμένες καί ραμμένες» στά μέτρα τοῦ ἄνθρωπου. Δέν είναι οὔτε πολύ μεγάλες, ώστε νά είναι δύσκολο νά τίς χρησιμοποιήσουμε στήν καθημερινή μας ζωή, οὔτε πολύ μικρές, ώστε τά ἀποτελέσματα τῶν μετρήσεων νά είναι μεγάλοι ἀριθμοί. Στή συνέχεια θά ἔξετάσουμε ἀπό πιό κοντά τά ποι βασικά μεγέθη πού χρησιμοποιοῦμε, γιά νά περιγράψουμε τό φυσικό κόσμο καί τά φυσικά φαινόμενα. Θά δοῦμε πῶς μετροῦμε αὐτά τά μεγέθη καί ποιές μονάδες μετρήσεως ἔχουμε συμφωνήσει νά χρησιμοποιοῦμε.

2. Ἀπόσταση

Τό πιό γνωστό μας ἵσως μέγεθος στή φύση είναι ἡ ἀπόσταση. Μιλοῦμε γιά τήν ἀπόσταση ἀπό μιά πόλη σέ μιά ἄλλη, γιά τήν ἀπόσταση ἀπό τή γῆ στή σελήνη ἢ γιά τήν ἀπόσταση μεταξύ δύο μορίων μέσα στήν ὥλη. Γιά νά μετρήσουμε μιά ἀπόσταση, πρέπει, ὅπως είδαμε, νά διαλέξουμε πρώτα μιά μονάδα μετρήσεως.

Η ἱστορία τῆς μονάδας μετρήσεως τῆς



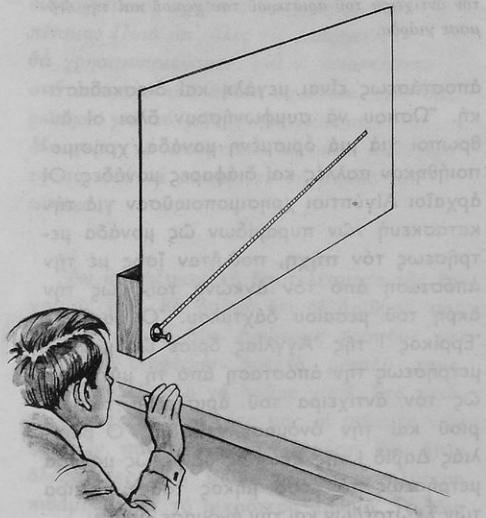
Ο βασιλιάς Ἐρρίκος I τῆς Ἀγγλίας ὅρισε ως μονάδα μετρήσεως τήν ἀπόσταση ἀπό τή μύτη τον ὃς τόν ἀντίχειρα τοῦ ἀριστεροῦ του χεριοῦ καί τήν ὀνόμασε γιάρδα.

Ἀποστάσεως είναι μεγάλη καί διασκεδαστική. Ὅσπου νά συμφωνήσουν ὅλοι οἱ ἄνθρωποι γιά μιά όρισμένη μονάδα, χρησιμοποιήθηκαν πολλές καί διάφορες μονάδες. Οἱ ἀρχαῖοι Αἰγύπτιοι χρησιμοποιοῦσαν γιά τήν κατασκευή τῶν πυραμίδων ως μονάδα μετρήσεως τόν πήχη, πού ήταν ἵσος μέ τήν ἀπόσταση ἀπό τόν ἀγκώνα τους ως τήν ἄκρη τοῦ μεσαίου δάχτυλου. Ο βασιλιάς Ἐρρίκος I τῆς Ἀγγλίας ὅρισε ως μονάδα μετρήσεως τήν ἀπόσταση ἀπό τή μύτη του ϊός τόν ἀντίχειρα τοῦ ἀριστεροῦ του χεριοῦ καί τήν ὀνόμασε γιάρδα. Ο βασιλιάς Δαβίδ I τῆς Σκωτίας ὅρισε ως μονάδα μετρήσεως τό μέσο μήκος τοῦ ἀντίχειρα τῶν Σκωτσέζων καί τήν ὀνόμασε ἴντσα.

Μέχρι πρίν ἀπό 200 χρόνια ὑπῆρχε τέτοια σύγχυση στόν όρισμό τῆς μονάδας μετρήσεως τῆς ἀπόστασεως, ώστε μετά τή Γαλλική Ἐπανάσταση μιά ὁμάδα Γάλλων ἐπι-

στημόνων άνελαβε τήν άποστολή νά όρισει μιά μονάδα, πού θά μποροῦσε νά χρησιμοποιεῖ ὅλος ὁ κόσμος. Οἱ ἐπιστήμονες αὐτοὶ ἀποφάσισαν νά χρησιμοποιήσουν τήν ἀπόστασην ἀπό τὸν Ἰσημερινὸν ὡς τὸ Βόρειο Πόλο. Ἐπειδὴ ἡ ἀπόσταση αὐτή εἶναι πολὺ μεγάλη, πῆραν τό ἔνα δεκάκις ἑκατομμυριοστό ὡς μονάδα μετρήσεως καὶ τὸ δύναμασαν **μέτρο**. Γιά εύκολία, κατασκεύασαν μιά ράβδο ἀπό πλατίνα μέ αὐτό τὸ μῆκος. Ἡ ράβδος αὐτή, πού δνομάζεται **Διεθνές πρότυπο μέτρο**, φυλάγεται σέ σταθερή θερμοκρασία σέ ἔνα μουσεῖο κοντά στὸ Παρίσι καὶ ἀντιγράφεται ἀπό ὅλα τὰ ἐργοστάσια τοῦ κόσμου, πού κατασκευάζουν μέτρα. Μπορεῖτε νά πείτε γιατί τὸ Διεθνές πρότυπο μέτρο φυλάγεται σέ σταθερή θερμοκρασία;

“Οπως μέ τούς βαθμούς Κελσίου καὶ Κέλβιν ($^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{K}$), σέ ὅλο τὸν κόσμο οἱ μο-



Κατασκενή πού θά σᾶς ἐπιτρέψει νά μετρήσετε τίς γωνίες, πού σᾶς χρειάζονται γιά τὸν ὑπολογισμό μεγάλων ἀποστάσεων.

νάδες μετρήσεως γιά τά διάφορα μεγέθη συμβολίζονται μέ ἔνα ἡ δύο δρισμένα γράμματα. “Ἐτσι, τὸ μέτρο συμβολίζεται μέ τὸ λατινικό γράμμα *m* καὶ γράφουμε τό ἀποτέλεσμα ἀπό μιά μέτρηση, πού μᾶς ἔδωσε 10,5 μέτρα :

10,5 m

Στήν καθημερινή μας ζωή, γιά νά μετρήσουμε ἀποστάσεις μικρότερες ἀπό ἔνα μέτρο, χρησιμοποιοῦμε ὑποδιαιρέσις τοῦ μέτρου. Τό $\frac{1}{100}$ τοῦ μέτρου τό ὄνομάζουμε ἑκατοστόμετρο καὶ τό συμβολίζουμε μέ τά γράμματα *mm*. Τέλος, γιά μεγάλες ἀποστάσεις, ὅπως τίς ἀποστάσεις μεταξύ πόλεων, χρησιμοποιοῦμε τό γνωστό μας χιλιόμετρο, πού εἶναι ἵσο μέ 1.000 μέτρα καὶ τό συμβολίζουμε μέ τά γράμματα *km*. Μέ τούς δρισμούς αὐτούς τῆς μονάδας μετρήσεως τῆς ἀποστάσεως καὶ τῶν ὑποδιαιρέσεών τῆς μποροῦμε νά γράψουμε τή σχέση :

$$1 \text{ m} = 1000 \text{ mm} = 100 \text{ cm} = 0,001 \text{ km}$$

Μπορεῖτε καὶ σεῖς νά συμπληρώσετε τούς ἀριθμούς πού λείπουν στίς ἐπόμενες σχέσεις;

1cm =	mm =	m =	km
1mm =	cm =	m =	km
1km =	mm =	cm =	m

Τό γνωστό μας ὑποδεκάμετρο εἶναι ἔνας χάρακας μέ μῆκος 20 cm ὡς 30 cm. Τώρα μέ ἔνα ὑποδεκάμετρο μποροῦμε νά μετρήσουμε τό μῆκος τοῦ πίνακα στήν αἰθουσά μας σέ μέτρα ἡ ἑκατοστόμετρα. Μέ τόν ἴδιο τρόπο μποροῦμε νά μετρήσουμε μικρές ἀποστάσεις ἡ τίς διαστάσεις πολλῶν ἀντικειμένων, πού βλέπουμε γύρω μας. Πῶς ὅμως μποροῦμε νά μετρήσουμε μιά μεγάλη ἀπόσταση ἡ ἔνα μῆκος, πού δέν μποροῦμε νά μετρήσουμε ἀπευθείας μ' ἔνα μέτρο ;

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Η έργασία αυτή γίνεται εξω από τήν αίθουσα καί μπορεῖτε νά τήν προγραμματίσετε γιά μιά από τίς έκδρομές του σχολείου σας.

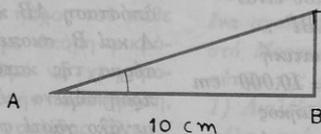
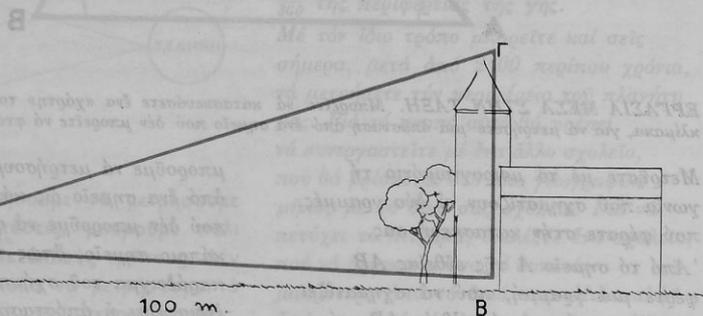
Θά χρειαστεῖτε ένα χροντρό ίσιο σύρμα, ένα μεγάλο χαρτόνι, ένα ξύλο, ένα μουφογγωμόνιο καί ένα μέτρο.

Η έργασία σας θά γίνει πολύ πιό ενυκλη, ἀν βρείτε μιά μετροτανία σάν αντές πού έχουν οι τοπογράφοι.

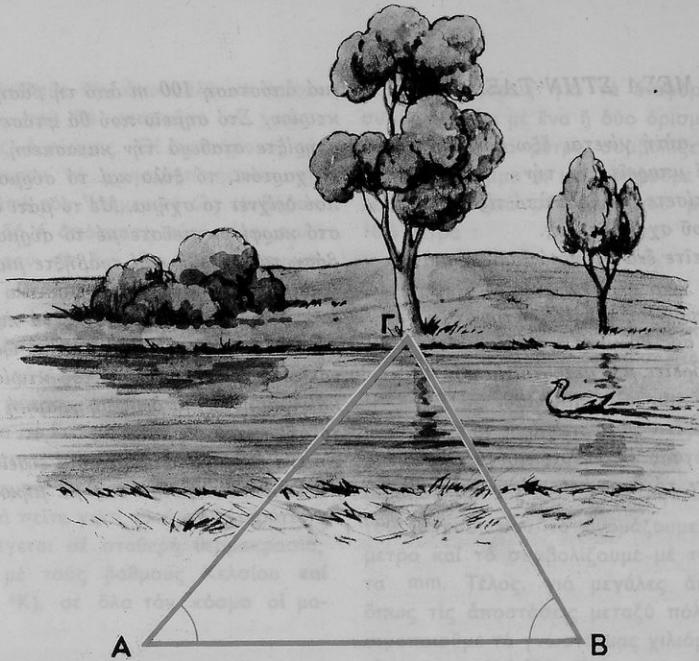
1) Διαλέξτε ένα ψηλό κτίριο ή τύχαμπαναιό μιᾶς έκκλησίας πού θέλετε νά μετρήσετε τό ύψος του. Μετρήστε

μιά απόσταση 100 m από τή βάση του κτιρίου. Στό σημείο πού θά φτάσετε στηρίξτε σταθερά τήν κατασκευή από τό χαρτόνι, τό ξύλο καί τό σύρμα πού δείχνει τό σχῆμα. Μέ τό μάτι σας στό καρφί σκοπεῦστε μέ τό σύρμα τή βάση του κτιρίου καί τραβήξτε μιά γραμμή πάνω στό χαρτόνι σέ δύο τό μήκος του σύρματος. Χωρίς νά κινήσετε τή συσκευή, στρώψτε τό σύρμα, ώστε νά σκοπεύει τήν κορυφή του κτιρίου, καί τραβήξτε μιά δεύτερη γραμμή σέ δύο τό μήκος του σύρματος.

Σέ ένα άλλο χαρτί φέρτε μιά εύθεια AB μέ τό ύποδεκάμετρό σας μέ μήκος 10 cm.



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. "Αν μετρήσετε τή γωνία πού σχηματίζουν οι εύθειες AG καί BG , πορεύετε νά κατασκευάσετε τό τογκωνίο ABG μέ κλίμακα $1 : 1.000$. Από τό «χαρτη» πού κατασκευάστε μέ τό τρόπο αντό μπορεῖτε νά βρείτε τό ύψος του κτιρίου, ἀν μετρήσετε τήν απόσταση BG μέ ένα ύποδεκάμετρο.



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Μπορεῖτε νά κατασκευάσετε ένα «χάρτη» τού τοιγώνου ABG μέ μιά κλίμακα, για νά μετοχήσετε μά απόσταση από ένα σημείο πού δέν μπορεῖτε νά φτάσετε.

Μετρήστε μέ τό μοιρογνωμόνιό τή γωνία πού σχηματίζουν οι δύο γραμμές, πού φέρατε στήν κατασκευή σας.

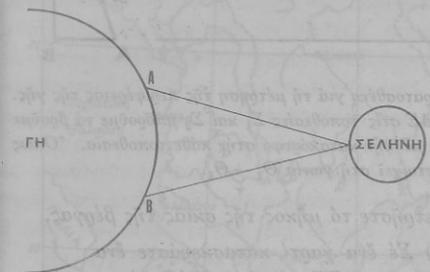
’Από τό σημείο A τής εύθειας AB φέρτε μιά γραμμή, πού νά σχηματίζει τήν ίδια γωνία μέ τήν εύθεια AB και στό σημείο B φέρτε μιά κάθετο.

Τώρα έχετε τό τοιγώνο ABG , πού είναι δμοιο μέ τό μεγάλο τοιγώνο ABG στό σχῆμα. ’Εφ’ δσον ή πραγματική απόσταση AB είναι $100 \text{ m} = 10.000 \text{ cm}$ και σεις τήν κατασκευάστε μέ μῆκος 10 cm , έχετε φτιάξει ένα είδος «χάρτη» μέ κλίμακα $1 : 1.000$. Τώρα πού ξέρετε τήν κλίμακα μετρήστε μέ τό ύποδεκάμετρο τήν απόσταση BG στό «χάρτη» σας και ύπολογίστε τό πραγματικό ύψος τού κτιρίου.

2) Μέ τήν ίδια μέθοδο τῶν τοιγώνων

μποροῦμε νά μετοχήσουμε τήν απόσταση από ένα σημείο ως κάποιο άλλο σημείο, πού δέν μποροῦμε νά φτάσουμε. Διαλέξτε κάποιο σημείο, δπως τό σημείο G στό παράδειγμα τού σχήματος. ’Αν σᾶς ένδιαφέρει ή απόσταση AG , τοποθετήστε ένα παιδί στό σημείο A και ένα άλλο παιδί στό σημείο B . Μετρήστε τήν απόσταση AB και τίς γωνίες στά σημεία A και B , σκοπεύοντας τό σημείο G μέ τό σύρμα τής κατασκευής σας, δπως στό προηγούμενο μέρος τής έργασίας. Σέ ένα μεγάλο χαρτί φτιάξτε ένα τόλγωνο ABG μέ πλευρά $AB = 10 \text{ cm}$ και γωνίες στά A και B τίς μέ τίς γωνίες πού μετρήσατε. ’Υπολογίστε μέ τί κλίμακα έχετε φτιάξει τό τοιγώνο ABG πάνω στό χαρτί. Μπορεῖτε τώρα νά βρείτε τήν απόσταση AG και τήν απόσταση BG :

Μέ τόν τρόπο πού είδαμε στήν έργασία μας μετροῦν συνήθως τίς άποστάσεις, πού τούς ένδιαφέρουν, οι τοπογράφοι καὶ οἱ χαρτογράφοι. Θά έχετε άσφαλώς δεῖ στό δρόμο ἡ στούς άγρους τοπογράφο νά σκοπεύει μέ ένα μικρό τηλεσκόπιο κάποιο μακρινό σημεῖο. Έκείνη τήν ώρα κάνει άκριβῶς τήν ίδια έργασία πού κάνατε καὶ σεῖς, γιά νά μετρήσετε τήν άπόσταση στή δική σας έργασία. Άλλα καὶ πολύ μεγαλύτερες άποστάσεις μποροῦμε νά μετρήσουμε μέ παρόμοιους τρόπους. Μπορείτε νά πειγράψετε πᾶς δύο παρατηρήτες, πού βρίσκονται σέ δύο μακρινά σημεία Α καὶ Β πάνω στή γῆ, μποροῦν νά μετρήσουν τήν άπόσταση άπό τή γῆ στή σελήνη;



*Αντίθετα, ἂν θελήσουμε νά μετρήσουμε πολύ μικρές άποστάσεις, μποροῦμε πάλι νά χρησιμοποιήσουμε ἀπλούς τρόπους. Δέν είναι καθόλου δύσκολο νά μετρήσουμε τό πάχος ἐνός φύλλου τοῦ τετραδίου μας. Μποροῦμε νά μετρήσουμε μέ τό ύποδεκάμετρο τό πάχος 50 ἢ 100 φύλλων καὶ μέ μιά διαίρεση νά βροῦμε τό πάχος τοῦ κάθε φύλλου. Γιά νά μετρήσουμε ἀκόμη μικρότερες άποστάσεις, μποροῦμε νά χρησιμοποιήσουμε μικροσκόπιο γιά τήν παρατήρηση, σπως στή φωτογραφία τῆς σελίδας 10.

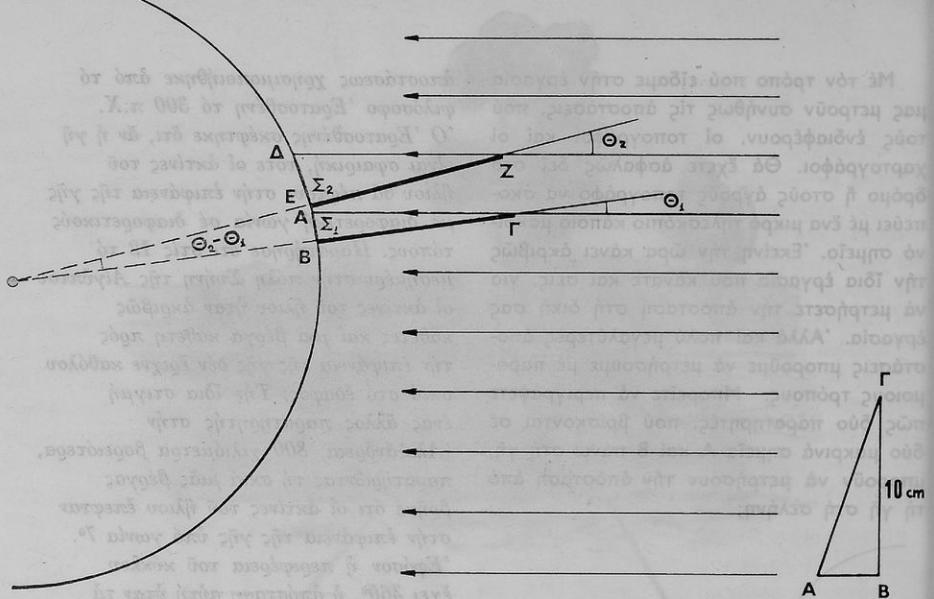
ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*Ένας ἀπό τούς πιο ἔξυπνους τρόπους γιά τήν ἔμμεση μέτρηση μεγάλης

ἀποστάσεως χρησιμοποιήθηκε ἀπό τό φιλόσοφο Ἐρατοσθένη τό 300 π.Χ.
Ο Ἐρατοσθένης σκέφτηκε ὅτι, ἂν ἡ γῆ εἴναι σφαιρική, τότε οἱ ἀκτίνες τοῦ ἥλιου θά πέφτουν στήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς μέ διαφρεσική γωνία σέ διαφρεσικούς τόπους. Παρατήρησε ὅτι στής 12 τό μεσημέρι στήν πόλη Συήνη τῆς Αἰγύπτου οἱ ἀκτίνες τοῦ ἥλιου ἦταν ἀκριβῶς κάθετες καὶ μιά βέργα κάθετη πρός τήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς δέν ἔριχνε καθόλου σκιά στό ἔδαφος. Τήν ίδια στιγμή ἔνας ἄλλος παρατηρητής στήν Ἀλεξάνδρεια, 800 χιλιόμετρα βορειότερα, παρατηρώντας τή σκιά μᾶς βέργας βρήκε ὅτι οἱ ἀκτίνες τοῦ ἥλιου ἔπεφταν στήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς ὑπό γωνία 7°. Ἐφόσον ἡ περιφέρεια τοῦ κύκλου ἔχει 360°, ἡ ἀπόσταση αὐτή ἦταν τά $\frac{7}{360}$ τῆς περιφέρειας τῆς γῆς.

Μέ τόν ίδιο τρόπο μπορείτε καὶ σεῖς σήμερα, μετά ἀπό 2300 περίπου χρόνια, νά μετρήσετε τήν περιφέρεια τοῦ πλανήτη μας. Γιά τό σκοπό αὐτό θά πρέπει νά συνεργαστεῖτε μέ ἓνα ἄλλο σχολεῖο, πού θά βρίσκεται στό ίδιο γεωγραφικό μῆκος μέ τό δικό σας σχολεῖο. Γιά νά πετύχει τό πείραμα, διαλέξτε ἓνα σχολεῖο, πού νά βρίσκεται ὅσο τό δυνατόν μακρύτερα ἀπό τό δικό σας. Μιά καλή ἀπόσταση γιά τήν ἐπιτυχία τοῦ πειράματος είναι μεταξύ Μακεδονίας καὶ Κορήτης. *Αν θέλετε, μπορείτε νά συνεργαστεῖτε μέ ἓνα σχολεῖο μᾶς ἄλλης χώρας γράφοντας στό Μορφωτικό Ἀκόλουθο τῆς Πρεσβείας αὐτῆς τής χώρας.

1) Διαλέξτε πάνω σέ ἓνα χάρτη μιά πόλη, πού νά βρίσκεται βόρεια ἢ νότια ἀπό τήν πόλη, δπον βρίσκεται τό σχολεῖο σας (στό ίδιο περίπου γεωγραφικό μῆκος). Μετρήστε πάνω στό χάρτη τήν ἀπόσταση ἀπό τήν πόλη σας ὡς τήν πόλη πού διαλέξατε.



ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ. Ή μέθοδος τού 'Ερατοσθένη γιά τή μέτρηση τῆς περιφέρειας τῆς γῆς. Άπό το μῆκος τῆς σκιᾶς μᾶς βέργας AB καί μᾶς ἄλλης ΔE στίς τοποθεσίες Σ_1 καί Σ_2 μποροῦμε νά βρούμε τίς γωνίες Θ_1 καί Θ_2 πού σχηματίζονται οἱ ἀκτίνες τοῦ ήλιου μέ τήν κατακύρωση στήν κάθε τοποθεσία. 'Οπος δείχνει τό σχῆμα, ή ἀπόσταση μεταξύ τῶν δύο τόπων ἀντιστοιχεῖ στή γωνία $\Theta_2 - \Theta_1$.

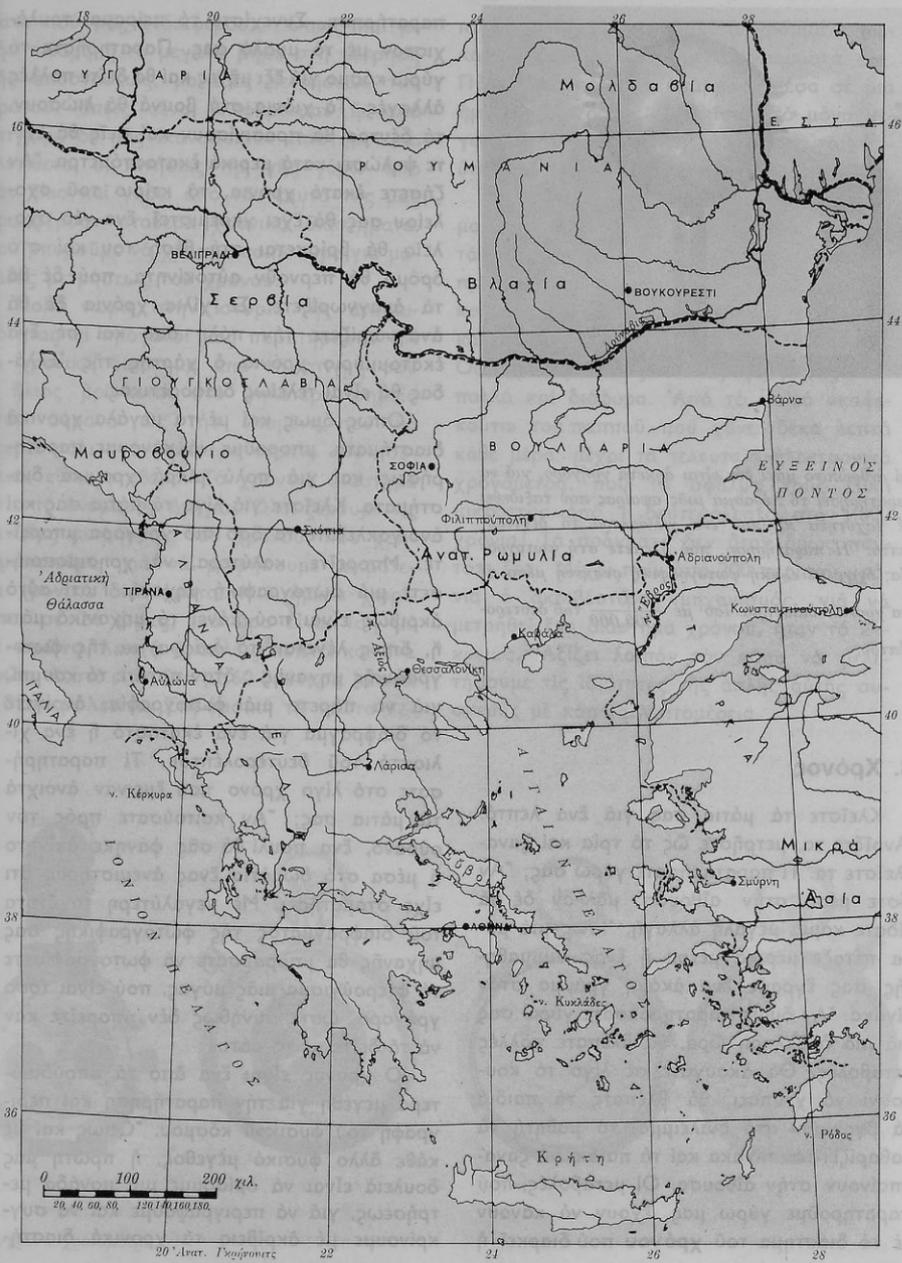
2) Ζητῆστε ἀπό τό δάσκαλό σας νά κανονίσει τίς λεπτομέρειες τῆς συνεργασίας σας μέ ἔνα σχολεῖο τῆς πόλης πού διαλέξατε γράφοντας στόν ἐκεῖ δάσκαλο τῆς πέμπτης τάξης. Συμφωνήστε, ώστε τά δύο σχολεῖα νά κάνετε τό πείραμα τήν ἴδια ἡμέρα καί στά δύο σχολεῖα στίς 12 ἀκριβῶς τό μεσημέρι. Μπορεῖτε νά συμφωνήσετε νά ἐπαναλάβετε τό πείραμα τρεῖς διαφορετικές ἡμέρες, γιά τήν περίπτωση πού στή μιά ἀπό τίς δύο πόλεις ἔχει συνυπεφά τήν πρώτη ἡμέρα τοῦ πειράματος.

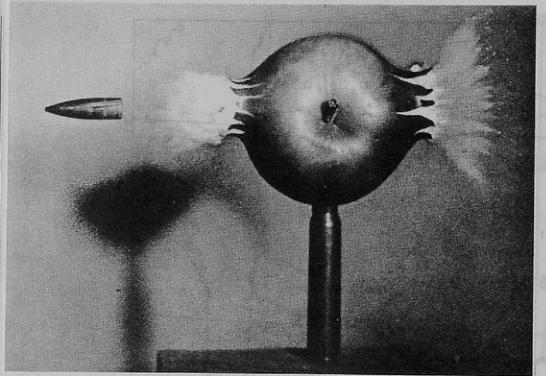
3) Διαλέξτε στήν αὐλή τοῦ σχολείου σας μιά ἐπίπεδη ἐπιφάνεια. Μπορεῖτε νά ἐλέγξετε, ἢ εἰναι ἀκριβῶς ἐπίπεδη, μέ ἔνα ἀλφάδι. Στηρίξτε μιά βέργα μέ μῆκος ἓν μέτρο κάθετα πρός τήν ἐπιφάνεια μέ τή βοήθεια ἐνός τοιχών, ὅπως δείχνει τό σχῆμα. Στίς 12 τό μεσημέρι ἀκριβῶς

μετρήστε τό μῆκος τῆς σκιᾶς τῆς βέργας.

4) Σέ ἔνα χαρτί κατασκευάστε ἔνα τοίγωνο ABG μέ πλευρά AB δέκα φορές μικρότερη ἀπό το μῆκος τῆς σκιᾶς καί πλευρά BG δέκα φορές μικρότερη ἀπό το μῆκος τῆς βέργας. Μπορεῖτε τώρα, ὅπως δείχνει τό σχῆμα, νά μετρήσετε μέ ἔνα μοιρογγυνωμένο μέ ποια γωνία πέφτοντον οἱ ἀκτίνες τοῦ ήλιου στήν περιοχή τοῦ σχολείου σας. Στείλτε τά ἀποτελέσματά σας στό σχολεῖο, μέ τό δποιο συνεργάξεστε.

5) "Οταν πάρετε τά ἀποτελέσματα τῶν μετρήσεων τοῦ ἄλλον σχολείου, βρέστε τή διαφορά τῶν δύο γωνιῶν. Άπό τή διαφορά αὐτή καί ἀπό τήν ἀπόσταση μεταξύ τῶν δύο σχολείων μπορεῖτε τώρα καί σεις, ὅπως ὁ 'Ἐρατοσθένης, νά ὑπολογίσετε τήν περιφέρεια τῆς γῆς.





Τό ανθρώπινο μάτι δέν είναι άρκετά γοήγορο, για νά παρατηρήσει τό πέρασμα μιᾶς σφαίρας πού ταξιδεύει μέ ταχύτητα περίπου ἔνα χιλιόμετρο τό δευτερόλεπτο. Ή παρατήρηση, πού βλέπετε στή φωτογραφία, ἔγινε μέ είδική φωτογραφική συσκευή μέσα σέ ἔνα χρονικό διάστημα ἵσο μέ $\frac{1}{300.000}$ τοῦ δευτερολέπτου.

3. Χρόνος

Κλείστε τά μάτια σας γιά ἔνα λεπτό. Ανοίξτε τα, μετρήστε ὡς τό τρία καί ξανακλείστε τα. Τί παρατηρήσατε γύρω σας; "Αν είστε μέσα στήν αἰθουσα, μᾶλλον δέ θά είδατε καμιά μεγάλη ἀλλαγή. "Ισως μιά μύγα πέταξε μερικά μέτρα ή ἔνας συμμαθητής σας ἔγραψε ἔνα ἀκόμη γράμμα στόν πίνακα. "Αν όμως παρατηρούσατε γύρω σας γιά μιά ὄλοδκληρη ὥρα, θά βλέπατε πολλές μεταβολές. Θά ἀκούγατε σέ λίγο τό κουδούνι νά χτυπάει, θά βλέπατε τά παιδιά νά βγαίνουν στό διάλειμμα, τό μαθητή νά καθαρίζει τόν πίνακα καί τά παιδιά νά ξαναμπαίνουν στήν αἰθουσα. Οί μεταβολές, πού παρατηροῦμε γύρω μας, ἔχουν νά κάνουν μέ τό διάστημα τοῦ **χρόνου** πού διαρκεῖ ή

παρατήρηση. Συνεχίστε τό πείραμα, τουλάχιστον μέ τό μυαλό σας. Παρατηρήστε τό γύρω κόσμο γιά ἔξι μῆνες καί θά δεῖτε πολλές ἀλλαγές. Τά χιόνια στά βουνά θά λιώσουν, τά δέντρα θά πρασινίσουν καί σεῖς θά ἔχετε ψηλώσει κατά μερικά ἑκατοστόμετρα. "Αν ζήστε ἑκατό χρόνια, τό κτίριο τοῦ σχολείου σας θά ἔχει γκρεμιστεῖ, ἔνα νέο σχολεῖο θά βρίσκεται στή θέση του καί στό δρόμο θά περνοῦν αὐτοκίνητα, πού δέ θά τά ἀναγνωρίζετε. Σέ χίλια χρόνια δέ θά ἀναγνωρίζετε τήν πόλη σας καί σέ ἔνα ἑκατομμύριο χρόνια ὁ χάρτης τῆς Ἑλλάδας θά είναι τελείως διαφορετικός.

"Οπως όμως καί μέ τά μεγάλα χρονικά διαστήματα, μποροῦμε νά κάνουμε παρατηρήσεις καί γιά πολύ μικρά χρονικά διαστήματα. Κλείστε γιά λίγο τά μάτια σας καί ἀνοιγοκλείστε τα ὅσο πιό γρήγορα μπορεῖτε. Μπορεῖτε, καλύτερα, νά χρησιμοποιήσετε μιά φωτογραφική μηχανή. Γιατί αὐτό ἀκριβώς είναι πού κάνει τό μηχανικό μάτι ή, ὅπως λέγεται, τό διάφραγμα τῆς φωτογραφικῆς μηχανῆς : ὅταν πατάτε τό κουμπί, γιά νά πάρετε μιά φωτογραφία, ἀνοίγετε τό διάφραγμα γιά ἔνα ἑκατοστό ή ἔνα χιλιοστό τοῦ δευτερολέπτου. Τί παρατηρήσατε στό λίγο χρόνο πού ἔμειναν ἀνοιχτά τά μάτια σας; "Αν κοιτούσατε πρός τόν οὐρανό, ἔνα πουλί θά σᾶς φάνηκε ἀκίνητο ή μέσα στό δωμάτιο ἔνας ἀνέμιστήρας ὅτι είχε σταματήσει. Μέ μεγαλύτερη ταχύτητα τοῦ διαφράγματος τῆς φωτογραφικῆς σας μηχανῆς θά μπορούσατε νά φωτογραφίσετε τό φτερούγισμα μιᾶς μύγας, πού είναι τόσο γρήγορο, ὥστε συνήθως δέν μπορεῖτε κάν νά τό δεῖτε μέ τό μάτι.

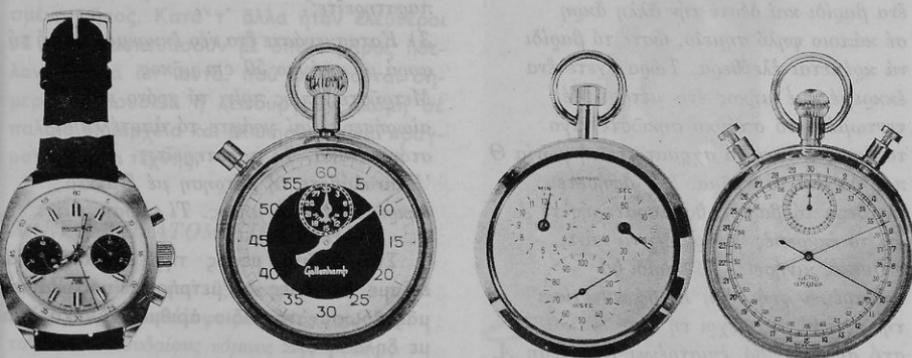
"Ο χρόνος είναι ἔνα ἀπό τά σπουδαιότερα μεγέθη γιά τήν παρατήρηση καί περιγραφή τοῦ φυσικοῦ κόσμου. "Οπως καί μέ κάθε ἄλλο φυσικό μέγεθος, ή πρώτη μας δουλειά είναι νά δρίσουμε μιά μονάδα μετρήσεως, γιά νά περιγράφουμε καί νά συγκρίνουμε μέ ἀκρίβεια τά χρονικά διαστή-

ματα πού μᾶς ένδιαφέρουν. "Οπως και μέ την πιθανή ή το μεγάλο βήμα στή μέτρηση τῆς ἀποστάσεως, μονάδες μετρήσεως τοῦ χρόνου, όπως «ένα βλεφάρισμα» ή «μιά στιγμή», δέ μᾶς ίκανοποιοῦν ἐπιστημονικά. Ἀντίθετα, οἱ κινήσεις τῆς γῆς γύρω ἀπό τὸν ἥλιο και γύρω ἀπό τὸν ἑαυτό της μᾶς προσφέρουν σταθερά χρονικά διαστήματα, πού μποροῦμε νά χρησιμοποιήσουμε για μονάδες μετρήσεως τοῦ χρόνου.

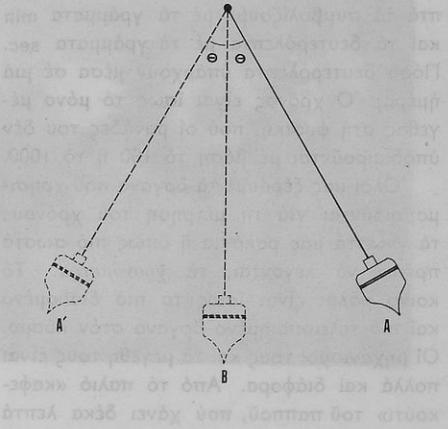
Πολύ νωρίς στήν ιστορία τῆς ἀνθρωπότητας οἱ πρόγονοί μας παρατήρησαν ὅτι τὸ χρονικό διάστημα ἀπό τή στιγμή πού ὁ ἥλιος βρίσκεται στό ψηλότερο σημεῖο στὸν οὐρανό ὡς τήν ἐπομένη, πού θά βρεθεῖ πάλι στό ψηλότερο σημεῖο στὸν οὐρανό, εἶναι σταθερό. Τὸ χρονικό διάστημα αὐτό τὸ ὄνδομασαν **ἡμέρα**. "Ολοι ξέρουμε τίς μονάδες μετρήσεως τοῦ χρόνου, πού χρησιμοποιοῦμε, γιά νά μετρήσουμε μικρότερα χρονικά διαστήματα. Μιά ἡμέρα χωρίζεται σέ 24 ὥρες, μιά ώρα εἶναι ἵση μέ 60 **πρῶτα λεπτά** ή ἀπλῶς **λεπτά** και ἔνα πρώτο λεπτό εἶναι ἵση μέ 60 **δευτέρα λεπτά** ή **δευτερόλεπτα**. Στή φυσική τά πρώτα λε-

πτά τά συμβολίζουμε μέ τά γράμματα min και τά δευτερόλεπτα μέ τά γράμματα sec. Πόσα δευτερόλεπτα ύπάρχουν μέσα σέ μια ἡμέρα; Ὁ χρόνος εἶναι ἴσως τό μόνο μέγεθος στή φυσική, πού οι μονάδες του δέν ύποδιαιροῦνται μέ βάση τό 100 ή τό 1000.

"Ολοι μας ξέρουμε τά ὅργανα πού χρησιμοποιοῦνται γιά τή μέτρηση τοῦ χρόνου: τά γνωστά μας ρολόγια ή ὅπως πιό σωστά πρέπει νά λέγονται, τά χρονόμετρα. Τό κοινό ρολόι εἶναι ἴσως τό πιό διαδομένο και πιό τελειοποιημένο ὅργανο στόν κόσμο. Οἱ μηχανισμοί τους και τά μεγέθη τους εἶναι πολλά και διάφορα. Ἀπό τό παλιό «καφεκούτι» τοῦ παπποῦ, πού χάνει δέκα λεπτά κάθε μέρα, μέχρι τά τελευταῖα ἡλεκτρονικά χρονόμετρα, πού τό σφάλμα τους εἶναι μικρότερο ἀπό 1 δευτερόλεπτο στά 1.000 χρόνια! Τά πράγματα δέν ἡταν ὅμως πάντοτε ἔτσι. Μέχρι πρίν ἀπό 200 περίπου χρόνια ὁ ἀκριβέστερος μηχανισμός, γιά νά μετρηθεῖ ἔνα διάστημα χρόνου, ἡταν τό ἐκπληκτικός. Ἀξίζει λοιπόν τόν κόπο νά μελετήσουμε τίς ιδιότητες τῆς ἀπλῆς αὐτῆς συσκευῆς μέ κάποια λεπτομέρεια.



ένγχρονα χρονόμετρα.



Γιά μικρές γωνίες Θ το χρονικό διάστημα γιά μά αιώρηση $ABA'BA$ έξαρται μόνο από το μήκος τού έκκρεμούς.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε χοντρή κλωστή ή σπάγκο, τοία βαρύδια φαρέματος και ένα χρονόμετρο ή ρολόι μέ δείχτη δευτερολέπτων. Μετρήστε ένα μέτρο σπάγκο. Στή μια άκρη τοῦ σπάγκου δέστε ένα βαρύδι και δέστε τήν άλλη άκρη σέ κάπιο φηλό σημεῖο, ώστε τό βαρύδι νά κρέμεται έλευθερα. Τώρα έχετε ένα έκκρεμές μέ μήκος ένα μέτρο. Μέ τεντωμένο τό σπάγκο σηκώστε λίγο τό βαρύδι, ώστε νά σχηματιστεί ή γωνία Θ πού δείχνει τό σχῆμα. "Αν αφήσετε έλευθερο τό βαρύδι, θά παρατηρήσετε δτι τό έκκρεμές θά άρχισει νά κάνει ρυθμικές κινήσεις. Τό βαρύδι θά έπιστρέψει στή θέση B , θά συνεχίσει τήν κίνησή του μέχρι τή θέση A' και στή συνέχεια θά έπιστρέψει στή θέση A , από όπου τό αφήσατε. Θά παρατηρήσετε δτι ή κίνηση αντή έπαναλαμβάνεται συνέχεια. Στά δύο άκρα τής διαδρομῆς

τον θά παρατηρήσετε δτι τό έκκρεμές σχηματίζει πάντα τήν ίδια γωνία Θ, δηλαδή τό βαρύδι ανεβαίνει πάντα στό ίδιο ύψος, από όπου τό αφήσατε. Τή χαρακτηριστική διαδρομή $ABA'BA$, πού έπαναλαμβάνεται συνέχεια, τήν όνομάζουμε αιώρηση (από τό αιώρω, πού παράγεται από τή λέξη αιώρα, πού σημαίνει κούνια) και τή γωνία Θ στά δύο άκρα τής διαδρομῆς πλάτος αιώρησεως.

1) Βάλτε σέ κίνηση τό έκκρεμές και μέ τό χρονόμετρο μετρήστε τό χρονικό διάστημα μιᾶς αιώρησεως. "Ισως θά βρείτε πιο εύκολο νά μετρήσετε τό χρόνο γιά 10 ή 20 αιώρησεις και στή συνέχεια νά υπολογίσετε τό χρόνο μιᾶς αιώρησεως μέ μιά διαλόση. 'Έπαναλάβετε τή μέτρηση άφοκέτες φορές, κάθε φορά άρχιζοντας από διαφορετικό πλάτος Θ. Γράψτε τά άποτελέσματά σας στόν πίνακα. Τί παρατηρεῖτε;

2) Δέστε δύο βαρύδια στήν άκρη τοῦ σπάγκου και έπαναλάβετε τήν προηγούμενη έργασία. Τί παρατηρεῖτε; 'Έπαναλάβετε τήν ίδια μέτρηση μέ τρία βαρύδια στήν άκρη τοῦ σπάγκου. Τί παρατηρεῖτε;

3) Κατασκευάστε ένα νέο έκκρεμές, αντή τή φορά μέ σπάγκο 50 cm μήκος. Μετρήστε, όπως πρίν, τό χρόνο μιᾶς αιώρησεως και γράψτε τό άποτελέσμα στόν πίνακα. Τί παρατηρεῖτε; 'Έπαναλάβετε τή μέτρηση μέ ένα νέο έκκρεμές 25 cm μήκος. Τί παρατηρεῖτε;

Στό πρώτο μέρος τής έργασίας μας είδαμε δτι δλες οι μετρήσεις πού κάναμε μιᾶς έδωσαν τόν ίδιο άριθμό. 'Ανακαλύψαμε δηλαδή δτι:

1) Ό χρόνος γιά μιᾶς αιώρηση τοῦ έκκρεμούς είναι σταθερός και άνεξάρτητος από τό πλάτος. Αύτός, φυσικά, είναι και δ

λόγος πού μᾶς ἐπιτρέπει νά χρησιμοποιοῦμε τό ἑκκρεμές, γιά νά κατασκευάζουμε ρολόγια. Τό χαρακτηριστικό αύτό χρόνο γιά μιά αἰώρηση τόν όνομάζουμε **περίοδο** τού ἑκκρεμοῦς και στό δεύτερο μέρος τής ἐργασίας μας ἀνακαλύψαμε ἀκόμη ὅτι:

2) Ἡ περίοδος τοῦ ἑκκρεμοῦς είναι ἀνεξάρτητη ἀπό τό βάρος.

Ἀντίθετα, στό τρίτο μέρος τής ἐργασίας μας ἀνακαλύψαμε ἀπό ποιό μέγεθος ἔχαρταί ἡ περίοδος. Παρατηρήσαμε μάλιστα και πῶς μεταβάλλεται ἡ περίοδος, ὅταν μεταβάλλεται τό μῆκος. Ὅταν κατασκευάσαμε ἓνα ἑκκρεμές μέ μισό μῆκος ἀπό τό πρώτο, μετρήσαμε ὅτι ἡ περίοδος ἔγινε μικρότερη ἀπό τήν ἀρχική. Μποροῦμε λοιπόν τώρα νά βγάλουμε τό τελικό μας συμπέρασμα:

3) Ἡ περίοδος ἐνός ἑκκρεμοῦς ἔξαρταί μόνον ἀπό τό μῆκος τουν.

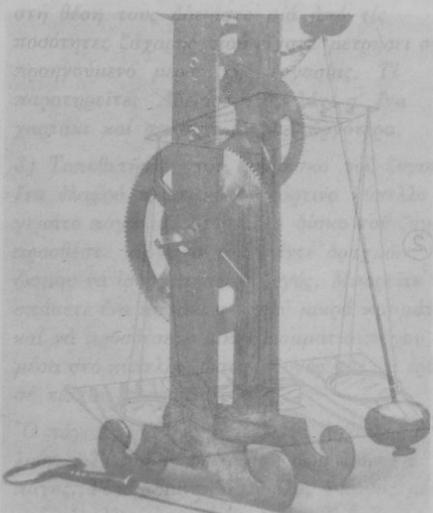
"Ἄν αὖθει τό μῆκος αὐδάνεται ἡ περίοδος.

Τά παλιά ρολόγια μέ ἑκκρεμές ἦταν κατασκευασμένα ἔτσι ώστε ἡ περίοδος τους νά είναι ἵση μέ ἔνα, δύο ἢ τρία δευτερόλεπτα. Οι κατασκευαστές τους, φυσικά, ἤξεραν ὅτι, γιά νά τό ἐπιτύχουν αύτό, ἐπρεπε νά τά κατασκευάσουν ἀπλῶς μέ ἔνα δρισμένο μῆκος. Κατά τ' ἄλλα ἦταν ἐλεύθεροι νά τά κατασκευάσουν μέ σποιο βάρος ἥθελαν. Πολλά ἀπ' αύτά, πού φυλάγονται σήμερα σέ μουσεῖα ἢ λειτουργοῦν ἀκόμη σέ παλαιά δημαρχεία και ἑκκλησίες, είναι πραγματικά ἔργα τέχνης.

πού ἔκανε γιά τήν πτώση τῶν σωμάτων, χρησιμοποιήσε ἔνα ἀπλό εἶδος ρολογιοῦ, πού μπορεῖτε νά κατασκευάστε και σεις σήμερα.

'Ανοίξτε μιά μικρή τρύπα μέ ἔνα καρφί στόν πάτο ἐνός μεγάλου τενεκεδένιου κοντιοῦ και γεμίστε τό κοντί μέ νερό.

'Αφήστε τό νερό νά τρέξει ἀπό τήν τρύπα σέ ἔνα δεύτερο στενό και ψηλό τενεκεδένιο κοντί. Βυθίστε ἔνα ύποδεκάμετρο στό δεύτερο και μετρήστε πόσο νερό μαζεύεται μετά ἀπό 10 sec, 20 sec και 30 sec. Κατασκευάστε ἔνα ἀπλό ἑκκρεμές και μετρήστε τήν περίοδό του μέ τή συσκευή - χρονόμετρο πού κατασκευάσατε. Μετρήστε τήν περίοδο του μέ ἔνα σύγχρονο ρολόι ἢ χρονόμετρο. Πόσο ἦταν τό λάθος πού κάνατε στήν πρώτη σας μέτρηση; Μήν ξεχνάτε ὅτι ὁ Γαλιλαῖος ἔκανε μερικές ἀπό τίς πιό σημαντικές μετρήσεις τής φυσικῆς μέ ἔνα ρολόι σάν αὐτό πού κατασκευάσατε.

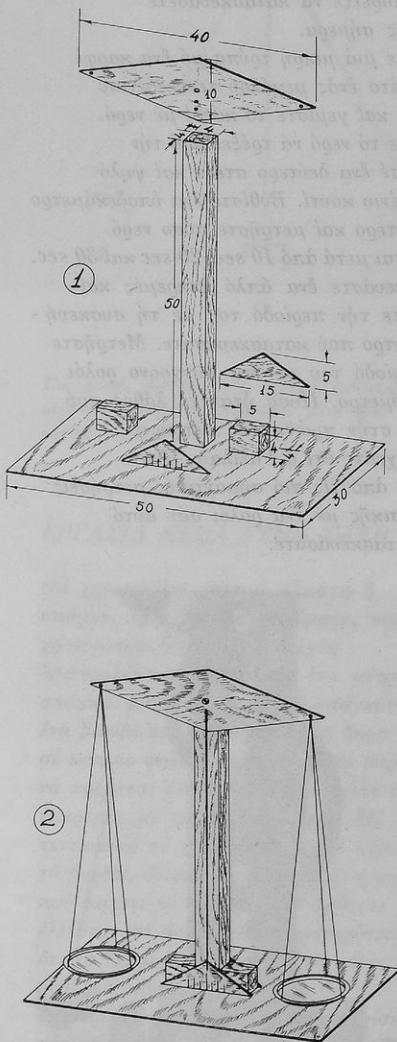


"Ἐνας ἀπό τούς πρώτους μηχανισμούς χρονομέτρων μέ ἑκκρεμές κατασκευαστήκε ἀπό τόν Ὁλλανδό φυσικό X. Χόνχενς.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ὁ Γαλιλαῖος, πού ἔξησε γύρω στά 1600 μ.Χ., ἀνακάλυψε μερικούς ἀπό τούς πιό σπουδαίους νόμους τής φύσεως τήν ἐποχή πού ἀκόμη δέν ύπηρχαν χρονόμετρα ἀκριβείας. Γιά νά μετρήσει μικρά χρονικά διαστήματα στά πειράματα

κατόπιν μερικών των προτότιτων φέτος διεύθυνσης της Επαγγελματικής Ακαδημίας της Ελλάς.



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Κατασκευαστικά σχέδια έργαστηματος ζυγού. Οι διαστάσεις είναι σε έκαστο στόμετρα.

4. Μάζα οροφής ανταντίτης όρμης ψηφοφορίας

‘Ο φυσικός κόσμος πού μᾶς περιβάλλει, ό αέρας, τό νερό, τά άντικείμενα πού βλέπουμε μέσα στήν τάξη, ό πλανήτης μας, άκομη και έμεις οι ίδιοι, όλα είναι φτιαγμένα από υλη. Ή υλη ήταν τό πρώτο πράγμα πού έχετασμε, όταν άρχισαμε νά έχερευνούμε τή φύση. Μελετήσαμε τίς καταστάσεις τής υλης, τίς άλλαγές τής υλης με τήν άλλαγή τής θερμικής ένέργειας πού περιέχει, καί εϊδαμε τή μεταβολή της με τό χρόνο. Πώς δύμας μπορούμε νά μετρήσουμε τήν υλη; Πώς μπορούμε νά πούμε άν νά σώμα περιέχει περισσότερη υλη άπο ένα άλλο σώμα καί μάλιστα πόσο περισσότερη υλη περιέχει; Ή μέτρηση τής υλης είναι κάτι πού μᾶς ένδιαφέρει πολύ στήν καθημερινή μας ζωή. ‘Αν ή μητέρα μας μᾶς στείλει νά ψωνίσουμε πατάτες, ποτέ δέ θά μᾶς πει νά ψωνίσουμε 5 ή 10 πατάτες. ‘Οπως όλοι ζέρουμε, άλλες πατάτες είναι μεγάλες καί άλλες μικρές καί δέ μᾶς ένδιαφέρει πόσες θά είναι. Έκείνο πού μᾶς ένδιαφέρει είναι νά έχουν οι πατάτες ένα δρισμένο ποσό υλης, πού χρειάζεται γιά τό μεσημεριανό φαγητό. Δέν είναι λοιπόν δυνατόν νά μετρήσουμε τήν υλη μέ μιά άπλη άριθμηση.

Ίσως κάνουμε τή σκέψη ότι θά μπορούσαμε νά μετρήσουμε τήν υλη πού περιέχει ένα σώμα άπό τό χωρό πού πιάνει τό σώμα αύτό, δηλαδή άπό τόν ζύγο του. Έχουμε δεῖ δύμας ότι ή υλη συστέλλεται καί διαστέλλεται άναλογα μέ τή θερμοκρασία. Μιά σιδηροτροχιά δέν περιέχει περισσότερη υλη τό καλοκαίρι, όταν ο ζύγος τής μεγαλώνει. Ξέρουμε ότι, χωρίς νά άφαιρέσουμε υλη άπό τή σιδηροτροχιά, τόν έπομενο χειμώνα ο ζύγος τής θά ξαναγίνει όσος ήταν τόν πρηγούμενο χειμώνα. Γιά ένα άριστο είναι άκομη πιό δύσκολο νά μετρήσουμε τήν υλη πού περιέχει άπό τόν ζύγο τού άριστου. Έχουμε παρατηρήσει ότι, όταν φουσκώνουμε τήν μπάλα μας, προσθέτουμε συνέχεια υλη στό

έσωτερικό τῆς μπάλας, χωρίς ό δύγκος της νά αλλάζει πολύ.

Γιά νά μετρήσουμε πόση ύλη περιέχεται σέ ένα σώμα, θά πρέπει νά βροῦμε κάποια άλλη ιδιότητα τῆς ύλης, που δέ μεταβάλλεται άπό καμιά έξωτερική αιτία, σπως ή θερμοκρασία τοῦ περιβάλλοντος. Θά χρειαστούμε άκομη, σπως καί στή μέτρηση τοῦ χρόνου, ένα δργανό, που θά μετράει αυτή τήν ιδιότητα.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

"Ισως τό πρώτο δργανό, που χρησιμοποιήθηκε ποτέ γιά μέτρηση, στήν ίστορία τῆς άνθρωπότητας, είναι ο γνωστός σέ δλους μας ζυγός. Ο ζυγός, πού άπό τήν άρχαιότητα βρίσκεται συμβολικά στό χέρι τῆς θεᾶς τῆς Δικαιοσύνης τῶν άρχαίων Ρωμαίων.

Στήν έργασία σας αντή θά χρειαστεῖτε ένα ζυγό. "Αν δέν υπάρχει ζυγός στό σχολεῖο σας, μπορεῖτε νά τὸν κατασκευάσετε μόνοι σας σύμφωνα μέ τίς οδηγίες πού υπάρχουν στό σχῆμα. Κόψτε τά κομμάτια τῆς κατασκευῆς στίς διαστάσεις πού δείχνει τό σχῆμα 1.

Μπορεῖτε νά χρησιμοποιήσετε κοντραπλακέ ή λεπτό σανίδι.

Συναρμολογήστε τό ζυγό, σπως δείχνει τό σχῆμα 2, καί στηρίξτε τὸν πάνω σέ μιά στέρεη βάση άπό ξύλο. Στερεώστε ένα χοντρό ίσιο σύρμα στό έπάνω μέρος τοῦ ζυγοῦ, σπως δείχνει τό σχῆμα. Τό σύρμα αντό θά χρησιμεύσει ως δείκτης γιά τήν ίσορροπία τοῦ ζυγοῦ σας.

Στά δύο άκρα τοῦ ζυγοῦ κρεμάστε δύο δημοιους δίσκους μέ τοις σπάγκους τῶν καθένα. Μπορεῖτε νά χρησιμοποιήσετε γιά δίσκους δύο κατάκια άπό μεγάλα τενεκεδένια κοντιά.

Τώρα ο ζυγός σας πρέπει νά βρίσκεται σέ ίσορροπία, δηλαδή οι δύο δίσκοι νά βρίσκονται στό ίδιο ύψος καί ο δείκτης τοῦ ζυγοῦ νά δείχνει τό κέντρο τῆς κλίμακας στή βάση τῆς κατασκευῆς. "Αν ο ζυγός σας δέν

ίσορροπεῖ, μπορεῖτε νά τόν διορθώσετε προσθέτοντας λίγη πλαστελίνη στό δίσκο πού βρίσκεται ψηλότερα.

Στό ύπόλοιπο μέρος τῆς έργασίας σας θά χρειαστεῖτε λίγη ζάχαρη, μερικά παγάκια, λίγο άλατι, ένα έλαφρό χάρτινο ή πλαστικό κύπελλο καί πολλά κέρματα τῶν πέντε δραχμῶν.

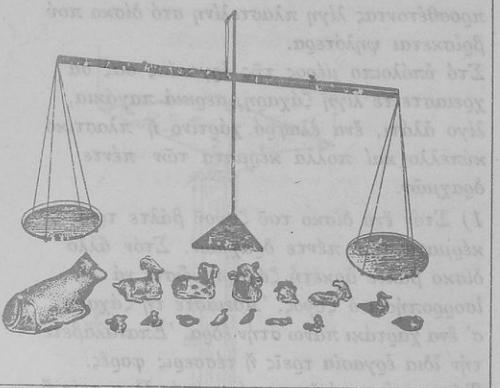
1) Στόν ένα δίσκο τοῦ ζυγοῦ βάλτε τοία κέρματα τῶν πέντε δραχμῶν. Στόν άλλο δίσκο βάλτε άρκετή ζάχαρη, ώστε νά ίσορροπήσει ο ζυγός. 'Αδειάστε τή ζάχαρη σ' ένα χαρτάκι πάνω στήν έδρα. 'Επαναλάβετε τήν ίδια έργασία τοις η τέσσερις φορές. Τώρα πρέπει νά έχετε πάνω στήν έδρα τοία η τέσσερα βουναλάκια ζάχαρη. Τί παρατηρεῖτε;

2) Στόν ένα δίσκο τοῦ ζυγοῦ βάλτε πάλι τοία κέρματα τῶν πέντε δραχμῶν. Στόν άλλο δίσκο βάλτε μιά ποστήτη αλάτι, πού χρειάζεται γιά νά ίσορροπήσει ο ζυγός. 'Αφαιρέστε μέ προσοχή τά τρία κέρματα καί στή θέση τους άδειάστε μιά άπό τίς ποστήτης ζάχαρης, πού είχατε μετρήσει στό προηγούμενο μέρος τῆς έργασίας. Τί παρατηρεῖτε; 'Αδειάστε τό άλατι σ' ένα χαρτάκι καί φυλάξτε το γιά άργότερα.

3) Τοποθετήστε στόν ένα δίσκο τοῦ ζυγοῦ ένα έλαφρό πλαστικό ή χάρτινο κύπελλο γεμάτο παγάκια. Στόν άλλο δίσκο τοῦ ζυγοῦ προσθέστε κέρματα τῶν πέντε δραχμῶν, ώσπου νά ίσορροπήσει ο ζυγός. Μπορεῖτε νά σπάσετε ένα παγάκι σέ πολύ μικρά κομμάτια καί νά προσθέστε μικρά κομμάτια πάγου μέσα στό κύπελλο, ώστε ο ζυγός σας νά έρθει σέ τέλεια ίσορροπία.

'Ο πάγος μέσα στό κύπελλο θά άρχισει νά λιώνει. Τί παρατηρεῖτε δήση ώρα λιώνει ο πάγος; Τί συμβαίνει, όταν δλος ο πάγος μέσα στό κύπελλο γίνει νερό;

'Αδειάστε μέσα στό δίσκο πού βρίσκεται τό κύπελλο ένα βουναλάκι ζάχαρη, πού στό πρῶτο



Ο ζυγός είναι ένα από τα πρώτα δργανά, που χρησιμοποίησε δ' ἄνθρωπος γιά μέτρηση. Ο ξύλινος ζυγός καὶ τά μπροντζίνα σταθμά πού βλέπετε κατασκευάστηκαν πρίν από 3500 χρόνια στήν Αἴγυπτο.

μέρος τῆς ἐργασίας σας είχε ἰσορροπήσει με τρία κέρματα. Πόσα κέρματα πρέπει νά προσθέσετε, γιά νά ἰσορροπήσει πάλι δ' ζυγός; Άδειάστε στό δίσκο, πού περιμέχει τό κύπελλο μέ τό νερό καὶ τή ζάχαρη, τό ἀλάτι πού φυλάξατε ἀπό τό δεύτερο μέρος τῆς ἐργασίας σας. Πόσα κέρματα πρέπει νά προσθέσετε, γιά νά ἰσορροπήσει πάλι δ' ζυγός; Ρίξτε τή ζάχαρη καὶ τό ἀλάτι ἀπό τό δίσκο μέσα στό κύπελλο καὶ ἀνακατέψυτε καλά, ὥσπου νά λιώσουν. Ξαναβάλτε τό κύπελλο μέ τό νερό, τή λιωμένη ζάχαρη καὶ τό ἀλάτι πάνω στό δίσκο. Τί παρατηρεῖτε;

Στήν ἐργασία μας μέσα στήν τάξη κάναμε μιά σειρά ἀπό μετρήσεις. "Οπως σέ κάθε μέτρηση, χρησιμοποιήσαμε ένα δργανό μετρήσεως, τό ζυγό, καὶ διαλέξαμε μιά μονάδα μετρήσεως, τήν ūλη πού περιέχεται μέσα σέ ένα κέρμα τῶν πέντε δραχμῶν. Μέ τή βοήθεια τοῦ ζυγοῦ συγκρίναμε τήν ūλη πού ὑπάρχει μέσα σέ διάφορα σώματα μέ τή μονάδα πού διαλέξαμε καὶ ἀποφασίσαμε ὅτι:

ὅταν δύο σώματα ισορροποῦν σ' ἔνα ζυγό, τότε περιέχουν τό ἴδιο ποσό ūλης.

Στό πρώτο μέρος τῆς ἐργασίας μας βεβαιωθήκαμε ὅτι ὁ ζυγός μετράει σωστά ὕσα ποσά ūλης. "Ολα τά βουναλάκια ἀπό ζάχαρη, πού φτιάχαμε, ήταν ἴδια. Στό δεύτερο μέρος παρατηρήσαμε μιά ἄλλη ἰδιότητα πού θά περιμέναμε ἀπό κάθε μέτρηση. Μετρήσαμε μιά ποσότητα ζάχαρη καὶ μιά ποσότητα ἀλάτι, πού ἡ καθεμιά ἰσορροπεῖ στό ζυγό με τρία κέρματα. Στή συνέχεια παρατηρήσαμε ὅτι οι δύο αὐτές ποσότητες ἰσορροποῦν καὶ μεταξύ τους. Βεβαιωθήκαμε δηλαδή ὅτι πράγματι μέ τό ζυγό μπορέσαμε νά μετρήσουμε ὕσα ποσά ūλης ἀπό δύο διαφορετικά είδη ūλης. Τέλος, στό τρίτο μέρος τῆς ἐργασίας μας παρατηρήσαμε ὅτι ἡ ἰδιότητα τῆς ūλης, πού μετράει δ' ζυγός, δέν ἔχαρτάται ἀπό τήν κατάσταση τῆς ūλης. "Ο ζυγός ἔμεινε σέ ἰσορροπία ὅση ὥρα ἔλιωνε δ' πάγος. "Οπως περιμέναμε, μετρήσαμε ὅτι τό νερό πού πήραμε ἀπό τό λιωσιμο τοῦ πάγου περιέχει τό ἴδιο ποσό ūλης, πού ἀρχικά περιείχε δ' πάγος. Τό ἴδιο παρατηρήσαμε καὶ στήν τελευταία μας μέτρηση. Τό ἀποτέλεσμα πού μᾶς ἔδωσε δ' ζυγός, ὅταν μετρήσαμε τήν ūλη πού περιέχεται στό νερό, στή ζάχαρη καὶ στό ἀλάτι ζεχωριστά, ήταν τό ἴδιο μέ τό ἀποτέλεσμα πού μᾶς ἔδωσε, ὅταν τή μετρήσαμε μέ τό ἀλάτι καὶ τή ζάχαρη διαλυμένα μέσα στό νερό.

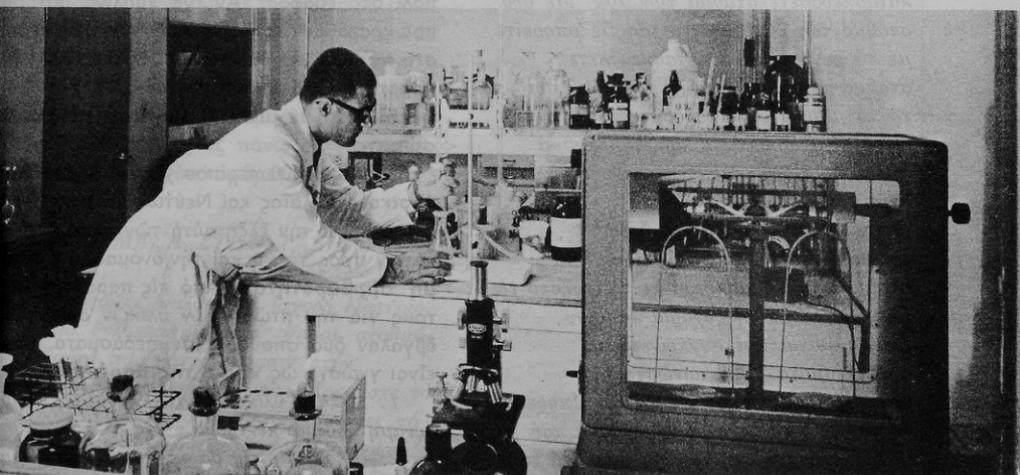
"Ο ζυγός μετράει ένα μέγεθος τῆς ūλης, πού είναι ἀνεξάρτητο ἀπό τήν κατάσταση, τή μορφή ἡ τό σχῆμα τοῦ σώματος. Τό μέγεθος αὐτό τό ὄνομάζουμε **μάζα** καὶ μᾶς λέει πόση ūλη περιέχεται μέσα σέ ένα ἀντικείμενο, ὅπως δ' ὅγκος μᾶς λέει πόσος είναι ὁ χωρος πού πιάνει τό ἀντικείμενο. "Οπως θά δοῦμε στή συνέχεια, ή μάζα είναι ένα ἀπό τά σπουδαιότερα μέγεθη, πού θά χρησιμοποιήσουμε στήν περιγραφή τοῦ φυσικού κόσμου.

Στήν ἐργασία μας διαλέξαμε ως μονάδα μετρήσεως τής μάζας τό κέρμα τῶν πέντε δραχμῶν. Φυσικά, θά μπορούσαμε νά είχα-

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

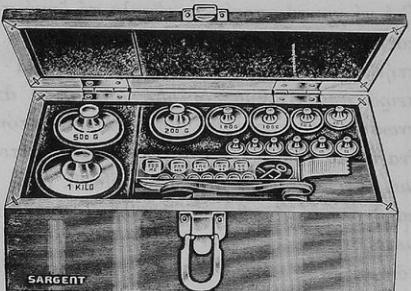
με διαλέξει τή μάζα όποιουδήποτε άλλου όρισμένου σώματος. "Όπως γιά κάθε φυσικό μέγεθος, ή μονάδα μετρήσεως τής μάζας είναι θέμα συμφωνίας. Σήμερα σχεδόν σέ δλα τά μέρη τοῦ κόσμου χρησιμοποιεῖται ως μονάδα μετρήσεως τής μάζας τό **χιλιόγραμμο**, πού είναι περίπου ίσο μέ τή μάζα ένός λίτρου νεροῦ. Γιά τόν καλύτερο όρισμό τής μονάδας μετρήσεως τής μάζας έχει κατασκευαστεί ένας κύλινδρος άπό πλατίνα μέ μάζα ίση μέ ένα χιλιόγραμμο. Ό κύλινδρος αύτός, πού δύναμέται «**διεθνές πρότυπο χιλιόγραμμο**», φυλάγεται δίπλα στό «διεθνές πρότυπο μέτρου», στό ίδιο μουσείο, κοντά στό Παρίσι καί άντιγράφεται μέ ένα ζυγό άκριβειας άπό δλα τά έργοστάσια, πού κατασκευάζουν μονάδες μετρήσεως τής μάζας γιά τήν καθημερινή χρήση. Γιά νά μετρήσουμε μάζες μικρότερες άπό ένα χιλιόγραμμο, χρησιμοποιούμε τό **γραμμάριο**, πού είναι ίσο μέ τό $\frac{1}{1000}$ τοῦ χιλιογράμμου. Στή φυσική τό γραμμάριο συμβολίζεται μέ τό γράμμα g καί τό χιλιόγραμμο μέ τά γράμματα kg.

Γιά νά χρησιμοποιήσετε εύκολα τό ζυγό πού κατασκευάσατε στήν έργασία σας μέσα στήν τάξη, μπορείτε νά έτοιμάσετε μιά σειρά άπό σταθμά, δηλαδή μιά σειρά άπό γνωστές μάζες, πού θά χρησιμοποιεῖτε στόν ένα δίσκο τοῦ ζυγού, γιά νά ίσορροπήσετε μιά άγνωστη μάζα στόν άλλο δίσκο. Μιά καλή σειρά, πού θά σᾶς βοηθήσει στίς μετρήσεις σας, πρέπει νά περιέχει σταθμά τῶν 5g, 10g, 25g, 50g, 100g, 250g, 500g, και 1000g. Γιά σταθμά μέ μικρές μάζες μπορείτε νά χρησιμοποιήσετε βόλους άπό πλαστελίνη ή διπλωμένο άλογυνόχαρτο. Γιά σταθμά μέ μεγαλύτερες μάζες χρησιμοποιήστε σακουλάκια μέ άμμο. Ζητήστε άπό κάποιον στή γειτονά σας πού έχει ζυγαριά, άπό τόν μπακάλη, άπό τό ζαχαροπλάστη ή άπό τό φαρμακοποιό, νά σᾶς βοηθήσει, γιά νά μετρήσετε μερικές άπό τίς μάζες πού θά χρησιμοποιήσετε γιά σταθμά. Λέν είναι, βέβαια, άναγκη νά κατασκευάσετε δλα τά



Ο άναλυτικός ζυγός είναι σήμερα ένα άπαραίτητο δργανο σέ κάθε έργαστήριο.

5. Βάρος



Γιά νά είναι ενχρηστος ἔνας ζυγός, πρέπει νά συνοδεύεται ἀπό μιά σειρά σταθμά. Στήριγμα ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ θά κατασκευάστε καί σεις μιά δική σας σειρά.

σταθμά μέ τή ζυγαριά τοῦ ἐπαγγελματία πού θά σας βοηθήσει. "Αν π.χ. μετοχήστε μιά μάζα τῶν 5g, μπορεῖτε νά τήν ἀντιγράφετε μέ τό ζυγό σας καί νά κατασκευάστε πολλά σταθμά τῶν 5g. Μέ δύο σταθμά τῶν 5g μπορεῖτε νά κατασκευάστε σταθμά τῶν 10g. Μέ δύο σταθμά τῶν 10g καί ἔνα τῶν 5g μπορεῖτε μέ τό ζυγό σας νά κατασκευάστε σταθμά τῶν 25g. Συνεχίζοντας μ' αὐτὸ τόν τρόπο μπορεῖτε νά κατασκευάστε δῆλη τή σειρά. Κατασκευάστε ἀρκετά σταθμά ἀπό κάθε είδος γιά μεγαλύτερη εὐκολία στίς μετρήσεις σας.

Μετρήστε τή μάζα πέντε ἥ ἔξι ἀντικειμένων μέ τό ζυγό σας καί τά σταθμά πού κατασκευάσατε. Μετρήστε τίς ίδιες μάζες μέ τή ζυγαριά κάποιουν ἐπαγγελματία καί συγκρίνετε τά ἀποτελέσματα. Ἀνακοινώστε τά ἀποτελέσματά σας στήριγμα. Μπορεῖτε νά χαρίσετε τό ζυγό μέ τά σταθμά πού κατασκευάσατε στήριγμα σας. Θά τής φανεῖ πολὺ χρήσιμος στήριγμα γιά τίς συνταγές τής.

Χρησιμοποιήσαμε τό ζυγό γιά τή μέτρηση τής μάζας, ὅπως τό μέτρο γιά τή μέτρηση τής ἀποστάσεως καί τό ἐκκρεμές γιά τή μέτρηση τοῦ χρόνου. Μάλιστα μέ τήν ίσορροπία τοῦ ζυγοῦ καί μόνο ὁρίσαμε τί σημαίνει μάζα: "Ἐνα σῶμα ἔχει μάζα ἵση μ' ἔνα χιλιόγραμμο, ὅταν στό ζυγό ίσορροπεῖ μέ τό ἀδιεθνές πρότυπο χιλιόγραμμο". Αύτός είναι ὁ ὄρισμός τής μάζας καί ὁ τρόπος πού τή μετροῦμε. Στήν καθημερινή μας ὅμως ζωή ἔχουμε μάθει νά ξεχωρίζουμε μέ τίς αἰσθήσεις μας, ἂν ἔνα σῶμα ἔχει περισσότερη μάζα ἀπό ἔνα ἄλλο. Ξέρουμε ὅτι, γιά νά σηκώσουμε ἔνα σῶμα μέ μεγάλη μάζα, πρέπει νά καταβάλουμε μεγάλη προσπάθεια, ἐνώ ἔνα σῶμα μέ μικρή μάζα τό στρώνουμε σχετικά εύκολα. Τί είναι ὅμως αὐτό πού μᾶς ἐπιτρέπει νά ξεχωρίσουμε ὅτι μιά μάζα είναι μεγαλύτερη ἀπό μιά ἄλλη;

Ἄπο μικρά παιδιά ἔχουμε παρατηρήσει ὅτι ὅλα τά ύλικά σώματα ἔχουν τήν κακή συνήθεια νά πέφτουν στή γῆ. "Αν πετάζουμε μιά μπάλα στόν ἀέρα, μετά ἀπό λίγο θά πέσει πάλι στό ἔδαφος. Ἄν ἔνα γυαλίνο ποτήρι, πού κρατοῦμε στό χέρι μας, ξεφύγει, θά πέσει στό πάτωμα καί θά σπάσει. Ἐχουμε δηλαδή παρατηρήσει ὅτι

ἡ γῆ ἔλκει μέ μιά δύναμη ὅλα τά ύλικά σώματα.

Πρίν ἀπό 300 περίπου χρόνια οἱ μεγάλοι φυσικοί Γαλιλαῖος καί Νεύτων μελέτησαν μέ λεπτομέρεια τήν ἔλξη αὐτή τῶν ύλικῶν σωμάτων πρός τή γῆ καί τήν ὀνόμασαν **δύναμη τής βαρύτητας**. Ἀπό τίς παρατηρήσεις τους γιά τήν πτώση τῶν ύλικῶν σωμάτων ἔβγαλαν δύο συστατικά συμπεράσματα, πού είναι γνωστά ὡς **νόμοι τής βαρύτητας**.

1. "Ολα τά ύλικα σώματα ἔλκονται μέ μιά δύναμη πρός τό κέντρο τής γῆς.

2. "Ἡ δύναμη τής βαρύτητας σ' ἔνα σῶμα κοντά στήριγμα ἐπιφάνεια τής γῆς είναι ἀνάλογη πρός τή μάζα τοῦ σώματος. Δηλαδή ἔνα ἄλλη

λο σώμα μέ διπλάσια μάζα ἔλκεται ἀπό τή γῆ μέ διπλάσια δύναμη.

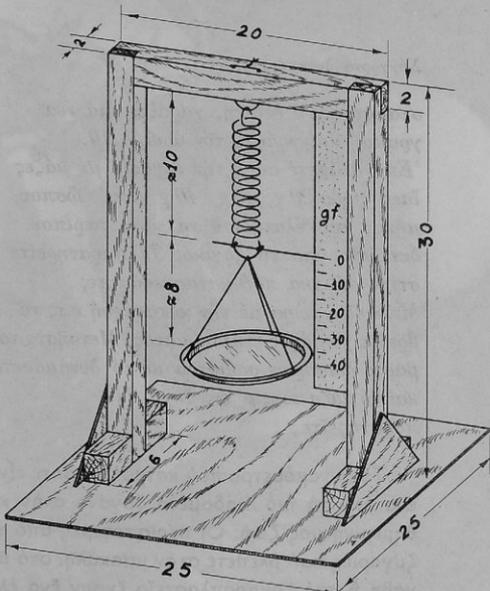
Τά δύο αὐτά συμπεράσματα ἔχουν πολλές έφαρμογές στήν καθημερινή μας ζωή. Ἀπό τόν πρώτο νόμο τῆς βαρύτητας μποροῦμε πολύ εύκολα νά βροῦμε «πρός τά ποῦ πέφτει» τό κέντρο τῆς γῆς. Μποροῦμε ν' ἀφήσουμε ἀπό τό χέρι μας ἔνα ύλικό σῶμα καί νά παρατηρήσουμε πρός ποιά διεύθυνση πέφτει. Ἀκόμη καλύτερα μποροῦμε νά κρεμάσουμε ἔνα ύλικό σῶμα ἀπό ἔνα σπάγκο καί νά παρατηρήσουμε τή διεύθυνση πού ἔχει ὁ σπάγκος, δταν τό βάρος δέν αἰωρεῖται. Ἡ ἀπλή αὐτή συσκευή, πού ὀνομάζεται **νῆμα τῆς στάθμης**, χρησιμοποιεῖται ἀπό τούς οἰκοδόμους, γιά νά ἐλέγχουν ἄν ἔνας τοῖχος πού χτίζουν εἶναι κατακόρυφος. Μπορεῖτε νά σκεφτεῖτε πῶς θά χρησιμοποιούσατε τό νῆμα τῆς στάθμης στό πείραμα τῆς σελίδας 70 γιά τή μέτρηση τῆς περιφέρειας τῆς γῆς;

Ο δεύτερος νόμος τῆς βαρύτητας μᾶς ἐπιτρέπει νά συγκρίνουμε τή μάζα τῶν διαφόρων ύλικῶν σωμάτων, πού βρίσκονται κοντά στήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς. Μποροῦμε νά μετρήσουμε τή μάζα ἐνός ύλικου σώματος, ἄν μετρήσουμε τή δύναμη, μέ τήν δποία τό ἔλκει γή. Στή συνέχεια θά δοῦμε πῶς μετροῦμε τή δύναμη αὐτή, πού τήν δονομάζουμε **βάρος** τού σώματος. Γιά τό σκοπό αὐτό θά κατασκευάσουμε μιά νέα συσκευή πού μετράει τή δύναμη τῆς βαρύτητας πάνω σέ ἔνα σῶμα, ὅπως λέμε, ἔνα **δυναμόμετρο**.

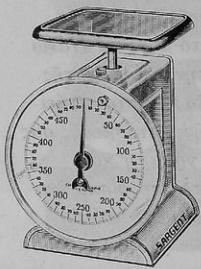
ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε ἔνα ἀρκετά ἴσχυρό ἐλατήριο, ἡραλεῖα ἔνιλοκοπτικής καί μερικά σταθμά, ἀπός αὐτά πού κατασκενάσατε στήν προηγούμενη ἐργασία στό σπίτι. Κρεμάστε τό λατήριο στήν κατασκευή πού δείχνει τό χήμα καί στό κάτω μέρος τοῦ ἐλατηρίου φρεμάστε ἔναν ἀπό τούς δίσκους τοῦ ζυγοῦ, ἵνα κατασκενάσατε στήν προηγούμενη

ἐργασία σας. Στό κάτω μέρος τοῦ ἐλατηρίου στερεῶστε ἔνα μακρύ ἵσιο σύρμα, πού θά σας χρησιμεύσει γιά δείκτης. Στερεώστε, τέλος, ἔνα ἀσπρό χαρτόνι στό δεξιό μέρος τῆς κατασκενῆς, δπως δείχνει τήν κλίμακα τῆς κατασκενῆς σας. Στό σημείο πού σταματάει ὁ δείκτης, δταν ὁ δίσκος τῆς κατασκενῆς σας εἶναι ἀδειος, χαράξτε μιά γραμμή καί γράψτε τόν ἀριθμό 0. Βάλτε στό δίσκο ἔνα σῶμα μέ μάζα 10 g. Στό σημείο πού θά



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Κατασκεναστικό σχέδιο δυναμομέτρου. Οι διαστάσεις είναι σέ ἑκατοστόμετρο. Μπορεῖτε νά ανέψευτε ἡ νά ἐλαττώσετε τίς διαστάσεις, ἀνάλογα μέ τό ἐλατήριο πού θά χρησιμοποιήσετε.



Σύγχρονα δυναμόμετρα.

σταματήσεις δείκτης χαράξτε μιά νέα γραμμή και γράψτε τόν ἀριθμό 10.

Ἐπαναλάβετε αντή τήν ἐργασία μέ μάζες ἵσες πορός 20 g, 30 g, 40 g κλπ., ὡσπου τό μῆκος τοῦ ἐλατηρίου νά γίνει περίπου διπλάσιο ἀπό τό ἀρχικό. Τί παρατηρεῖτε στήν κλίμακα πού κατασκενάσατε;

Μπροστείτε τώρα με τήν κατασκενή σας νά βρείτε τό βάρος ἑνός σώματος; Μετρήστε τό βάρος διαφόρων σωμάτων μέ τό δυναμόμετρο και τή μάζα τους μ' ἔνα ζυγό. Τί παρατηρεῖτε;

Τό δυναμόμετρο πού κατασκευάσατε είναι ἔνα ἀπό τά πιό διαδομένα ὅργανα στήν καθημερινή μας ζωή. Οι περισσότερες ἀπό τίς ζυγαριές πού βλέπετε στόν μπακάλη, στό μανάβη ή στό ζαχαροπλαστεῖο ἔχουν ἔνα ἐλατήριο κάπου στό ἐσωτερικό τους. "Οταν ἔνα ύλικό σώμα βρίσκεται πάνω στή ζυγαριά, ή δύναμη τής βαρύτητας τεντώνει τό ἐλατηρίο και ἔνας δείκτης μετακινεῖται πάνω σέ μιά κλίμακα. Μέ τόν τρόπο αὐτό τό δυναμόμετρο μετράει τό βάρος ἑνός σώματος, ὅπως ὁ ζυγός μετράει τή μάζα του. Οι κλίμακες μάλιστα τῶν δυναμομέτρων είναι ἔτσι κατασκευ-

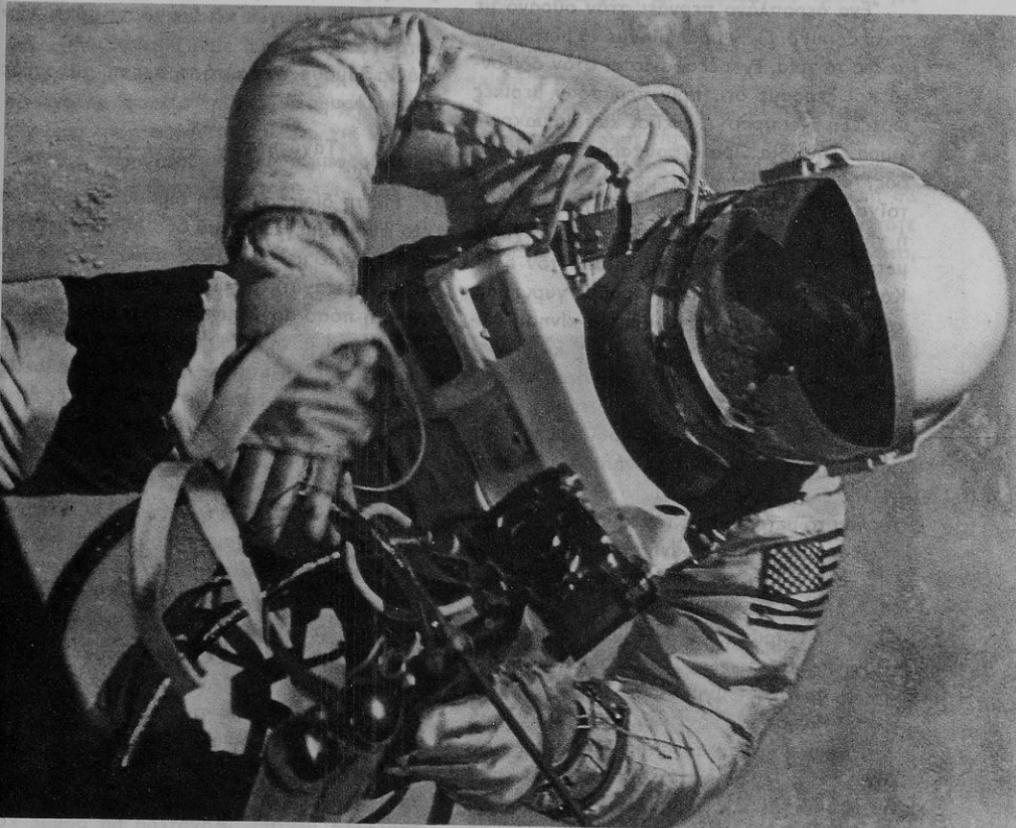
ασμένες, ώστε, ὅταν μετροῦμε τό βάρος ἑνός σώματος, ὁ δείκτης τοῦ δυναμομέτρου νά δείχνει ἔναν ἀριθμό ἵσο μέ τή μάζα τοῦ σώματος. "Ετσι, ή μονάδα μετρήσεως τοῦ βάρους είναι τό **χιλιόγραμμο δυνάμεως** καί είναι ἵσο μέ τή δύναμη πού ἔλκει ή γῆ τό «διεθνές πρότυπο χιλιόγραμμο», ὅταν αὐτό βρίσκεται στήν ἐπιφάνειά της. Τό χιλιόγραμμο δυνάμεως, γιά νά τό ζεχωρίσουμε ἀπό τή μονάδα μετρήσεως τῆς μάζας, τό συμβολίζουμε μέ τά γράμματα kgf. Γιά βάρον μικρότερα ἀπό 1kgf χρησιμοποιοῦμε ως μονάδα μετρήσεως τό **γραμμάριο δυνάμεως**, πού τό συμβολίζουμε μέ τά γράμματα gf. "Οπως καί μέ τή μονάδα μετρήσεως τῆς μάζας, ἔχουμε τή σχέση :

$$1 \text{ kgf} = 1000 \text{ gf}$$

Στήν καθημερινή μας ζωή πολύ σπάνια ζεχωρίζουμε τή μάζα ἀπό τό βάρος ἑνός σώματος. "Οταν λέμε ὅτι ἀγοράσαμε 100 γραμμάρια βούτυρο, δέ μᾶς ἐνδιαφέρει καί πολύ ἂν μιλοῦμε γιά τή μάζα του ή γιά τό βάρος του, γιατί καί τά δύο ἐκφράζονται μέ τόν ἴδιο ἀριθμό. Στήν ἐπιφάνεια τῆς γῆς 100 g βούτυρο είναι ἡ ἴδια ποσότητα μέ 100 gf βούτυρο. Τί θά γίνει δώμας, ἄν μεταφέρουμε τά 100 γραμμάρια βούτυρο σ' ἔνα ψηλό βουνό; "Οσο ψηλότερα ἀνεβαίνουμε, τόσο μικρότερη γίνεται ἡ δύναμη τής βαρύτητας, καί ἂν στήν κορυφή ἑνός βουνοῦ μετρήσουμε τό βάρος τῶν 100 g, θά τό βροῦμε μικρότερο ἀπό 100 gf. "Αν ἔνας ἀστροναύτης μεταφέρει τά 100 g βούτυρο στό φεγγάρι καί τά μεταφέρει ἐκεῖ μέ ἔνα δυναμόμετρο, θά βρεῖ ὅτι ἔχει βάρος περίπου 14 gf. Στόν πλανήτη Δία τό ἴδιο βούτυρο θά ἔχει βάρος 264 gf καί, ὅπως θώσκ θά ἔχετε δεῖ στήν τηλεόραστή ή στόν κινηματογράφο, μέσα σ' ἔνα δορυφόρο τό βούτυρο δέ θά ἔχει καθόλου βάρος. Τί ἀλλάζει δόμως μέ τό βούτυρο, ὅταν τό μεταφέρουμε στή σελήνη ή στό δορυφόρο; Μήπως αύξανεται ή μειώνεται ἡ υλη του, ὅταν τό παίρνουμε μαζί μας στήν ἐκδρομή σ' ἔνα ψηλό βουνό; Δέν τό πιστεύ-

ουμε... "Αν μπορούσαμε νά μετρήσουμε τά μόριά του, θά βρίσκαμε παντοῦ τόν ίδιο άριθμό. "Άλλα και όλες οι χαρακτηριστικές ιδιότητες τού βούτυρου μένουν οι ίδιες, όταν τό μεταφέρουμε άπό τόπο σέ τόπο. Πάνω στό φεγγάρι λιώνει τό ίδιο εύκολα, άλειφεται τό ίδιο εύκολα πάνω σέ μιά φέτα ψωμί και έχει τήν ίδια νόστιμη γεύση. Μέ αλλα λόγια ή ποσότητα καί ή ποιότητα τής υλης δέν

άλλαζουν. "Αντίθετα μέ τό δυναμόμετρο πού μετράει διαφορετικό βάρος γιά τό ίδιο σώμα, άν τό μεταφέρουμε άπό έναν τόπο σ' έναν άλλο, ό ζυγός μετράει παντοῦ τήν ίδια μάζα. "Αν ένα σώμα ίσορροπει στό ζυγό μέ μιά γνωστή μάζα στήν έπιφάνεια τής γῆς, θά ίσορροπει μέ τήν ίδια μάζα καί άν τόν μεταφέρουμε στό φεγγάρι ή στόν πλανήτη Δία. "Ενας άστροναύτης θά μετρήσει μέ τό ζυγό



τό διάστημα, δύνανται νά έλξη τής γῆς είναι έλαχιστη, τά άνλικά σώματα δέν έχοντας βάρος. Τί συμβαίνει δύνανται τήν μάζα τους; Στή φωτογραφία, δύνανται αστροναύτης "Εντοναργτ Ονάτ" έλξη «βαδίζει στό διάστημα» έξω άπό τό διαστημόπλοιο Τζέμινι 4, χωρίς νά αισθάνεται καμιά έλξη.

100g βιούτυρο, όπου κι αν βρίσκεται, θόσο έλαφρό ή βαρύ καί αν τοῦ φαίνεται τό βιούτυρο. **Ή μάζα είναι μιά ιδιότητα ένός υλικού σώματος, πού παραμένει σταθερή, όπως καί οι άλλες ιδιότητες πού χαρακτηρίζουν τό σῶμα.** Στή μελέτη τοῦ φυσικοῦ κόσμου θά βροῦμε ότι ή μάζα είναι μιά ιδιότητα πολύ πιό σπουδαία από τό βάρος.

6. Κίνηση

Ένα άεροπλάνο περνάει στόν ούρανό μέπολυ θόρυβο. Πρίν προλάβουμε νά μετρήσουμε ώς τά τρία, έχει έξαφανιστεῖ στόν όριζοντα καί ζέρουμε ότι, πρίν περάσουν μερικές ώρες, θά έχει πρόσγειωθεῖ σέ κάποια μακρινή χώρα. Τήν ίδια ώρα ο φουκαράς ό σαλίγκαρος, πού σκαρφαλώνει μέ δυσκολία στόν τοῖχο, θά έχει άνεβεῖ μερικά άκόμη μέτρα, ένω ή γη θά έχει καλύψει άρκετές χιλιάδες χιλιόμετρα στήν τροχιά της γύρω από τόν ήλιο. Κάθε μεταβολή, πού παρατηροῦμε γύρω μας, κάθε φαινόμενο, περιέχει κάποια κίνηση υλικῶν σωμάτων, άλλοτε γρήγορη κι άλλοτε άργη. Φύλλα πέφτουν από τά δέντρα, αύτοκίνητα περνοῦν στό δρόμο, άνθρωποι πάνε κι έρχονται. Τό αϊσθημα τοῦ ψυχροῦ καί τοῦ θερμοῦ είναι άποτέλεσμα τής κινήσεως τῶν μορίων τής υλής. Άκόμη καί αύτό τό πέρασμα τοῦ χρόνου τό μετροῦμε μέ τήν κίνηση τῶν οὐρανίων σωμάτων ή τήν κίνηση τοῦ έκκρεμοῦς. Γιά νά περιγράψουμε λοιπούν τά διάφορα φαινόμενα, πού μᾶς προκαλοῦν τό ένδιαφέρον, θά πρέπει πρώτα νά μάθουμε νά περιγράψουμε τήν κίνηση τῶν υλικῶν σωμάτων.

Τό πρώτο πράγμα, πού μᾶς ένδιαφέρει γιά τήν κίνηση ένός άντικειμένου, είναι «πόσο γρήγορα» ή «πόσο άργα» κινεῖται ή, μέ άλλα λόγια, ποιά είναι ή **ταχύτητά** του. **Ή ταχύτητα είναι ένα μέγεθος πολύ γνωστό από τήν καθημερινή μας ζωή.** Μιλοῦμε γιά τήν ταχύτητα, πού μπορεῖ νά «άναπτυξει» ένα αύτοκίνητο μέ δυνατή μηχανή, ή γιά ένα νέο «ρεκόρ ταχύτητας», πού πέτυχε κάποιος άθλη-

τής στούς Όλυμπιακούς. Συχνά άκουμε τούς μεγαλύτερους νά λένε ότι σήμερα «ζούμε στόν αιώνα τής ταχύτητας». Ξέρουμε μάλιστα καί πως έκφράζουμε μέ άριθμούς τήν ταχύτητα. Λέμε ότι ένα λεωφορεῖο τρέχει «μέ 40 χιλιόμετρα τήν ώρα» καί έννοούμε ότι, γιά νά διανύσει τό λεωφορεῖο μιά άπόσταση 40 χιλιομέτρων, θά κάνει μία ώρα. Γενικά, γιά νά βροῦμε τήν ταχύτητα ένός σώματος πού κινεῖται, πρέπει νά διαιρέσουμε τήν άπόσταση πού διανύει μέ τό χρόνο πού κάνει, γιά νά διανύσει αύτή τήν άπόσταση.

Γιά νά θυμούμαστε αύτή τή σχέση, μπορούμε νά γράψουμε:

$$\text{Ταχύτητα} = \frac{\text{Άπόσταση}}{\text{Χρόνος}}$$

Μέ τή διαιρέση αύτή δημιουργήσαμε ένα νέο φυσικό μέγεθος από δύο φυσικά μεγέθη, πού έχουμε μελετήσει ώς τώρα. Τό νέο μέγεθος, ή ταχύτητα, μᾶς μετράει πόσο γρήγορα η πόσο άργα κινεῖται ένα υλικό σώμα. Φυσικά, οι μονάδες μετρήσεως τής ταχύτητας έξαρτωνται από τίς μονάδες μετρήσεως πού χρησιμοποιούμε γιά τή μέτρηση τής άποστασεως καί τοῦ χρόνου. **Άν μετρήσουμε τήν άπόσταση σέ χιλιόμετρα καί τό χρόνο σέ ώρες, τότε ή μονάδα μετρήσεως τής ταχύτητας είναι χιλιόμετρα τήν ώρα.** Στή φυσική συνήθως χρησιμοποιούμε ώς μονάδα μετρήσεως τά έκατοστόμετρα τό δευτερόλεπτο. Γιά νά τονίσουμε μάλιστα ότι ή ταχύτητα προέρχεται από μιά διαιρέση τής άποστασεως μέ το χρόνο, συμβολίζουμε αύτή τη μονάδα ώς cm/sec. **Άν ένα αύτοκίνητο τρέχει μέ 60 χιλιόμετρα τήν ώρα, μπορείτε να βρείτε ποιά είναι ή ταχύτητά του σέ cm/sec.**

«**Ή ταχύτητα είναι μέχρι τώρα τό πρώτο φυσικό μέγεθος πού κατασκευάσαμε από δύο άλλα μεγέθη.** Άργότερα θά δοῦμε καί άλλες περιπτώσεις πού χρησιμοποιούμε δύο ή περισσότερα μεγέθη, γιά νά κατασκεύασουμε ένα νέο μέγεθος, πού μετράει μιά ίδια

τητα πού μᾶς ένδιαφέρει. Αύτό δέν πρέπει νά μᾶς δώσει τήν έντύπωση ότι τό νέο μέγεθος πού κατασκευάζουμε έχει μικρότερη σημασία από τα προηγούμενα. Ή ταχύτητα, πού κατασκευάσαμε από τήν άπόσταση και τό χρόνο, είναι μιά ιδιότητα τοῦ σώματος τό ίδιο σημαντική, δσο ό δγκος του ή ή μάζα του. Μπορούμε μάλιστα τώρα νά δοῦμε τή διαίρεση πού γράψαμε γιά νά ύπολογίζουμε τήν ταχύτητα μέ άλλο μάτι. Είναι ή σχέση, πού έχουν μεταξύ τους τά τρία μεγέθη, πού περιγράφουν τήν κίνηση ένός σώματος. "Αν γνωρίζουμε δύο από αυτά, μπορούμε νά βρούμε τό τρίτο. "Αν π.χ. ξέρουμε δτι ένα λεωφορεϊο τρέχει μέ 60 χιλιόμετρα τήν ώρα και χρειάζεται 3 ώρες, γιά νά πάει από μιά πόλη σέ μια άλλη, μπορούμε νά βρούμε τήν άπόσταση μεταξύ των δύο πόλεων. Μπορούμε νά γράψουμε :

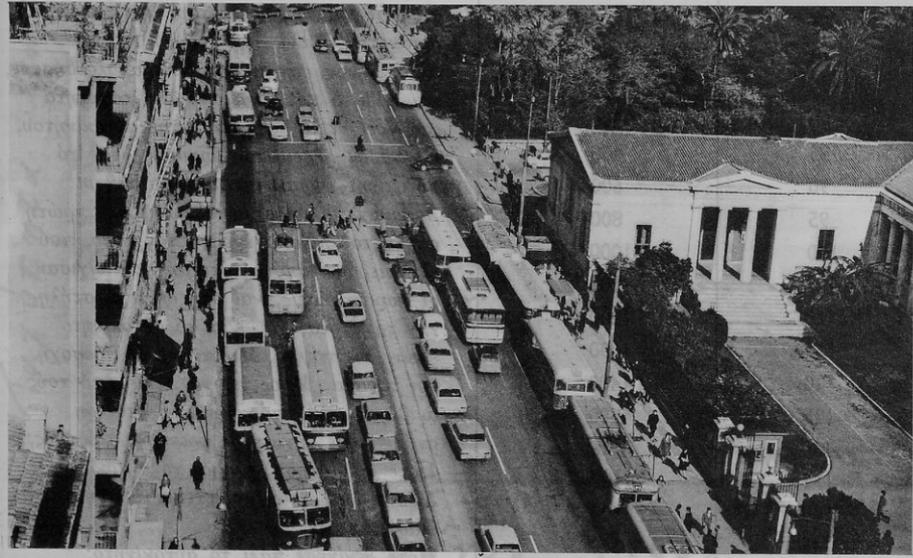
Άπόσταση = Ταχύτητα × Χρόνος

"Αν πάλι ξέρουμε τήν ταχύτητα τοῦ λεωφορείου και τήν άπόσταση μεταξύ των δύο πόλεων, μπορούμε νά ύπολογίσουμε πόσο χρόνο θά κάνει τό λεωφορεϊο, γιά νά διανύσει αύτή τήν άπόσταση. Στήν περίπτωση αύτή γράφουμε :

$$\text{Χρόνος} = \frac{\text{Άπόσταση}}{\text{Ταχύτητα}}$$

Φυσικά, οι δύο τελευταῖς σχέσεις δέν είναι τίποτα τό καινούριο. Είναι ή πρώτη σχέση γραμμένη μέ διαφορετικό τρόπο, γιά νά μᾶς διευκολύνει, όταν θέλουμε νά ύπολογίσουμε τήν άπόσταση ή τό χρόνο στήν κίνηση ένός σώματος.

Μπορούμε ζμως μόνο μέ τήν ταχύτητα νά περιγράψουμε τήν κίνηση ένός σώματος ; "Αν σκεφτούμε λίγο καλύτερα μερικά παραδείγματα από τήν καθημερινή μας ζωή, θά δοῦμε δτι κάτι τέτοιο δέν είναι πάντοτε δυνατό. Παρακολουθήστε ένα αύτοκίνητο,



Λέν είναι δυνατόν νά περιγράψουμε τήν κίνηση, πού παρατηροῦμε στήν καθημερινή μας ζωή, μόνο μέ τήν ταχύτητα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ
ΤΗΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ
ΕΝΟΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ**

Χρόνος σε sec	Ταχύτητα σε cm/sec
0	1500
5	1500
10	1500
15	1500
20	1500
25	1200
30	900
35	600
40	300
45	0
50	0
55	0
60	0
65	0
70	0
75	0
80	200
85	400
90	600
95	800
100	1000
105	1100
110	1200
115	1300
120	1400
125	1500
130	1500
135	1500
140	1500
145	1500

πού περνάει στό δρόμο μέ ταχύτητα 54 χιλιόμετρα τήν ώρα ή, αν θέλουμε νά τήν έκφρασουμε σέ άλλη μονάδα, μέ ταχύτητα 1500 cm/sec. ¹ Αν κάποια στιγμή δόδηγός του αύτοκινήτου άντιληφθεί ότι ό σηματοδότης, πού βρίσκεται σέ μια διασταύρωση 150 μέτρα μακριά, άλλαξε άπό πράσινο σέ κόκκινο, θά πατήσει τό φρένο καί σέ λίγο τό αύτοκίνητο θά σταματήσει τελείως πρίν άπό τή διασταύρωση. ² Αν συνεχίσετε νά παρακολουθείτε τό αύτοκίνητο, θά παρατηρήσετε ότι σέ λίγη ώρα, πού ό σηματοδότης θά άλλαξει άπό κόκκινο σέ πράσινο, θά ξεκινήσει πάλι καί θά συνεχίσει τήν κίνησή του, όπως πρίν.

¹ Αν θέλετε νά έργαστείτε πιο έπιστημονικά, μπορείτε νά γράψετε όλες αύτές τίς παρατηρήσεις σέ έναν πίνακα καί νά κατασκευάσετε μιά γραφική παράσταση.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Στή διπλανή στήλη ίνπάρχει ένας πίνακας, πού κατασκεύασε ένας μαθητής άπό τίς παρατηρήσεις του. Ο μαθητής βρισκόταν δίπλα στόν δόδηγό ένός αύτοκινήτου, σάν απότο πού παρακολούθησατε, καί κάθε 5 sec σημειώνει τήν ταχύτητα πού έδειχνε τό ταχύμετρο τού αύτοκινήτου. Οι παρατηρήσεις του άρχισαν, δταν τό αύτοκίνητο βρισκόταν περίπου 500 m μακριά άπό ένα σηματοδότη. Στήν πρώτη στήλη τού πίνακα έγραφε τό χρόνο, πού είχε περάσει άπό τή στιγμή πού άρχισαν οι παρατηρήσεις, καί στή δεύτερη στήλη τήν ταχύτητα, πού είχε τό αύτοκίνητο έκεινη τή στιγμή. Μελετήστε μέ προσοχή τόν πίνακα. Μπορείτε νά πείτε άπό τους άριθμους πού ίνπάρχουν στή δεύτερη στήλη πότε άρχισε νά φρενάρει ο δόδηγός; Πότε σταμάτησε τελείως τό αύτοκίνητο; Πόσην ώρα ήταν σταματημένο στή διασταύρωση; Πότε ξεκίνησε πάλι τό αύτοκίνητο; Πότε άνέπτυξε τήν ίδια ταχύτητα πού

είλχε, δταν ἄρχισαν οἱ παρατηρήσεις;

Στό κάτω μέρος τῆς σελίδας

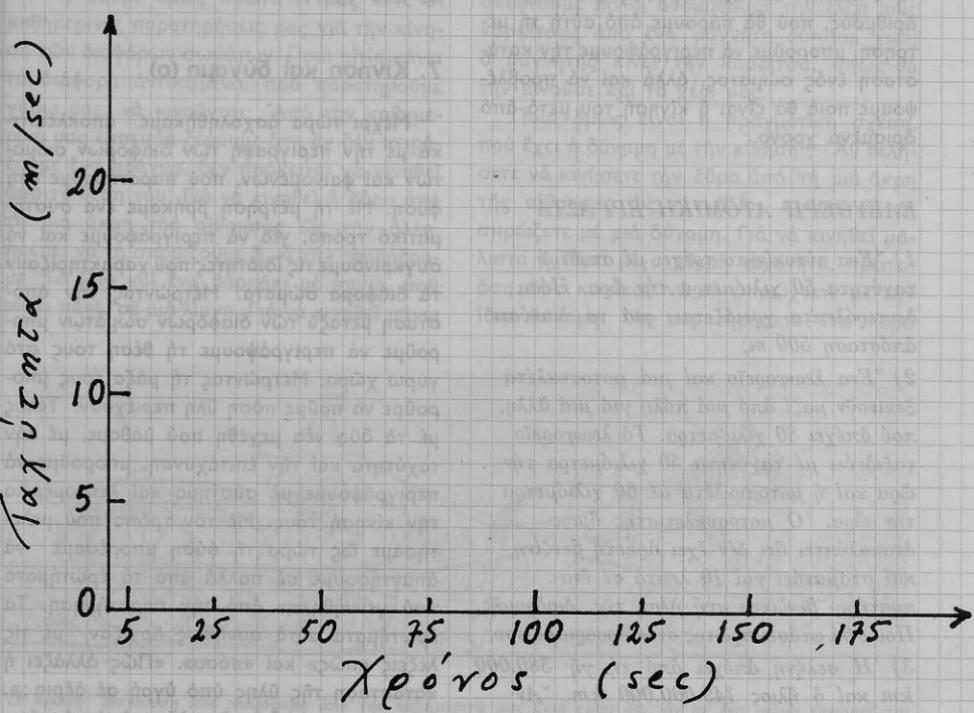
ἔχει ἑτοιμαστεῖ μιά γραφική παράσταση μέ
δριζόντιο ἄξονα τὸ χόδον καὶ κατακόρυφο
ἄξονα τὴν ταχύτητα τοῦ αὐτοκινήτου.

Μεταφέρετε τά ἀποτελέσματα τοῦ
πίνακα στή γραφική παράσταση καὶ
φέρτε μιά ὀμαλή γραμμή μέσα ἀπό ὅλα
τά σημεῖα.

Ἐξηγῆστε στό τετράδιό σας μὲ λίγα
λόγια πῶς ἡ γραμμή πού χαράξατε
περιγράφει τὴν κίνηση τοῦ αὐτοκινήτου.

Πῶς είναι ἡ γραμμή, δταν φρενάρει ὁ δδηγός;
Πῶς είναι, δταν ἔκεινάει πάλι τό αὐτοκίνητο;

· Αν μελετήσουμε μέ προσοχή τόν πίνακα
καὶ τή γραφική παράσταση τῆς ἐργασίας μας,
θά καταλάβουμε ἀμέσως ὅτι δέν είναι δυνα-
τόν νά περιγράψουμε τήν κίνηση τοῦ αὐτο-
κινήτου, στό χρονικό διάστημα πού ὁ δδη-
γός φρενάρει, μέ τόν τρόπο πού χρησιμο-
ποιήσαμε προηγουμένως, γιατί ἡ ταχύτητα
του συνεχῶς ἀλλάζει. Είναι φανερό ὅτι,
γιά νά περιγράψουμε τήν κίνηση τοῦ αὐτοκι-
νήτου σ' αὐτή τήν περίπτωση, χρειαζόμαστε
ἕνα ἄλλο μέγεθος, πού νά μᾶς λέει πῶς ἀλλά-
ζει ἡ ταχύτητά του. Τό νέο μέγεθος, πού
χρειαζόμαστε γιά τήν περιγραφή τῆς κινή-
σεως, μᾶς μετράει πόσο αὐξάνεται ἡ ἐλα-



τώνεται ή ταχύτητα ένός σώματος κάθε δευτερόλεπτο. Είναι ή «ταχύτητα, μέ την όποια ἀλλάζει ή ταχύτητα», όπως την δυνόμασε παλαιότερα ένας μεγάλος φυσικός ή, όπως λέμε σήμερα μέ μια λέξη, ή **επιτάχυνση**.

Μέ τίς δύο ίδιότητες, που χαρακτηρίζουν την κίνηση, μέ την ταχύτητα καί την επιτάχυνση, μποροῦμε πιά νά περιγράψουμε κάθε κίνηση που παρατηροῦμε στήν καθημερινή μας ζωή. Τά περισσότερα σώματα, πουύ βλέπουμε γύρω μας νά κινοῦνται, τά πουλιά πουύ πετοῦν στόν ούρανό, τά αυτοκίνητα πουύ τρέχουν στό δρόμο ή τά άντικείμενα, πουύ πέφτουν στό έδαφος, όταν τά ἀφήσουμε, κινοῦνται μέ ταχύτητα πουύ συνεχῶς ἀλλάζει. Γιά νά περιγράψουμε τήν κίνησή τους, πρέπει νά μετρήσουμε τήν ταχύτητα καί τήν επιτάχυνσή τους. Μέ τούς δύο ἀριθμούς, πουύ θά πάρουμε ἀπό αὐτή τή μέτρηση, μποροῦμε νά περιγράψουμε τήν κατάσταση ένός σώματος, ἀλλά καί νά προβλέψουμε ποιά θά είναι ή κίνησή του μετά ἀπό δρισμένο χρόνο.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

1) "Ενα αντοκάνητο τρέχει μέ σταθερή ταχύτητα 50 χιλιόμετρα τήν ώρα. Πόσα δευτερόλεπτα χρειάζεται, γιά νά διανύσει ἀπόσταση 500 m;

2) "Ενα λεωφορεῖο καί μιά μοτοσυκλέτα ξεκινοῦν μαζί ἀπό μιά πόλη γιά μιά ἀλλή, πουύ ἀπέχει 80 χιλιόμετρα. Τό λεωφορεῖο ταξιδεύει μέ ταχύτητα 50 χιλιόμετρα τήν ώρα καί ή μοτοσυκλέτα μέ 60 χιλιόμετρα τήν ώρα. Ό μοτοσυκλετιστής δύως ἀνακαλέστει δτι δέν ἔχει ἀρκετή βενζίνη καί σταματάει γιά 10 λεπτά σέ ἔνα πρατήριο βενζίνης στή μέση τῆς διαδρομῆς. Ποιός θά φτάσει πρώτος στόν προορισμό τον;

3) Ή σελήνη ἀπέχει ἀπό τή γῆ 380.000 km καί ὁ ήλιος 149.000.000 km. "Αν ἔνα διαστημόπλοιο χρειάζεται τρεῖς μέρες,

γιά νά ταξιδέψει ἀπό τή γῆ στή σελήνη, μέ πόση ταχύτητα ταξιδεύει; Πόσο χρόνο χρειάζεται τό ίδιο διαστημόπλοιο, γιά νά ταξιδέψει ἀπό τή γῆ στόν ήλιο;

4) Παρατηρήστε πάλι μέ προσοχή τόν πίνακα, πουύ περιγράφει τήν κίνηση τού αντοκάνητον, στήν προηγούμενη ἐργασία. Προσπαθήστε νά περιγράψετε πᾶς ἀλλάζει ή ταχύτητα στό χρονικό διάστημα ἀπό 20 sec ὡς 45 sec. Πόσο ἀλλατώνεται η ταχύτητα τού αντοκάνητον μέσα στά 5 sec ἀπό μιά παρατήρηση ὡς τήν ἐπόμενη; Πόσο ἀλλατώνεται η ταχύτητα σέ κάθε δευτερόλεπτο;

'Επαναλάβετε τήν περιγραφή αντή γιά τό χρονικό διάστημα ἀπό 75 sec ὡς 100 sec καί γιά τό χρονικό διάστημα ἀπό 100 sec ὡς 125 sec.

7. Κίνηση καί δύναμη (a)

Μέχρι τώρα ἀσχοληθήκαμε ἀποκλειστικά μέ τήν περιγραφή τῶν διαφόρων σωμάτων καί φαινομένων, πουύ παρατηροῦμε στή φύση. Μέ τή μέτρηση βρήκαμε ἔνα σύστηματικό τρόπο, γιά νά περιγράψουμε καί νά συγκρίνουμε τής ίδιότητες πουύ χαρακτηρίζουν τά διάφορα σώματα. Μετρώντας τήν ἀπόσταση μεταξύ τῶν διαφόρων σωμάτων μποροῦμε νά περιγράψουμε τή θέση τους στό γύρω χώρο. Μετρώντας τή μάζα τους μποροῦμε νά ποῦμε πόση ψήλη περιέχουν. Τέλος μέ τά δύο νέα μεγέθη πουύ μάθαμε, μέ τήν ταχύτητα καί τήν επιτάχυνση, μποροῦμε νά περιγράψουμε μέ σύστημα καί λεπτομέρεια τήν κίνησή τους. Μέ τόν τρόπο πού μελετήσαμε ώς τώρα τή φύση μπορέσαμε νά ἀπαντήσουμε σέ πολλά ἀπό τά ἐρωτήματα πουύ γεννήθηκαν ἀπό τήν παρατήρηση. Τά ἐρωτήματα αὐτά συνήθως ἄρχιζαν μέ τίς λέξεις «πτώση» καί «πόσο». «Πώς ἀλλάζει η κατάσταση τῆς ψήλης ὑπό θρησκήσει;», «Πόσο μακριά είναι η σελήνη ἀπό τή γῆ;»

ἢ «Πόσο χρόνο χρειάζεται ἡ γῆ, γιά νά κάνει μιά περιφορά γύρω ἀπό τὸν ἥλιο;». Ὑπάρχει δῆμος καὶ μιὰ ἄλλη κατηγορία ἀπό ἐρωτήματα, πού δέν ἔχουμε ἀκόμη ἔξετάσει. Εἰναι τά ἐρωτήματα, πού ζεφεύγουν ἀπό τὴν ἀπλῆ περιγραφή καὶ προσπαθοῦν νά βροῦν τὴν αἰτία πίσω ἀπό τὰ διάφορα φαινόμενα. Συνήθως αὐτά τά ἐρωτήματα ἀρχίζουν μέ τὴ λέξη «γιατί». «Γιατί τά μόρια κινοῦνται μέσα στὴν ὑλη;»; «Γιατί τὸ φεγγάρι γυρίζει γύρω ἀπό τὴ γῆ;»; ἢ, γενικά, «Γιατί ἔνα σῶμα κινεῖται, ἀλλάζει ταχύτητα ἢ σταματάει τελείως;» Στὴ συνέχεια θά ἔξετάσουμε παρόμοια ἐρωτήματα. Οἱ ἀπαντήσεις πού θά πάρουμε, θά μᾶς ἐπιτρέψουν νά καταλάβουμε τὴν αἰτία πίσω ἀπό τὰ διάφορα φαινόμενα, πού τώρα πιά ζέρουμε νά περιγράφουμε.

Ἄς δοῦμε δῆμος πρῶτα τί μᾶς λένε οἱ καθημερινές παρατηρήσεις μας γιά τὴν κίνηση τῶν διαφόρων σωμάτων. Ποιά αἰτία κάνει τὰ διάφορα ἀντικείμενα, πού παρατηροῦμε γύρω μας, νά κινοῦνται; Ἀπό τὴν καθημερινή μας ἐμπειρία ζέρουμε ὅτι, ἂν δέν πειράζουμε ἔνα πράγμα, δέν πρόκειται νά κινηθεῖ ἀπό τὴ θέση του. Γιά νά κινηθεῖ ἡ ἔδρα ἀπό τὴ μιά ἄκρη τῆς αιθουσας ὡς τὴν ἄλλη, πρέπει νά τὴ σπρώχουμε ἢ νά τὴν τραβήξουμε. Τό ἴδιο καὶ ἔνα βαρκάκι μέ πανιά, πού πλέει πάνω σέ μιά λίμνη. Γιά νά κινηθεῖ πάνω

στὴν ἐπιφάνεια τῆς λίμνης, πρέπει νά τὸ σπρώξει ὁ ἄνεμος ἢ τὸ κύμα. Ἀν ἔξετάσουμε κάθε κίνηση γύρω μας, θά βροῦμε ὅτι ἔχει ὡς αἰτία της κάποιο «σπρώξιμο» ἢ «τράβηγμα» ἢ, ὅπως λέμε μέ μιά λέξη, κάποια **δύναμη**.

Τὴ λέξη **δύναμη** τὴ συναντήσαμε πολλές φορές ὡς τώρα. Μιλήσαμε γιά τὴν παραγωγή ἐργού ἀπό μιά δύναμη, γιά τὶς δυνάμεις συνοχῆς μεταξύ τῶν μορίων καὶ γιά τὴ δύναμη τῆς βαρύτητας. Η δύναμη εἶναι κάτι πού ἔχουμε μάθει νά ζεχωρίζουμε ἀπό μικρά παιδιά, μέ τὴν προσπάθεια πού κάνουν οἱ μῆς μας, ὅταν κινοῦμε ἔνα ἀντικείμενο. Μέ τὴ συστηματική δῆμος παρατήρηση τῆς φύσης ἔχουμε δώσει στὴ δύναμη μιά πλατύτερη ἔννοια: τὴ βλέπουμε ὡς τὸ αἴτιο γιά καθεὶ κίνηση στὸ γύρω μας κόσμο. Χωρίς νά σκεφτοῦμε πολύ, δύνομάζουμε τὴν ἔλξη μιᾶς καρφίτσας ἀπό ἔνα μαγνήτη δύναμη, γιατί δι μαγνήτης κινεῖ τὴν καρφίτσα, σπως θά τὴν κινοῦσε καὶ τὸ χέρι μας.

Ποιά δῆμος εἶναι ἡ πραγματική σχέση, πού ἔχει ἡ δύναμη μέ τὴν κίνηση; «Ἀν θελήσετε νά κινήσετε τὴν ἔδρα ἀπό τὴ μιά ἄκρη τῆς αιθουσας ὡς τὴν ἄλλη, πρέπει νά τὴ σπρώξετε μέ μιά δύναμη. Γιά νά κινηθεῖ μάλιστα ἡ ἔδρα μέ σταθερή ταχύτητα, πρέπει, ὅση ὥρα κινεῖται, νά τὴ σπρώχνετε μέ τὴν ἴδια δύναμη. »Αν παρατηρήσετε ἔνα κάρο



·Η πρώτη ἐντέπωση πού παίρνουμε ἀπό τὴν καθημερινή μας ζωή εἶναι ὅτι, ἂν σέ ἔνα σῶμα ἐφαρμόζεται μιά σταθερή δύναμη, τὸ σῶμα αὐτὸν κινεῖται μέ σταθερή ταχύτητα.

πού προχωρεῖ μέ σταθερή ταχύτητα σέ ένα άγροτικό δρόμο, θά δείτε ότι ολη τήν ώρα τό αλογο τό τραβάει μέ τήν ίδια δύναμη. 'Η πρώτη έντυπωση πού παίρνουμε από τήν καθημερινή μας ζωή είναι ότι, άν σέ ένα σώμα έφαρμόζεται μιά σταθερή δύναμη, τό σώμα αυτό κινεῖται μέ σταθερή ταχύτητα. Στό συμπέρασμα μάλιστα αυτό έφτασε και ό 'Αριστοτέλης, πού έγραψε τήν πρώτη φυσική πρίν από 2300 χρόνια. Πόσο σωστή δύμως είναι αυτή ή έντυπωση;

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά ρειαστεῖτε μιά σιδερένια μπίλια καί τό δυναμόμετρο, πού κατασκευάσατε στήν προηγούμενη έργασία σας.

Μετρήστε τό βάρος τής μπίλιας μέ τό δυναμόμετρο στήν ανλή τοῦ σχολείου σας καί σέ δύο ή τρία άλλα μέρη, πού βρίσκονται σέ κάπιο νήφος από τήν ανλή: στό παραθύρο τής τάξεως σας, στό παραθύρο τοῦ δεύτερου πατώματος, άν τό σχολεῖο σας είναι διώροφο, καί στήν ταράτσα τοῦ σχολείου σας.

Θυμηθεῖτε ότι, μετρώντας τό βάρος τής μπίλιας, μετράτε τή δύναμη μέ τήν δύναμη τήν έλκει ή γη. Βρίσκετε καμιά διαφορά στό βάρος τής μπίλιας στά διάφορα νήφη;

'Αφῆστε τήν μπίλια νά πέσει από νήφος ένός μέτρου από τήν έπιφάνεια τοῦ έδαφους.

Ζητήστε από ένα συμμαθητή σας νά άφησει τήν μπίλια νά πέσει από τό παραθύρο τής τάξεως, από τό δεύτερο όροφο καί από τήν ταράτσα. Μπορεῖτε καλύτερα νά κανονίσετε, ώστε τρεις συμμαθητές σας νά άφησουν τρεις δύμοις μπίλιες νά πέσουν ταντόχρονα από τρία διαφορετικά νήφη.

Τί παρατηρείτε γιά τό χρόνο πού κάνουν οι μπίλιες, γιά νά πέσουν από τά τρία διαφορετικά νήφη;

Τί μπορεῖτε γιά τήν ταχύτητα πού έχει ή κάθε μπίλια, δταν φτάνει στό έδαφος;

Στά πειράματα τής προηγούμενης έργασίας χρησιμοποιήσαμε τή δύναμη τής βαρύτητας, γιά νά μελετήσουμε πώς κινεῖται ένα άντικείμενο, δταν τό κινεῖ μιά σταθερή δύναμη. 'Από τίς μετρήσεις μάλιστα πού κάναμε μέ τό δυναμόμετρο είδαμε ότι ή δύναμη τής βαρύτητας, πού κάνει τήν μπίλια νά πέφτει, είναι ίδια σέ όλο τό ύψος τοῦ κτιρίου τοῦ σχολείου. Βεβαιωθήκαμε δηλαδή ότι, σησ ώρα πέφτει ή μπίλια, τήν κινεῖ πράγματι μιά σταθερή δύναμη. Στή συνέχεια παρατηρήσαμε ότι ό χρόνος πού κάνει μιά μπίλια, γιά νά πέσει στό έδαφος, έξαρταται από τό ύψος πού έκεινης. Δηλαδή, παρατηρήσαμε ότι, αύξανοντας τό ύψος από τό όποιο ξεκινάει, αύξανουμε τό χρονικό διάστημα πού ή δύναμη τής βαρύτητας κινεῖ τήν μπίλια. Τέλος, παρατηρήσαμε ότι, όσο μεγαλώνει τό ύψος, τόσο μεγαλύτερη είναι ή ταχύτητα, πού έχει ή μπίλια, δταν φτάνει στό έδαφος.

'Από τίς παρατηρήσεις αυτές είναι εύκολο νά βγάλουμε τό συμπέρασμα ότι, όσο περισσότερο χρόνο μιά σταθερή δύναμη κινεῖ ένα σώμα, τόσο περισσότερο αύξανει ή ταχύτητά του. Τό συμπέρασμα αυτό είναι τελείως άντιθετο μέ τό συμπέρασμα τοῦ 'Αριστοτέλη. Χρειάστηκε νά περάσουν σχεδόν 2000 χρόνια, ώς τήν έποχή τών δύο μεγάλων φυσικών, τοῦ Γαλιλαίου (1564 - 1642) καί τοῦ Νεύτωνα (1642 - 1727), καί νά γίνουν πολλές προσεκτικές μετρήσεις καί πειράματα, γιά νά άνακαλύψουν οι άνθρωποι τήν πραγματική σχέση, πού έχει ή δύναμη μέ τήν κίνηση. 'Ο Γαλιλαίος, παρατηρώντας τήν κίνηση διαφόρων σωμάτων πάνω σέ όριζόντιες έπιφανειες, προσπάθησε πρώτ' από άλλα νά καταλάβει τί συμβαίνει σέ ένα σώμα, δταν δέν έφαρμόζεται πάνω του καμιά δύναμη. 'Από τίς παρατηρήσεις του αυτές έφτασε στό συμπέρασμα ότι :

I) "Αν πάνω σέ ένα άκινητο σώμα δέν έφαρμόζεται καμιά δύναμη, τότε τό σώμα παραμένει άκινητο.

2) Άν ενα σῶμα κινεῖται, χωρίς νά
έφαρμόζεται πάνω του καμιά δύναμη,
τότε συνεχίζει νά κινεῖται μέ σταθερή
ταχύτητα σέ μιά εύθεια γραμμή.

8. Κίνηση καί δύναμη (8)

Ή άνακαλυψή αύτή τού Γαλιλαίου, πού εί-
ναι γνωστή σήμερα ώς άρχη της άδρανειας,
είναι άντιθετή μέ τις καθημερινές έμπειριες
μας. Ξέρουμε βέβαια, ότι ένα σῶμα, πού αύτή
τη στιγμή είναι άκινητο, θά παραμείνει άκινη-
το, αν δέν έφαρμοστεί πάνω του μιά δύναμη.
Άν ομως παρατηρήσουμε όποιοιδήποτε σώμα
πού κινεῖται, χωρίς νά τό σπρώχνει καμιά
δύναμη, όπως ένας βόλος πού κυλάει έλευ-
θερα πάνω σέ μιά άριζόντια έπιφάνεια, θά
δούμε ότι ή ταχύτητά του συνέχεια έλαττώ-
νεται καί κάποια στιγμή σταματάει. Άν ή
άρχη της άδρανειας περιγράφει τήν κίνηση
τών ίιλικών σωμάτων, τότε πώς μπορούμε
νά ξέγγησουμε τίς παρατηρήσεις μας αύτές;

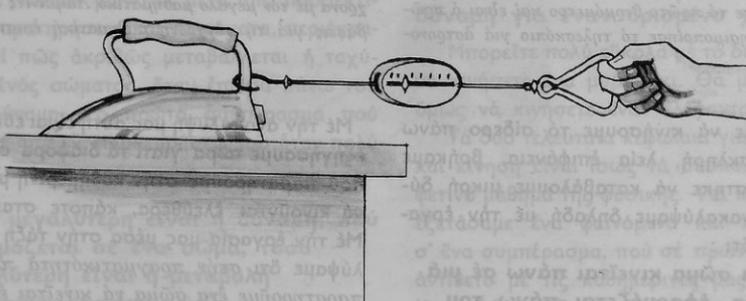
ηλεκτρικό σίδερο, καί ένα δυναμόμετρο
(κανταράκι), σάν αντό πού δείχνει ή είκόνα
τής σελίδας 82.

Δέστε τό ηλεκτρικό σίδερο μέ ένα σπάγκο
καί βάλτε το πάνω στήν έδρα, όπως δείχνει
η είκόνα.

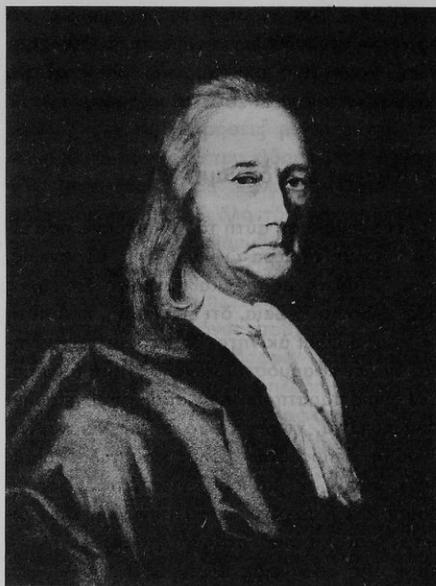
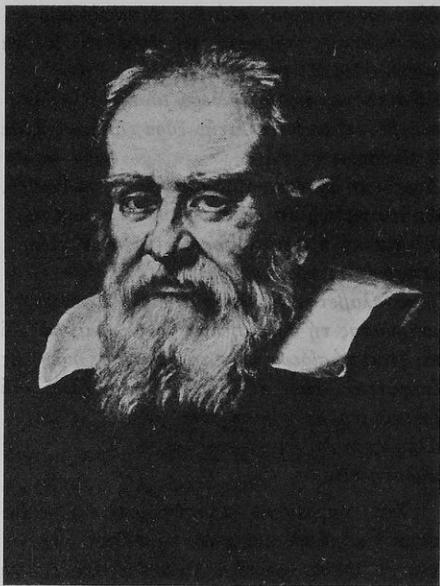
Τραβήξτε άργα τό σίδερο μέ τό δυναμόμετρο,
ώσπον νά άρχισει νά κινεῖται. Τήν ώρα πού
άρχιζει νά κινεῖται, σημειώστε τή δύναμη
πού δείχνει τό δυναμόμετρο.

Έπαναλάβετε τήν προηγούμενη έργασία
μετρώντας τή δύναμη πού χρειάζεται, γιά νά
κινήσετε τό σίδερο, όταν τό βάλετε σέ διάφορες
έπιφάνειες, όπως τό πάτωμα τής τάξεως, μιά
μαρμάρινη έπιφάνεια, ένα χαλί ή όποια
άλλη έπιπεδη έπιφάνεια βρείτε. Τί
παρατηρεῖτε;

Στήν παραπάνω έργασία μας παρατηρή-
σαμε ότι, γιά νά κινήσουμε τό σίδερο, δηλαδή
γιά νά άλλαξουμε τήν ταχύτητά του, χρειά-
στηκε νά καταβάλουμε κάποια δύναμη, πού
μετρήσαμε μέ τό δυναμόμετρο. Παρατηρή-
σαμε μάλιστα ότι ή δύναμη αύτή ήταν δια-
φορετική στίς διάφορες έπιφάνειες. Όταν
κινήσαμε τό σίδερο πάνω σέ ένα χαλί,
παρατηρήσαμε ότι χρειάστηκε νά καταβά-
λουμε άρκετή δύναμη. Αντίθετα όταν προ-



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Μετρήστε μέ τό δυναμόμετρο τή δύναμη τής τριβής, πού έχασκε ή
έδρα στό σίδερο.



ΓΑΛΙΛΑΙΟΣ (1564 - 1642). Μεγάλος Ιταλός φυσικός, αστρονόμος και μαθηματικός. Ο Γαλιλαῖος είναι γνωστός ως ο θεμελιωτής τής πειραματικής επιστήμης. Απόγονος ἀριστοκρατικής οικογένειας τής Πίζας σπούδασε στήριχρή ιατρική, αλλά γορήρος τήν ἐγκατέλειψε και ἀφοσιώθηκε στά μαθηματικά και τή φυσική. Μελέτησε τήν ἐλεύθερη πτώση τῶν σωμάτων και ἀνακάλυψε τούς νόμους τοῦ ἔκκρεμοῦς. Κατασκεύασε τό πρῶτο θεομόρμετρο και είναι ὁ πρώτος πού χρησιμοποίησε τό τηλεσκόπιο γιά αστρονο-

σπαθήσαμε νά κινήσουμε τό σίδερο πάνω σέ μιά σκληρή, λεία ἐπιφάνεια, βρήκαμε ὅτι χρειάστηκε νά καταβάλουμε μικρή δύναμη. Ἀνακαλύψαμε δηλαδή μέ τήν ἐργασία μας ὅτι :

ὅταν ἔνα σῶμα κινεῖται πάνω σέ μιά ἐπιφάνεια, ἐφαρμόζεται πάνω του μιά δύναμη ἀντίθετη πρός τήν κίνησή του: ή δύναμη αὐτή ἔξαρτᾶται ἀπό τό εἶδος τῆς ἐπιφάνειας.

μικές παρατηρήσεις. Ἐτοι ἀνακάλυψε τούς δορυφόρους τοῦ πλανήτη Δία καὶ τίς ἡλιακές κηλίδες. Ἡ σύγχρονη φυσική ἀρχίζει μέ τό Γαλιλαῖο.

ΙΣΑΑΚ ΝΕΥΤΩΝ (1642 - 1727) Βρετανός μαθηματικός, φυσικός, αστρονόμος και φιλόλογος. Μελέτησε τή δύναμη τής βαρούτητας, τήν κίνηση τῶν οὐρανίων σωμάτων και τή σύνθεση τοῦ φωτός. Τανόχορα μέ τόν μεγάλο μαθηματικό Λάμπαντης ἔθεσε τίς βάσεις γιά τή σύγχρονη μαθηματική ἐπιστήμη.

Μέ τήν ἀνακάλυψή μας αὐτή είναι εὔκολο νά ἐξηγήσουμε τώρα γιατί τά διάφορα σώματα, πού παρατηροῦμε στήν καθημερινή μας ζωή νά κινοῦνται ἐλεύθερα, κάποτε σταματοῦν. Μέ τήν ἐργασία μας μέσα στήν τάξη ἀνακαλύψαμε ὅτι στήν πραγματικότητα ποτέ δέν παρατηροῦμε ἓνα σῶμα νά κινεῖται ἐλεύθερα πάνω σέ μιά ὄριζόντια ἐπιφάνεια. Πάντοτε ὑπάρχει μιά δύναμη, πού τήν ὀνομάζουμε δύναμη τριβῆς, ἀντίθετη πρός τήν κίνηση

τοῦ σώματος. "Ετσι, γιά νά κινήσουμε τήν έδρα ἀπό τή μιά ἄκρη τῆς αἴθουσας ὡς τήν ἄλλη μέ σταθερή ταχύτητα, πρέπει νά καταβάλλουμε συνέχεια μιά δύναμη, πού εἶναι ἵση μέ τή δύναμη τῆς τριβῆς πού ἐφαρμόζεται ἀπό τό πάτωμα στήν έδρα.

"Η δύναμη τῆς τριβῆς ἥταν ἄκριβῶς ὁ λόγος πού ὁ Ἀριστοτέλης ἔφασε σέ λαθεμένο συμπέρασμα ἀπό τίς παρατηρήσεις του. Ἀντίθετα, ὁ Γαλιλαῖος, πού ἀνακάλυψε ὅτι πάντοτε ὑπάρχει ἡ δύναμη τῆς τριβῆς, ἔφασε στό σωστό συμπέρασμα, πού εἶναι ἡ ἀρχή τῆς ἀδράνειας.

Εἰδαμε πῶς κινεῖται ἔνα σῶμα, ὅταν πάνω του δέν ἐφαρμόζεται καμιά δύναμη : κινεῖται σέ μιά εὐθεία γραμμῇ μέ σταθερή ταχύτητα. Τί θά συμβεῖ ὅμως, ἂν σέ ἔνα σῶμα ἐφαρμόσουμε μιά δύναμη ; [ἰσως ὑποπτεύομαστε τήν ἀπάντηση στό ἐρώτημα αὐτό ἀπό ὅσα εἴπαμε γιά τήν ἐπίδραση τῆς δυνάμεως τῆς βαρύτητας σέ ἔνα σῶμα πού πέφτει. Πρώτος ὁ Νεύτων, μετά ἀπό τήν ἀνακάλυψη τῆς ἀρχῆς τῆς ἀδράνειας ἀπό τό Γαλιλαῖο, διατύπωσε, τή σχέση μεταξύ δυνάμεως καί κινήσεως :

Τό ἀποτέλεσμα μιᾶς δυνάμεως πάνω σέ ἔνα σῶμα εἶναι ν' ἄλλάζει ἡ ταχύτητα τοῦ σώματος ἢ ἡ διεύθυνση, πρός τήν ὅποια κινεῖται.

"Ο Νεύτων μάλιστα, μετά ἀπό προσεκτικές παρατηρήσεις καί πειράματα, περιέγραψε καί πῶς ἄκριβῶς μεταβάλλεται ἡ ταχύτητα ἐνός σώματος, ὅταν ἐπίδρα πάνω του μιά δύναμη. Τό πρώτο συμπέρασμα πού ἔβγαλε ἀπό τίς παρατηρήσεις του ἥταν πολύ ἀπλό :

"Οσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ δύναμη, πού ἐφαρμόζεται σέ ἔνα σῶμα, τόσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ μεταβολή τῆς ταχύτητάς του.

'Ασφαλῶς θά ἔχετε φτάσει στό ἴδιο συμπέ-

ρασμα μέ τό Νεύτωνα, ἃν ἔχετε προσπαθήσει νά κινήσετε ἔνα φορτωμένο καροτσάκι. Μέ ὅλη σας τή δύναμη μπορεῖτε νά τό κινήσετε πολύ ἀργά. Ὁ πατέρας σας ὅμως, πού ἔχει πολύ μεγαλύτερη δύναμη, μπορεῖ στόν ἴδιο χρόνο νά τό κάνει νά κινεῖται πολύ γρήγορα. Ἀντίθετα, ὅταν τό καροτσάκι κινεῖται, μέ μεγάλη δυσκολία μπορεῖτε νά τό σταματήσετε. Ὁ πατέρας σας ὅμως, μέ τή μεγαλύτερη δύναμή του, τό σταματάει, δηλαδή ἄλλάζει τήν ταχύτητά του, πολύ πιό εύκολα.

Τί θά συμβεῖ ὅμως, ἔστω καί μέ τή μικρή σας δύναμη, ἃν συνεχίζετε νά σπρώχνετε τό καροτσάκι ; "Οσο περισσότερο χρόνο τό σπρώχνετε, τόσο πιό γρήγορα κινεῖται. Στό ἴδιο συμπέρασμα μέ σᾶς ἔφασε καί ὁ Νεύτων :

"Οσο περισσότερο χρόνο ἐφαρμόζεται μιά δύναμη σέ ἔνα σῶμα, τόσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ μεταβολή τῆς ταχύτητάς του.

Τέλος, ἀπό τίς παρατηρήσεις του ὁ Νεύτων ἀνακάλυψε ὅτι ἡ μεταβολή τῆς ταχύτητας, ἐκτός ἀπό τή δύναμη καί τό χρόνο πού ἐφαρμόζεται πάνω σέ ἔνα σῶμα, ἔχαρτάται καί ἀπό τή μάζα τοῦ σώματος.

"Οσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ μάζα ἐνός σώματος, τόσο μικρότερη εἶναι ἡ μεταβολή τῆς ταχύτητάς του, ὅταν ἐφαρμόσουμε πάνω στό σῶμα μιά δύναμη γιά ἔναν ὀρισμένο χρόνο.

Μπορεῖτε πολύ εύκολα μέ τό δάχτυλό σας νά κινήσετε ἔνα μυρμήγκι. Θά μπορούσατε σώμας νά κινήσετε ἔναν ἐλέφαντα ;

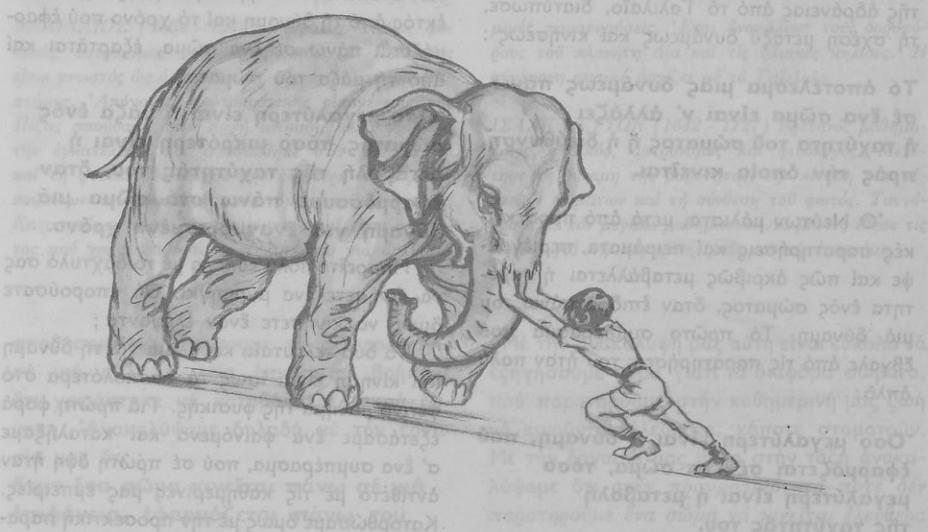
Τά δύο τελευταῖα κεφάλαια γιά τή δύναμη καί κίνηση εἶναι [ἰσως τά δυσκολότερα στό φετινό μάθημα τῆς φυσικῆς. Γιά πρώτη φορά ἔξετάσαμε ἔνα φαινόμενο καί καταλήξαμε σ' ἔνα συμπέρασμα, πού σέ πρώτη ὄψη ἥταν ἀντίθετο μέ τίς καθημερινές μας ἐμπειρίες. Κατορθώσαμε ὅμως μέ τήν προσεκτική παρατήρηση νά ἀπομονώσουμε τό φαινόμενο πού μᾶς ἐνδιαφέρει ἀπό ἄλλα φαινόμενα, πού

μποροῦν νά μᾶς μπερδέψουν, όπως ή τριβή, καὶ νά φτάσουμε στό σωστό συμπέρασμα. «Έτσι, εἰδαμε τή δύναμη ώς τό αἴτιο γιά κάθε ἀλλαγή τῆς ταχύτητας ἐνός σώματος. Ἀνακαλύψαμε ὅτι, ἂν σ' ἔνα σῶμα δέν ἐφαρμόζεται καμιά δύναμη, τότε τό σῶμα αὐτό παραμένει ἀκίνητο ἡ, ἂν κινεῖται, συνεχίζει νά κινεῖται σέ μια εύθεια γραμμή. χωρίς νά ἀλλάξει ταχύτητα. Τή μεγάλη αὐτή ἀνακάλυψη τήν δονομάσαμε ἀσχή τῆς ἀδρονείας.

9. Ἀπλές μηχανές

‘Η πρώτη μορφή ένέργειας πού γνωρίσαμε ήταν ή θερμική ένέργεια πού προέρχεται άπό τη συνεχή κίνηση των μορίων πρός ζλες τίς κατεύθυνσεις. Μιά άλλη μορφή ένέργειας, πού είδαμε, είναι ή ένέργεια πού έχει ένα σώμα, δταν δλα τά μόρια του κινοῦνται μαζί πρός την ίδια κατεύθυνση. Τήν ένέργεια αύτή τήν δύνομάζουμε κινητική ή μηχανική ένέργεια και τήν έχουμε δεῖ σε πολλά παραδείγματα : ένας βόλος πού κυλάει, ένα παιδί πού τρέχει, μιά πέτρα πού πέφτει άπό τη δύναμη τής βαρύτητας ή ένα σφυρί πού πέφτει μέ όρμη πάνω σ’ ένα καρφί.

Έκτος από τή θερμική ένέργεια ή πρώτη μορφή ένέργειας, που χρειάστηκε ό ανθρωπος για τίς άμεσες άνάγκες του, ήταν η μηχανική ένέργεια. Χρειάστηκε μηχανική ένέργεια, γιά νά χτίσει τό σπίτι του, νά καλλιεργήσει τό χωράφι του καί νά κυνηγήσει τήν τροφή του. Πολύ γρήγορα όμως ό πρωτόγονος ανθρω-



"Οσο μεγαλύτερη είναι ή μάζα ένός σώματος, τόσο μικρότερη είναι ή μεταβολή της ταχύτητάς του, διπλανέσσωμε πάνω στό σώμα μιά δύναμη για ένα διαστέμα χρόνου.

πος άνακάλυψε πόσο περιορισμένες ήταν οι δικές του δυνάμεις. Άκομα καί μέ τη βοήθεια τών κατοικίδιων ζώων πού μπόρεσε νά έξημερώσει, υπήρχαν μεγάλες πέτρες πού δέν μποροῦσε νά σηκώσει, δέντρα πού δέν μποροῦσε νά κόψει καί φορτία πού δέν μποροῦσε νά μεταφέρει. Έτσι σιγά σιγά ἀρχισε νά κατασκευάζει τίς πρώτες **μηχανές**, πού μετέτρεπαν τό έργο, πού μποροῦσε νά παράγει μέ τίς δυνάμεις του, σέ μηχανική ένέργεια.

"Οσο παράξενο κι ἄν μᾶς φαίνεται, οί πρώτες αύτές μηχανές ήταν ίσως οι μεγαλύτερες άνακαλύψεις πού ἔκανε διάθρωπος. Άκομα καί σήμερα, ἀν ἔχετάσουμε μέ προσοχή τά κινητά μέρη μιᾶς σύγχρονης πολύπλοκης μηχανῆς, θά δοῦμε διτεῖναι ἔνας συνδυασμός ἀπό **ἀπλές μηχανές**, πού ήταν γνωστές ἀπό τήν ἀρχαίότητα. Πρῶτοι οἱ ἀρχαῖοι "Ελληνες μελέτησαν μέ σύστημα τή λειτουργία τῶν ἀπλῶν μηχανῶν καί τίς κατέταξαν σέ πέντε μεγάλες κατηγορίες. Αύτές εἰναι :

1. Ὁ μοχλός
2. Ὁ τροχός
3. Ἡ τροχαλία
4. Τό κεκλιμένο ἐπίπεδο
5. Ὁ κοχλίας.

Τό μυστικό, πίσω ἀπό τή λειτουργία τῶν μηχανῶν αὐτῶν, βρίσκεται στή σχέση πού ἔχει τό έργο μέ τή δύναμη καί τήν ἀπόσταση. "Οπως θυμάστε, ἔχουμε συμφωνήσει νά λέμε διτεῖ παράγεται ἔνα έργο, διταν μιᾶ δύναμη κινεῖ ἔνα σῶμα σέ κάποια ἀπόσταση. Τώρα μάλιστα πού ἔχουμε μάθει νά μιλοῦμε πιό συγκεκριμένα γιά τά διάφορα μεγέθη τής φυσικῆς, μποροῦμε νά ἐκφράσουμε τό έργο πού παράγεται ἀπό μιᾶ δύναμη μέ μιᾶ σχέση :

Έργο = Δύναμη × Ἀπόσταση

"Η σχέση αυτή μᾶς περιγράφει πῶς μποροῦμε νά ύπολογίσουμε τό έργο πού παράγεται, διταν μιᾶ δύναμη κινεῖ ἔνα σῶμα : Τό έργο πού παράγεται εἰναι τό γνώμενο τῆς δυνάμεως ἐπί τήν ἀπόσταση πού κινεῖται τό σῶμα. Έτσι, μιᾶ μεγάλη δύναμη, πού

έφαρμόζεται σέ μικρή ἀπόσταση, μπορεῖ νά δώσει τό ίδιο έργο πού δίνει μιᾶ μικρή δύναμη, πού έφαρμόζεται σέ μεγάλη ἀπόσταση. Μπορεῖτε νά τό σκεφτεῖτε πῶς μποροῦμε νά ἐκμεταλλευτοῦμε αύτή τή σχέση ; "Αν οχι, ίσως τό καταλάβετε στή συνέχεια, πού θά ἔξετάσουμε μέ μεγαλύτερη λεπτομέρεια τίς πέντε ἀπλές μηχανές.

a) Ὁ μοχλός

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε μιᾶ βέργα ἀπό σκληρό ξύλο μέ μῆκος 1 m, ἐγγαλεῖα ἐνυλοκοπιτικῆς, ἔνα χοντρό καρφί, ἔνα σακονλάκι μέ 1 kg ἀριμο κι ἔνα δυναμόμετρο (κανταράκι). Καρφώστε δύο καρφιά στήν ἀκρη τής βέργας, διπος δείχνει τό σχῆμα καί ἀνοίξτε τρύπες κατά μῆκος τής βέργας σέ ἀποστάσεις 10 cm μεταξύ τονς.

Σηναριολογήστε τήν ξύλινη κατασκευή πού δείχνει τό σχῆμα καί περάστε τό χοντρό καρφί μέσα ἀπό τήν τρίτη τρύπα τής βέργας.

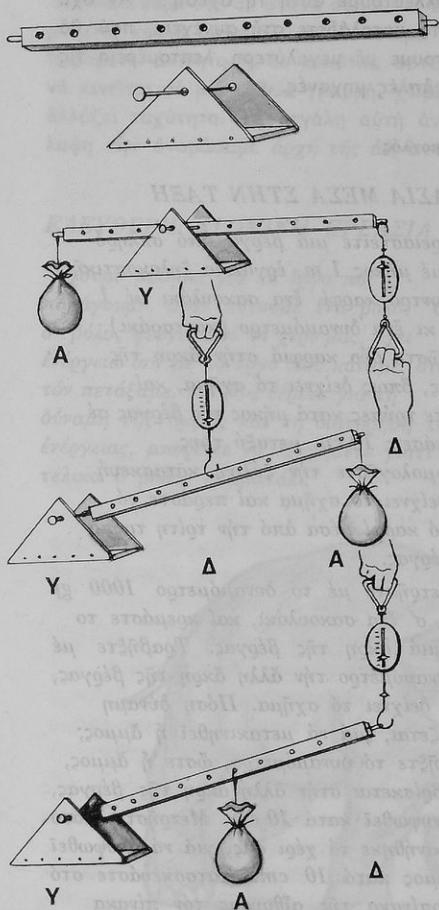
1) Μετρήστε μέ τό δυναμόμετρο 1000 gf ἀριμο, σ' ἔνα σακονλάκι, καί κρεμάστε το στή μιᾶ ἀκρη τής βέργας. Τραβήξτε μέ τό δυναμόμετρο τήν ἀλλη ἀκρη τής βέργας, διπος δείχνει τό σχῆμα. Πόση δύναμη χρειάζεται, γιά νά μετακινηθεῖ ἡ ἀριμος; Τραβήξτε τό δυναμόμετρο, ὕστε ἡ ἀριμος, πού βρίσκεται στήν ἀλλη ἀκρη τής βέργας, νά ἀννυφωθεῖ κατά 10 cm. Μετρήστε πόσο μετακινήθηκε τό χέρι σας, γιά νά ἀννυφωθεῖ ἡ ἀριμος κατά 10 cm. Κατασκευάστε στό μανδροπίνακα τής αἴθουσας τόν πίνακα πού βλέπετε στό πάνω μέρος τής σελίδας 97 καί συμπληρώστε τίς τιμές γιά τά μεγέθη πού μετρήσατε. Στήν τρίτη καί ἔκτη στήλη γράψτε τό έργο πού ύπολογίζετε διτεῖ τό σχεδίασται, γιά νά σηκωθεῖ ἡ ἀριμος καί τό έργο πού κάνατε ἐσεῖς στήν ἀλλη ἀκρη τής βέργας. Τί παρατηρεῖτε; Πῶς ἔξηγετε

τίς παρατηρήσεις σας; Εάν δε τούτο γίνεται, μετατοπίζοντας τό χοντρό καρφί, που κρατάει τή βέργα, σέ αλλες τρύπες.

2) Περάστε τό χοντρό καρφί από τήν τρύπα, και κρεμάστε τήν άμμο από τήν τρίτη τρύπα τής βέργας. Σηκώστε μέ τό δυναμόμετρο τήν άλλη άκοη τής βέργας, ώστε ή άμμος νά άνυψωθεῖ κατά 10 cm. Μετρήστε μέ ένα όποδεκάμετρο πόση απόσταση κινήθηκε τό χέρι σας και μέ τό δυναμόμετρο πόση δύναμη έξασκήσατε.

Συμπληρώστε τόν πίνακα μέ τίς τιμές γιά τά μεγέθη πού μετρήσατε και ώπολογίστε τό έργο πού χρειάζεται, γιά νά άνυψωθεῖ ή άμμος και τό έργο πού παράγετε έσεις.

Επαναλάβετε τήν έργασία σας μετατοπίζοντας τήν άμμο σέ αλλες τρύπες τής βέργας.



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Κατασκευαστικό σχέδιο γιά τό μοχλό πού θά χρησιμοποιήσετε στήν έργασία σας. Τοία είδη μοχλῶν. $A =$ Αντίσταση, $Y =$ Ύπομόχλιο, $\Delta =$ Δύναμη.

Η άπλη μηχανή, πού μελετήσαμε στά δύο μέρη τής έργασίας μας, είναι ό **μοχλός**. Σέ κάθε περίπτωση στηρίζαμε ένα σημείο τού μοχλού σ' ένα ακίνητο σημείο ή, όπως συνηθίζουμε νά λέμε, σ' ένα **ύπομόχλιο**. Στή συνέχεια έφαρμόσαμε σ' ένα δεύτερο σημείο τού μοχλού μιά **δύναμη**, γιά νά ύπερνικήσουμε μιά **άντίσταση** σέ κάποιο άλλο σημείο του. Η διαφορά πού οπήρχε άναμεσα στά είδη τών μοχλῶν πού ξετάσαμε ήταν ή θέση πού είχε τό ύπομόχλιο σέ σχέση μέ τή δύναμη και τήν άντίσταση. Μέ τήν έργασία πού κάναμε παρατηρήσαμε ότι μέ τή βοήθεια τού μοχλού μπορέσαμε νά σηκώσουμε τήν άμμο έφαρμόζοντας μιά δύναμη μικρότερη από τή δύναμη πού χρειάζεται, γιά νά τή σηκώσουμε χωρίς τό μοχλό. Παρατηρήσαμε μάλιστα ότι όσο πιό κοντά βρίσκεται τό ύπομόχλιο στήν άντίσταση, τόσο μικρότερη είναι ή δύναμη πού χρειάζεται νά έφαρμόζουμε, γιά νά ύπερνικήσουμε τήν άντίσταση. Αντίθετα, παρατηρήσαμε ότι όσο πιό κοντά βρίσκεται τό

Έργο = Δύναμη × Απόσταση

Δύναμη, γιά νά άνυψωθεί τό φορτίο σέ gf	Απόσταση πού μετακι- νείτε τό φορτίο σέ cm	Όποι Έργο, γιά νά άνυψωθεί τό φορτίο	Δύναμη πού καταβάλλετε σέ gf	Απόσταση πού κινείται τό χέρι σας σέ cm	Έργο πού παράγεται
1000 gf	100 cm	1000 gf × 100 cm = 100000 erg	100 gf	100 cm	100000 erg
1000 gf	200 cm	1000 gf × 200 cm = 200000 erg	100 gf	200 cm	200000 erg
1000 gf	300 cm	1000 gf × 300 cm = 300000 erg	100 gf	300 cm	300000 erg

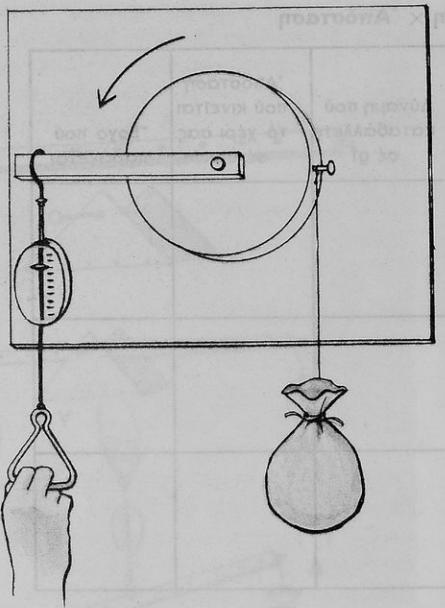
μεταξύ της δυνάμεως και του ύπομοχλίου.

Οι διάφορες μορφές, πού μπορεῖ νά πάρει ένας μοχλός στά άντικείμενα πού συναντοῦμε στήν καθημερινή μας ζωή, είναι πράγματα άναριθμητες. Μοχλός είναι ό ςυγός, τό φαλίδι, τό καροτσάκι, τά κουπιά, τό χέρι του άνθρωπου, τό καλάμι του ψαρέματος.

Β) Ο τροχός

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστείτε ένα τετράγωνο κομμάτι κόντρα πλακέ ή μοριοσανίδα 60×60 cm, μιά βέργα με μήκος περίπου 30 cm, έναν ξύλινο κύλινδρο με άκτινα περίπου 5 cm και πάχος μερικά cm, χορτό σπάγκο, ένα σακονλάκι με 1 kg άριμο κι ένα δυναμόμετρο. Στερεώστε τόν κύλινδρο και τή βέργα, όπως δείχνει η κατασκευή στό



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Μέ τήν περιστροφή ένός μοχλού γύρω από τό ύπομοχλίο του κατασκευάσουμε έναν τροχό.

πάνω μέρος της σελίδας. Κρεμάστε τό σακονλάκι με τήν άμμο μ' ένα σπάγκο από ένα καρφί στήν περιφέρεια του κυλινδρού καί κρατήστε τή βέργα με τό δυναμόμετρο από τήν έλευθερη άκρη στήν οριζόντια θέση. Τραβήξτε τήν άκρη τής βέργας, ώστε ή άμμος νά άνυψωθεῖ κατά 3 cm. "Έχετε τώρα κατασκευάσει ένα μοχλό. Ποσή βρίσκεται ή άντισταση, ή δύναμη καί τό ύπομοχλίο; Μετρήστε πόσο χρειάζεται νά κατέβει ή έλευθερη άκρη τής βέργας, ώστε ν' άνυψωθεῖ ή άμμος κατά 3 cm. Πόση δύναμη χρειάζεται νά καταβάλετε στήν άκρη τής βέργας, γιά νά σηκώσετε τήν άμμο; Συνεχίστε νά μετακινεῖτε τήν έλευθερη άκρη τής βέργας. Χαράξτε μ' ένα μολύβι τή γραμμή πού άκολουθεῖ ή δύναμη τού μοχλού, δύσο μετακινεῖτε τήν άκρη τής βέργας. Τί σχῆμα

παίρνει η γραμμή πού άκολουθεῖ ή δύναμη;

Πολύ γρήγορα οι πρώτοι άνθρωποι άνακαλύψαν ότι ή δύναμη καί ή άντισταση περιστρέφονται γύρω από τό ύπομοχλίο. "Οταν τελικά κατασκεύασαν ένα μοχλό, πού μπορούσε νά περιστραφεῖ 360° γύρω από τό ύπομοχλίο του, είχαν έφεύρει τή δεύτερη από τίς άπλετς μηχανές : τόν **τροχό**. Στήν έργασία μας είδαμε πώς άκριβώς μπορούμε νά κατασκευάσουμε έναν τροχό από ένα μοχλό. "Οπως περιμέναμε, άπ' ίσα ζέρουμε γιά τούς μοχλούς, άνακαλύψαμε ότι ή δύναμη πού καταβάλλει ήταν μικρότερη από τήν άντισταση. Μέ τή διαφορά ότι χρειάστηκε νά τήν έφαρμόσουμε σέ μεγαλύτερη απόσταση, γιά νά παραγάγουμε τό ίδιο έργο.

"Ισως πολλοί άπό σᾶς άναγνώρισαν ότι ή κατασκευή πού κάναμε ήταν τό βαρούλκο τό γνωστό μας μαγκάνι, στά πηγάδια ποιβλέπουμε στήν έξοχή. Τό βαρούλκο ήταν μια άπο τίς πρώτες έφαρμογές τού τροχού γιά νά σηκώνει ή ανθρώπος πολύ βαριά άντικειμένα. Σήμερα δλες σχεδόν οι σύγχρονες μηχανές χρησιμοποιούν τόν τροχό γιά νά μεταφέρουν μηχανική ένέργεια από ένα σημείο τής μηχανῆς σ' ένα άλλο. "Όλο θά ξεχει δει ήνα ήλεκτρικό μοτέρ. Ή ήλεκτρική ένέργεια μετατρέπεται σέ κινητική ένέργεια ένός τροχού, πού περιστρέφεται γύρω από έναν **άξονα**, δύπως δονομάζουμε τό ύπομοχλίο στήν περίπτωση τού τροχού. Στη συνέχεια μέ έναν ιμάντα ή κίνηση μεταφέρεται σέ άλλο τροχό, πού παράγει τό έργο πού χρειαζόμαστε. "Αν πάλι κοιτάξετε στή έσωτερικό ένός ρολογιού, θά δείτε πολλού δόνοτωτούς τροχούς νά μεταφέρουν μηχανή ένέργεια από τό έλαττήριο στούς δείκτες. "Άλλα καί πολλά άλλα άπλα έργαλεία τή καθημερινῆς μας ζωῆς, πού ποτέ δέ θα δονομάζαμε τροχούς, λειτουργούν μέ τόν ίδιο τρόπο σάν κυκλικοί μοχλοί. Μερικά παραδείγματα είναι τό κατσαβίδι, ένα κλειδί μέσο μιά κλειδαριά καί ή στρόφιγγα τής βρύσης

γ) Ή τροχαλία

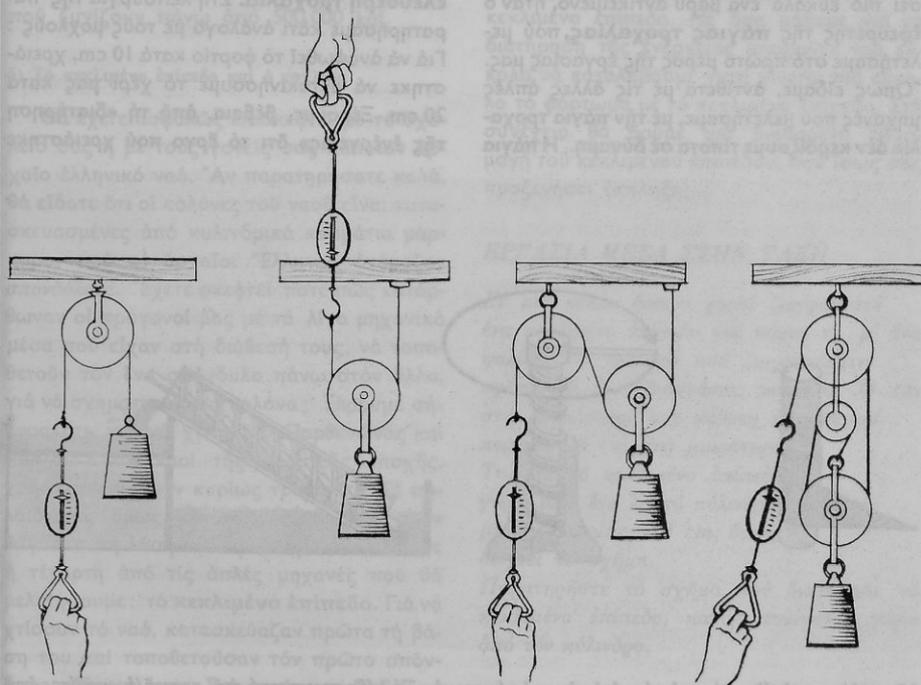
ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε μερικές ἀδειες κονθαρίστρες, χοντρό σύρμα, κορδέλα μέ φάρδος δύο περίπου τό ανδλάκι τῆς κονθαρίστρας, ἕνα σακουλάκι μέ 500 gf ἄμμο κι ἕνα δυναμόμετρο.

1) Περάστε ἔνα κομμάτι σύρμα μέσα ἀπό τήν τρύπα τῆς κονθαρίστρας και ληγίστε το, ώστε νά σχηματίσει θηλιά. Κρεμάστε τήν κονθαρίστρα ἀπό ἔνα σταθερό σημείο, δύπως δείχνει τό πρώτο σχῆμα τῆς σελίδας. Περάστε τήν κορδέλα ἀπό τό ανδλάκι τῆς κονθαρίστρας και κρεμάστε

ἀπό τή μιά ἄκρη τῆς τό σακουλάκι μέ τήν ἄμμο. Κρατήστε τήν κορδέλα ἀπό τήν ἄλλη ἄκρη μέ τό δυναμόμετρο και τραβήξτε τήν πρός τά κάτω, ώστε ή ἄμμος νά ἀνυψωθεῖ κατά 10 cm. Πόση ἀπόσταση κινήθηκε τό χέρι σας; Πόση δύναμη καταβάλατε, γιά νά ἀνυψωθεῖ η ἄμμος; Πόσο ἔργο χρειάστηκε, γιά νά ἀνυψωθεῖ η ἄμμος κατά 10 cm;

2) Στηρίξτε τή μιά ἄκρη τῆς κορδέλας σέ ἔνα σταθερό σημείο και κρεμάστε τήν κονθαρίστρα, δύπως δείχνει τό δεύτερο σχῆμα. Ἀπό τή συρμάτινη θηλιά τῆς κονθαρίστρας κρεμάστε τήν ἄμμο και κρατήστε μέ τό δυναμόμετρο τήν ἄλλη



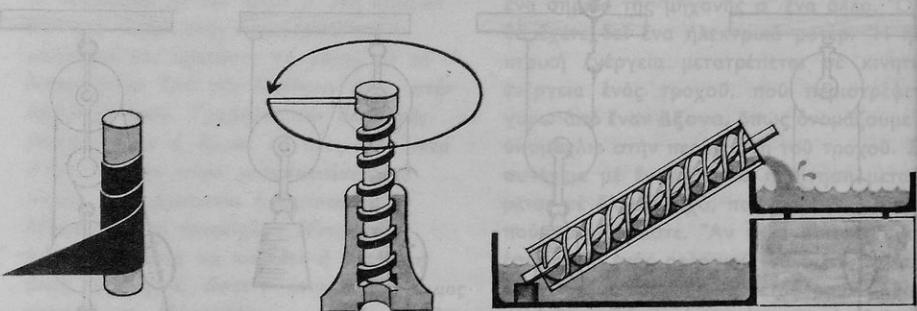
ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Πάγια τροχαλία, ἐλεύθερη τροχαλία και πολύσπαστα.

ἄκρη τῆς κορδέλας. Τραβήξτε πρός τά πάνω τήν ἄκρη τῆς κορδέλας, ώστε νά ἀνυψωθεῖ ἡ ἅμμος κατά 10 cm. Μετρήστε μὲν ἓνα ὑπόδεκάμετρο πόση ἀπόσταση μετακινήθηκε τὸ χέρι σας. Μετρήστε μὲ πόση δύναμη τραβήξατε τήν κορδέλα, γιά νά ἀνυψωθεῖ ἡ ἅμμος. Τραβήξτε μὲν τὸ δυναμόμετρο πρός τὰ κάτω τήν ἐλεύθερη ἄκρη τῆς κορδέλας, ώστε ἡ ἅμμος νά ἀνυψωθεῖ κατά 10 cm καὶ μετρήστε πόση ἀπόσταση μετακινήθηκε τὸ χέρι σας. Μετρήστε μὲ πόση δύναμη τραβήξατε τήν κορδέλα, γιά νά ἀνυψωθεῖ ἡ ἅμμος.

Ο πρῶτος ἄνθρωπος, πού πέταξε ἔνα σκονί γύρω ἀπό ἓνα κλαδί δέντρου, γιά νά σηκώσει πιό εὔκολα ἔνα βαρύ ἀντικείμενο, ἥταν ὁ ἐφευρέτης τῆς πάγιας τροχαλίας, πού μελετήσαμε στὸ πρῶτο μέρος τῆς ἐργασίας μας. Οπως εἰδαμε, ἀντίθετα μὲ τίς ἄλλες ἀπλές μηχανές πού μελετήσαμε, μέ τὴν πάγια τροχαλία δέν κερδίζουμε τίποτα σέ δύναμη. Ή πάγια

τροχαλία εἶναι χρήσιμη, γιατί μπορεῖ νά ἀλλάξει τή διεύθυνση, πρός τὴν ὅποια πρέπει νά ἐφαρμόσουμε κάποια δύναμη. Είναι πιό εὔκολο νά τραβήξουμε πρός τὰ κάτω τὴν ἄκρη ἔνος σκοινιοῦ, παρά νά σηκώσουμε ἀπευθείας ἔνα φορτίο. Στὴν περίπτωση αὐτῆ μάλιστα προστίθεται στή δύναμη πού ἐφαρμόζουμε καὶ τὸ βάρος τοῦ σώματός μας. Μπορεῖτε μὲ μιά πάγια τροχαλία νά σηκώσετε ἔνα φορτίο μὲ βάρος μεγαλύτερο ἀπό τό βάρος τοῦ σώματός σας;

Στό δεύτερο μέρος τῆς ἐργασίας μας εἰδαμε ἔνα πιό ἔξυπνο τρόπο γιά τή χρησιμοποίηση τῆς τροχαλίας. Δέσαμε τή μιά ἄκρη τῆς κορδέλας ἀπό ἓνα σταθερό σημεῖο καὶ κρεμάσαμε τό φορτίο πάνω στὴν ἴδια τήν τροχαλία. Κατασκευάσαμε δηλαδή μιά ἐλεύθερη τροχαλία. Στή λειτουργία της παρατηρήσαμε κάτι ἀνάλογο μέ τούς μοχλούς : Γιά νά ἀνυψωθεῖ τό φορτίο κατά 10 cm, χρειάστηκε νά μετακινήσουμε τό χέρι μας κατά 20 cm. Ξέρουμε, βέβαια, ἀπό τή «διατήρηση τῆς ἐνέργειας» δτι τό ἔργο πού χρειάστηκε



Ο κοχλίας συνδυάζει τό κεκλιμένο ἐπίπεδο καὶ τὸν τροχό. Σέ κάθε περιστροφή τοῦ τροχοῦ ὁ κοχλίας ἀνυψώνεται κατά μία σταθερή ἀπόσταση. Μιά ἔξυπνη ἐφαμογή τοῦ κοχλία στὴν ἀρχαὶ θητα ἥταν ὁ κοχλίας τοῦ Ἀρχιμήδη στὰ ἀριθμητικὰ ἔργα.

γιά νά άνυψωθεῖ τό φορτίο κατά 10 cm είναι ίσο μέ τό έργο πού κάναμε, όταν τραβήξαμε τό σκοινί τής έλευθερης τροχαλίας. Γ' αύτό τό λόγο μετρήσαμε μέ τό δυναμόμετρο καί βρήκαμε ότι μέ μιά έλευθερη τροχαλία μπορούμε νά υπερνικήσουμε μιά άντισταση διπλάσια άπό τή δύναμη πού έφαρμόζουμε.

Συνήθως, γιά νά σηκώσουμε μεγάλα βάρη, χρησιμοποιούμε συστήματα άπό πάγιες καί έλευθερες τροχαλίες, πού όνομαζονται **πολύσπαστα**. Οι σύγχρονοι γερανοί, πού βλέπετε στά μεγάλα οίκοδομικά έργα, στά έργοστασια καί στά λιμάνια, χρησιμοποιούν παρόμοιους συνδυασμούς άπό έλευθερες καί πάγιες τροχαλίες. "Ο μεγαλύτερος γερανός στήν "Ελλάδα σήμερα βρίσκεται στά ναυπηγεία τής "Ελευσίνας καί μπορεῖ νά σηκώσει φορτία πού ζυγίζουν πάνω άπό 500.000 kgf.

δ) Τό κεκλιμένο έπίπεδο καί δικοχλίας

Θά έχετε άσφαλως έπισκεφτεῖ μέ τό σχολείο σας ή μέ τούς γονεῖς σας κάποιον άρχαιο έλληνικό ναό. "Αν παρατηρήσατε καλά, θά είδατε ότι οι κολόνες τοῦ ναοῦ είναι κατασκευασμένες άπό κυλινδρικά κομμάτια μάρμαρο, πού οι άρχαῖοι "Ελληνες όνδημαζαν σπονδύλους. "Έχετε σκεφτεῖ ποτέ πώς κατόρθωναν οι πρόγονοι μας μέ τά λίγα μηχανικά μέσα πού είχαν στή διάθεσή τους, νά τοποθετοῦν τόν ένα σπόνδυλο πάνω στόν άλλο, γιά νά σχηματιστεῖ μιά κολόνα; Ξέρουμε σήμερα ότι, γιά νά χτιστεῖ δ. Παρθενώνας καί πολλοί άλλοι ναοί τής κλασικής έποχης, χρησιμοποιήθηκαν κυρίως τροχαλίες. Σέ παλαιότερες ζώμας κατασκευές, κυρίως στήν Αίγυπτο, τή λύση στό πρόβλημα αυτό ξέδωσε ή τέταρτη άπό τίς άπλες μηχανές πού θα μελετήσουμε: τό **κεκλιμένο έπίπεδο**. Γιά νά γίτισουν τό ναό, κατασκεύαζαν πρώτα τή βάση του καί τοποθετοῦν τόν πρώτο σπόνδυλο κάθε κολόνας. Στή συνέχεια γέμιζαν μέ χώμα τό χώρο ώς τήν πάνω έπιφάνεια τών σπονδύλων. Πάνω στήν άνηφορική έπιφά-

νεια, πού σχηματιζόταν άπό τό πρόσθετο χώμα, κυλούσαν τή δεύτερη σειρά σπονδύλων καί τούς τοποθετοῦσαν πάνω άπό τούς πρώτους. "Η έργασία αυτή συνεχίζόταν γιά κάθε σειρά σπονδύλων. "Όταν πλέον είχε τοποθετηθεῖ καί δικοχλία τοῦ ναοῦ, άφαιρούσαν τό πρόσθετο χώμα καί έμφανιζόταν όλο-κληρο τό κτίριο.

Τήν ίδια μεθόδο χρησιμοποιούμε συχνά καί σήμερα, γιά νά υπερνικήσουμε τή δύναμη τής βαρύτητας. Θά έχετε ίσως δεῖ στό τέλος τοῦ καλοκαιριοῦ έργάτες νά φορτώνουν ένα καμιόνι μέ βαρέλια γεμάτα μοῦστο. Γιά νά κάνουν τήν έργασία τους πολύ εύκολη, συνήθως κατασκευάζουν ένα κεκλιμένο έπίπεδο άπό μεγάλα σανίδια στό πίσω μέρος τοῦ φορτηγοῦ καί κυλούν τά βαρέλια πάνω στό κεκλιμένο έπίπεδο. Μέ στα μάθαμε γιά τή διατήρηση τής ένέργειας μπορούμε πιά εύκολα νά καταλάβουμε γιατί γίνεται πιό εύκολο τό φόρτωμα μέ τό κεκλιμένο έπίπεδο. Στή συνέχεια θά δοῦμε μιά διαδομένη έφαρμογή τού κεκλιμένου έπιπεδου, πού ίσως σᾶς προξενήσει έκπληξη.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Σέ μιά κόλλα άσπρο χαρτί ζωγραφίστε ένα κεκλιμένο έπίπεδο καί κόψτε το μ' ένα ψαλίδι. Τό τρέγων πού ζωγραφίσατε πρόπει νά έχει διαστάσεις περίπου 30 cm στή μεγαλύτερή του κάθετη πλευρά καί περίπου 15 cm στή μικρότερη. Τυλίξτε τό κεκλιμένο έπίπεδο γύρω άπό ένα λεπτό κύλινδρο μέ ψφος περίπου 20 cm, δπως δείχνει τό σχήμα.

Παρατηρήστε τό σχήμα πού διαγράφει τό κεκλιμένο έπίπεδο, καθώς τυλίγεται γύρω άπό τόν κύλινδρο.

Γύρω στά 200 π.Χ. δ "Ελληνας μαθηματικός "Απολλώνιος μελέτησε κι έβαλε τίς βάσεις

γιά τή λειτουργία τής πέμπτης και νεώτερης άπλης μηχανής : τοῦ **κοχλία**, όπως όνομά-
ζουμε τή γνωστή μας βίδα. "Οπως εἰδαμε στήν ἐργασία μας, ὁ μοχλός είναι μιά ἐφαρ-
μογή τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου. "Οπως μέ τήν περιστροφή ἐνός μοχλοῦ γύρω ἀπό τό ύπομοχλιο κατασκευάσαμε τόν τροχό, ἔτσι και μέ τήν περιστροφή τοῦ κεκλιμένου ἐπι-
πέδου γύρω ἀπό ἐναν κύλινδρο κατασκεύ-
ζεται ὁ κοχλίας.

"Από μιά ἀποψη ὁ κοχλίας δέν είναι τε-
λείως «ἀπλή» μηχανή. "Οπως δείχνει τό δεύτερο σχῆμα τής σελίδας 100, γιά νά λει-
τουργήσει ἐνας κοχλίας, πρέπει νά χρησι-
μοποιήσουμε ἐνα μοχλό, πού περιστρέφεται γύρω ἀπό τό ύπομοχλιο του. Δηλαδή, ὁ κοχλίας είναι ἐνας συνδυασμός ἀπό ἐνα κε-
κλιμένο ἐπίπεδο και ἐναν τροχό.

Στήν ἀρχαιότητα ἦταν περίφημοι οι κο-
χλίες πού κατασκεύασε ὁ Ἀρχιμήδης. Μέ τε-
ράστιους κοχλίες, πού κατασκεύασε γιά τό ναυτικό, μποροῦσε νά τραβήξει μιά φορτω-
μένη τριήρη στή στεριά. Μιά πολύ πιό ἔξυ-
πη ἐφαρμογή τής ἀπλῆς αὐτῆς μηχανῆς ἦταν ὁ κοχλίας, πού βλέπεται στήν τρίτη εί-
κόνα τής σελίδας 100, και πού χρησιμο-
ποίησε ὁ Ἀρχιμήδης σέ ἀρδευτικά ἔργα.
"Ηταν κατασκευασμένος ἀπό ἐνα ξύλινο δο-
κάρι μέ ξύλινα πτερύγια κι ἐνα περιβλήμα ἀπό σανίδια. Μέ τήν περιστροφή του ἀνάγ-
καζε τό νερό νά σκαρφαλώνει ἀπό μιά χα-
μηλή δεξαμενή σέ μιάν ἄλλη, πού βρισκόταν ψηλότερα.

Σήμερα συναντοῦμε τόν κοχλία σέ πολλές ἐφαρμογές τόσο στήν καθημερινή μας ζωή, ὅσο και στή βιομηχανία. Χρησιμοποιοῦμε βίδες, γιά νά στερεώσουμε τά διάφορα μέρη μιᾶς ξύλινης ἡ σιδερένιας κατασκευῆς. Μη-
χανικές πρέσες χρησιμοποιοῦν τόν κοχλία, γιά νά συμπιέσουν διάφορα ύλικα. Πλοία και ἀεροπλάνα παίρνουν τήν κίνησή τους ἀπό ἐλικες. Μέσα στήν κουζίνα τοῦ σπιτιοῦ σας θά βρεῖτε μιά σύγχρονη ἐφαρμογή τοῦ κο-

χλία τοῦ Ἀρχιμήδη στή μηχανή τοῦ κιμᾶ.

10. Ἡ μηχανική τῶν στερεῶν σωμάτων

Στό κεφάλαιο τῆς μηχανικῆς μελετήσαμε συστηματικά τήν κίνηση τῶν σωμάτων, πού βρίσκονται στή στερεά κατάσταση τής ὑλης. Στήν ἀρχή ἀσχοληθήκαμε μόνο μέ τήν **περιγραφή** τῆς κινήσεως, είδαμε τά διάφορα μεγέθη πού τή χαρακτηρίζουν και μάθαμε νά τά μετροῦμε, δηλαδή νά τά ἐκφράζουμε μέ ἀριθμούς. Μελετήσαμε τίς μονάδες μετρήσεως και τά ὄργανα πού χρησιμοποιοῦμε γιά τά τρία βασικά μεγέθη : τήν ἀπόσταση, τό χρόνο και τή μάζα. Μέ τήν ἀπόσταση και τό χρόνο κατασκευάσμε δύο νέα μεγέθη, τήν ταχύτητα και τήν ἐπιτάχυνση, και τά χρησιμο-
ποίησαμε, γιά νά περιγράψουμε τήν κίνηση τῶν ύλικῶν σωμάτων. Είδαμε ἀκόμα στή ὄλα τά ύλικα σώματα, πού παρατηροῦμε στόν πλανήτη μας, ἔλκονται ἀπό τή γῆ μέ δύναμη, πού είναι ἀνάλογη πρός τή μάζα τους. Τή δύναμη αὐτή τήν ὄνομάσαμε βάρος τοῦ σώματος και τή μετρήσαμε μέ τό δυναμόμετρο πού κατασκευάσμε.

Στή συνέχεια ἔξετάσαμε τήν **αιτία** γιά κάθε κίνηση πού παρατηροῦμε και βρήκαμε τή σχέση πού ἔχει ἡ δύναμη μέ τήν κίνηση. "Ανακαλύψαμε στή, γιά νά ἀλλάζει τή ταχύτητα ἐνός σώματος, πρέπει νά ἔξασκηθει πάνω του μιά δύναμη. Είδαμε μάλιστα πώς ἀλλάζει τή ταχύτητα ἐνός σώματος σέ σχέση μέ τή μάζα του, τή δύναμη πού ἔξασκεται πάνω στό σώμα και τό χρόνο πού ἔξασκεται αὐτή ἡ δύναμη.

Τό **ἀποτέλεσμα** τοῦ ἔργου, πού παράγεται σταν μιά δύναμη κινεῖ ἐνα σώμα, είναι ἡ μη-
χανική ἐνέργεια, πού ἀποκτά τό σώμα μέ τήν κίνηση του. "Οπως ζέρουμε, ἡ ἐνέργεια δια-
τηρεῖται και, μέ τή βοήθεια τῶν διαφόρων μηχανῶν πού κατασκεύαζει ὁ ἄνθρωπος, μπορεῖ νά μεταβληθεῖ σέ μιάν ἄλλη μορφή, πού ἵσως είναι πιό χρήσιμη σέ κάποια ὁρί-

σμένη έργασία. "Ένα τέτοιο παράδειγμα είδαμε στίς άπλες μηχανές, που λειτουργούν μέν μηχανική ένέργεια και άποδίδουν πάλι μηχανική ένέργεια.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μπορείτε νά κάνετε μιά άνακεφαλαίωση τών

νέων έννοιών, που συναρτήσαμε στή μηχανική, μέ τίς λέξεις πού βρίσκονται σκόρπιες σ' αντή τή σελίδα.

Έπαναλάβετε μέ τίς λέξεις αντές τήν έργασία πού βρίσκεται στό τέλος κάθε ένότητας. Βεβαιωθείτε ότι καταλάβατε τί σημαίνει κάθε λέξη και ότι μπορείτε νά τίνεξηγήσετε μέ δικά σας λόγια και παραδείγματα.

ΖΥΓΟΣ

μονάδα μετρήσεως

νήμα στάθμης

ΜΟΧΛΟΣ

ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ

ΤΑΧΥΤΗΤΑ

ΒΑΡΟΣ

ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΟ

ΜΑΖΑ

ύπομοχλο

μέτρηση

άπλες μηχανές

ΕΚΚΡΕΜΕΣ

νόμοι τής βαρύτητας

έλευθερη τροχαλία

ΤΡΟΧΟΣ

δύναμη τριβῆς

ΠΟΛΥΣΠΑΣΤΟ

κεκλιμένο έπίπεδο

ΔΥΝΑΜΗ

ΚΟΧΛΙΑΣ

άρχη τής άδρανειας

πάγια τροχαλία

ΜΗΧΑΝΕΣ

φυσικό μέγεθος

ΜΕΤΡΟ

ἀπόσταση

χιλιόγραμμο

ΧΡΟΝΟΣ

μηχανική ένέργεια

IV. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

πόλεις στην οποία το υδροστατικό της στέρεα κατάσταση είναι με τη διαδικασία πάνω από στην οποία δεν μπορεί να γίνεται η απομάκρυνση του υδροστατικού της στόχου. Το υδροστατικό της στέρεα κατάσταση είναι με τη διαδικασία πάνω από στην οποία δεν μπορεί να γίνεται η απομάκρυνση του υδροστατικού της στόχου.

Στην παλαιά ηλικία της ο υδροστατικό της στέρεα κατάσταση είναι με τη διαδικασία πάνω από στην οποία δεν μπορεί να γίνεται η απομάκρυνση του υδροστατικού της στόχου. Το υδροστατικό της στέρεα κατάσταση είναι με τη διαδικασία πάνω από στην οποία δεν μπορεί να γίνεται η απομάκρυνση του υδροστατικού της στόχου.

1. Έλευθερη έπιφάνεια των ύγρων

Τό κύριο χαρακτηριστικό της ςτης στέρεα κατάσταση είναι ότι έχει ένα δρισμένο σχήμα. Αντίθετα, έχουμε δεῖ ότι στήν ύγρη κατάσταση ή ςτη σχήμα του δοχείου που τήν περιέχει. Ξέρουμε ότι αύτή ή ίδιοτητα των ύγρων προέρχεται από τη σχέση που έχουν οι δυνάμεις συνοχής με τή συνεχή κίνηση των μορίων. Στήν ύγρη κατάσταση οι δυνάμεις συνοχής δέν είναι άρκετά ισχυρές, ώστε νά συγκρατοῦν τά μόρια σέ σταθερές θέσεις. "Αν παρατηρήσουμε μιά κανάτα γεμάτη νερό, θά δοῦμε ότι τό νερό έχει πάρει άκριβως τό σχήμα που έχει τό έσωτερικό της κανάτας. Ξέρουμε ότι ή γῆ έλκει τό νερό πρός τό κέντρο της μέ μιά δύναμη άναλογη πρός τη μάζα του. "Ετσι, αν γείρουμε τήν κανάτα πάνω από ένα ποτήρι, ή δύναμη της βαρύτητας θά τό κάνει νά πέσει, ώσπου νά συναντήσει τό ποτήρι. "Αν περιμένουμε λίγο, θά δοῦμε ότι τό νερό θά ήρεμήσει μέσα στό ποτήρι, θά πάρει τό σχήμα του ποτηριού και θά σχηματίσει μιά έπιπτεδη έπιφάνεια στό πάνω του μέρος.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστείτε μιά λεκάνη, λίγο σπάγκο, ένα βαρίδι φαρέματος, ένα μοιρογνωμόνιο κι ένα διαφανή πλαστικό σωλήνα μέ μήκος περίπου 1,5 m.

1) Κατασκευάστε ένα νήμα της στάθμης μέ σπάγκο και τό βαρίδι.

Ρίξτε άρκετό νερό μέσα στή λεκάνη και κρατήστε τό νήμα της στάθμης, ώστε τό βαρίδι μόλις νά άγγιζει τήν έπιφάνεια το νερού.

Μετρήστε μέ τό μοιρογνωμόνιο τή γωνία που σχηματίζεται από τό νήμα της στάθμης και τήν έπιφάνεια τού νερού.

2) Κρατήστε μαζί τίς δύο άκρες τού σωλήνα και γεμίστε τον νερό ως τή μέση. Τί παρατηρείτε γιά τήν έπιφάνεια τού νερού στά δύο μέρη τού σωλήνα;

Σηκώστε τή μια άκρη τού σωλήνα κατά 10 cm. Τί παρατηρείτε γιά τήν έπιφάνεια τού νερού στά δύο μέρη τού σωλήνα;

Στό πρώτο μέρος τής έργασίας μας χρησιμοποιήσαμε τό νήμα πής στάθμης, γιά νά βροῦμε μιά σπουδαία ίδιότητα τής έλεύθερης έπιφάνειας τῶν ύγρων. "Οπως μάθαμε στή μηχανική, ή γῆ έλκει πρός τό κέντρο της τό βαρίδι, πού έχουμε δέσει στήν ακρη τοῦ σπάγκου. "Ετσι, τό νήμα πής στάθμης τεντώνεται σέ μιά γραμμή, πού δείχνει κατευθείαν πρός τό κέντρο τής γῆς. "Οπως λέμε στή γεωμετρία, τό νήμα τής στάθμης έχει τή διεύθυνση πού έχει μιά άκτινα τής γῆς. Στή συνέχεια τής έργασίας μας μετρήσαμε τή γωνία, πού σχηματίζει τό νήμα τής στάθμης μέ τήν έπιφάνεια τοῦ νεροῦ, και άνακαλύψαμε ὅτι

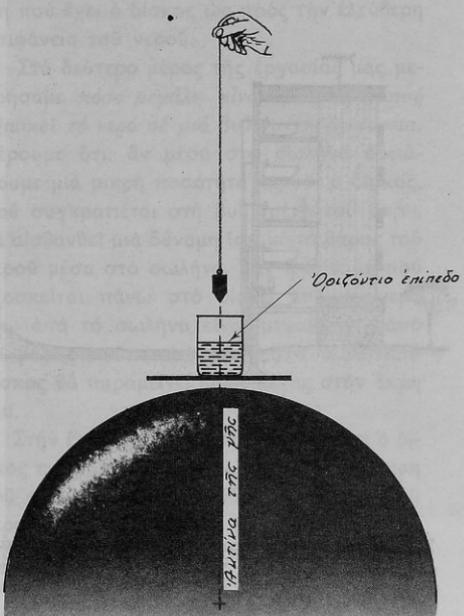
**τή έλευθερη έπιφάνεια ένός ύγροῦ,
ὅταν βρίσκεται σέ ήρεμία, είναι
κάθετη πρός τήν άκτινα τής γῆς
πού καταλήγει σ' αὐτή τήν έπιφάνεια.**

"Αν διαλέξουμε ένα όποιοδήποτε σημείο στήν ήρεμη έπιφάνεια μιᾶς λίμνης ή στήν έπιφάνεια τής θάλασσας, θά βροῦμε ὅτι ή έπιφάνεια τοῦ νεροῦ είναι κάθετη πρός τήν άκτινα τής γῆς, πού περνάει άπό αὐτό τό σημείο. Είναι δηλαδή ένα **όριζόντιο έπίπεδο**. Βεβαίως, αὐτό δέ σημαίνει ὅτι ή έπιφάνεια τής θάλασσας, ἀν τή δοῦμε πανοραματικά άπό ένα δορυφόρο, είναι έπιπεδη. Ξέρουμε ὅτι ή γῆ είναι μιά μεγάλη σφαίρα. "Ετσι, ή έπιφάνεια τής θάλασσας είναι μιά σφαιρική έπιφάνεια, πού σέ κάθε της σημείο είναι κάθετη πρός τήν άκτινα τής γῆς.

Στό δεύτερο μέρος τής έργασίας μας είδαμε μιά άλλη σπουδαία έπιδραση, πού έχει ή δύναμη τής βαρύτητας στήν έλευθερη έπιφάνεια τῶν ύγρων. Μέ τή βοήθεια τοῦ πλαστικοῦ σωλήνα άνακαλύψαμε ὅτι

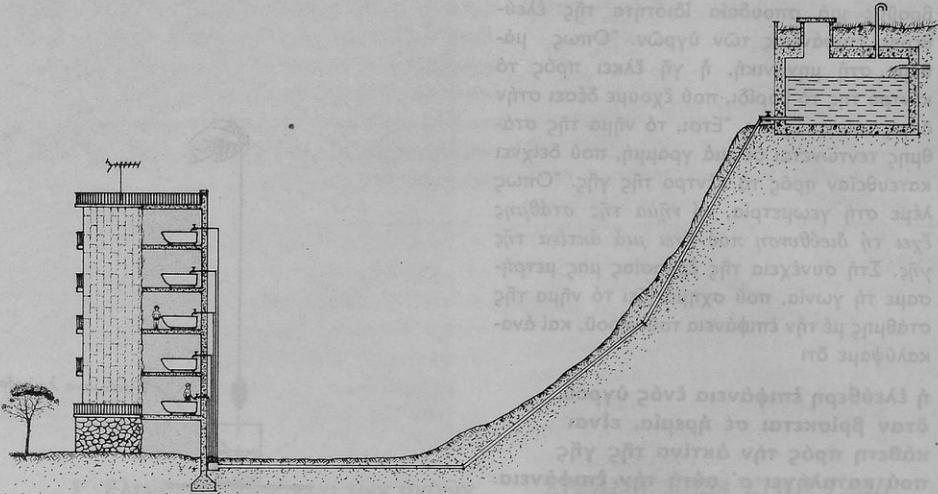
**τή έλευθερη έπιφάνεια ένός ύγροῦ
μέσα σέ δύο δοχεῖα πού συγκοινωνοῦν
βρίσκεται στό ίδιο όριζόντιο έπίπεδο.**

"Η ίδιότητα αὐτή τῶν ύγρων είναι γνωστή ως άρχή τῶν συγκοινωνούντων δοχείων και



"Η έπιφάνεια ένός ύγρου, δταν ήρεμει, είναι κάθετη πρός τήν άκτινα τής γῆς. Τό νήμα τής στάθμης είναι κάθετο πρός τήν έπιφάνεια τοῦ ύγροῦ και παλόγει τή διεύθυνση πού έχει ή άκτινα τής γῆς.

Έχει πολλές έφαρμογές στήν καθημερινή μας ζωή. "Εχετε ποτέ σκεφτεῖ πώς τό νερό τής βρύσης άνεβαίνει ίσαμε τό τελευταίο πάτωμα στίς ψηλές πολυκατοικίες τῶν πόλεων; "Η άπαντηση είναι άρκετά άπλη. Συνήθως τό νερό πού καταναλώνεται στίς πόλεις προέρχεται άπό μεγάλες δεξαμενές, πού μαζεύ-



Τό νερό πού καταναλώνεται στις πόλεις προέρχεται από δεξαμενές, πού είναι κατασκευασμένες σε μεγαλύτερο ύψος μέτρο από τήν πόλη. ⁷ Επισι, με τήν άρχη τῶν συγκοινωνούντων δοχείων, τό νερό φτάνει ώς τα ψηλότερα σημεῖα τῶν κτιρίων.

ουν τό νερό τῆς βροχῆς ἡ τῶν γύρω ποταμῶν. Οἱ δεξαμενές αὐτές κατασκευάζονται σέ μέρη, πού βρίσκονται σέ μεγαλύτερο ὑψόμετρο ἀπό τὴν πόλη. Ἔτσι, ὅταν ἡ δεξαμενή συνδεθεῖ μὲ τό δίκτυο διανομῆς στὴν πόλη, ἡ ἐλεύθερη ἐπιφάνειά του προσπαθεῖ νά ἀνεβεῖ στό ἕδιο δριζόντιο ἐπίπεδο πού βρίσκεται ἡ ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ τῆς δεξαμενῆς.

2. Πίεση

Κάθε όλικο σώμα έλκεται από τή γῆ μέτρη δύναμη τῆς βαρύτητας. "Αν άφήσουμε μιά πέτρα έλευθερη, ζέρουμε ότι θά κινηθεῖ πρός τό κέντρο τῆς γῆς. "Αν πάλι τήν κρατήσουμε στήν παλάμη μας, ή πέτρα θά έχασκησει μιά δύναμη πάνω στό χέρι μας καί, για νά τή συγκρατήσουμε, θά πρέπει νά έφαρμόσουμε μιά ίση καί άντιθετη δύναμη. Μέ τόν ίδιο τρόπο ένα ύγρο έχασκει μιά δύναμη στό δοχείο πού τό περιέχει. Καθένα από τά μυριάδες μόρια μέσα σέ ένα ποτήρι νερό έλκεται από τή γῆ μέτρη δύναμη τῆς βαρύτητας. Ξέρουμε ότι ή δύναμη αυτή είναι ή ίδια για κάθε μόριο, γιατί όλα τά μόρια τοῦ νερού είναι ομοια-

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θά ἔχετε ἀσφαλῶς δεῖ σέ κάπου πλατεία ἢ
δημόσιο κῆρο ἔνα συντριβάνι. Μπορεῖτε
μέ τήρ ἀρχή τῶν συγκοινωνούκτων δοχείων
νά ἐξηγήσετε πῶς λειτουργεῖ τό συντριβάνι;

καί ἐπομένως ἔχουν τὴν ἴδια μάζα. Ἐτσι, κάθε μόριο μέσα στό ύγρο προσπαθεῖ νά κινηθεῖ πρός τό κέντρο τῆς γῆς καί μέ τὴν προσπάθειά του αὐτή ἔξασκει δυνάμεις πρός ὅλα τά γειτονικά του μόρια. Στὴν ἐπόμενη ἐργασία μας θά μελετήσουμε πῶς μοιράζεται ἡ δύναμη, πού ἔξασκοῦν τά μόρια πάνω σέ στερεά ἀντικείμενα πού βρίσκονται μέσα σέ ἓνα ύγρο, καθώς καί στά στερεά τοιχώματα τοῦ δοχείου του.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε ἔνα διαφανή πλαστικό ἥ γυνάλινο σωλήνα μέ διάμετρο περίπου 2 cm, μιά λεκάνη γεμάτη νερό, ἔνα δίσκο ἀπό λεπτή λαμαզίνα ἥ πλαστικό μέ διάμετρο περίπου 3 cm καὶ λίγη κορδέλα μέ φάρδος περίπου 1/2 cm. Ἡ μιά ἄκρη τοῦ σωλήνα πρέπει νά είναι κομμένη σέ ἓνα ἐπίπεδο, ὅστε νά ἐφαρμοζει πάνω στὴν ἐπιφάνεια τοῦ δίσκου, χωρὶς νά ἀφήνει διάκενα.

Κολλήστε τὴν ἄκρη τῆς κορδέλας μέ λίγη κόλλα στὸ κέντρο τῆς ἐπιφάνειας τοῦ δίσκου καὶ περάστε τὴν κορδέλα μέσα ἀπό τὸ σωλήνα, ὅστε ἡ ἐπιφάνεια τοῦ δίσκου νά ἐφαρμοζει στή μιά ἄκρη τοῦ σωλήνα.

1) Βούθιστε τὸ σωλήνα μέσα στὸ νερό, ὅπως δείχνει τὸ σχῆμα. Τί παρατηρεῖτε ὅταν ἀφήστε ἐλεύθερη τὴν ἄκρη τῆς κορδέλας;

Μετατοπίστε τὴν ἄκρη τοῦ σωλήνα πού βρίσκεται μέσα στό νερό, ὅστε ὁ δίσκος νά πάρει διάφορες θέσεις ὡς πρός τὴν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ. Τί παρατηρεῖτε;

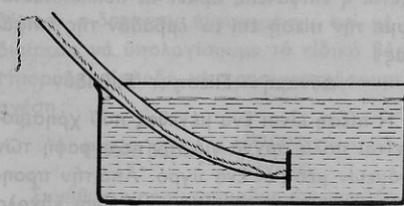
2) Ἀδειάστε μιά μικρή ποσότητα νεροῦ μέσα στὸ σωλήνα ἀπό τὴν ἄλλη ἄκρη του. Τί παρατηρεῖτε; Συνεχίστε νά προσθέτετε νερό μέσα στὸ σωλήνα. Πότε ξεκολλάει ὁ δίσκος ἀπό τὴν ἄκρη τοῦ σωλήνα πού βρίσκεται μέσα στό νερό;

“Οταν βυθίσαμε τὸν πλαστικὸν σωλήνα μέσα στό νερό, βρήκαμε ὅτι δέ χρειαζόταν πλέον νά συγκρατήσουμε μέ τὴν κορδέλα τό δί-

σκο στή βυθισμένη του ἄκρη. Τό νερό ἄρχισε νά ἔξασκει μιά δύναμη πάνω στό δίσκο κι ἔτσι αὐτός ἐμεινει κολλημένος πάνω στὴν ἄκρη τοῦ σωλήνα. Παρατηρήσαμε μάλιστα ὅτι ἡ δύναμη αὐτή ἔξασκείται πάνω στὴν ἐπιφάνεια τοῦ δίσκου ἀνεξάρτητα ἀπό τή διεύθυνση πού ἔχει ὁ δίσκος ὡς πρός τὴν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ.

Στό δεύτερο μέρος τῆς ἐργασίας μας μετρήσαμε πόσο μεγάλη είναι ἡ δύναμη πού ἔξασκει τό νερό σέ μια βυθισμένη ἐπιφάνεια. Ξέρουμε ὅτι, ἂν μέσα στό σωλήνα ἀδειάσουμε μιά μικρή ποσότητα νεροῦ, ὁ δίσκος, πού συγκρατείται στή βυθισμένη του ἄκρη, θά αἰσθανθεῖ μιά δύναμη ἵση μέ τό βάρος τοῦ νεροῦ μέσα στό σωλήνα. “Αν ἡ δύναμη πού ἔξασκείται πάνω στό δίσκο ἀπό τό νερό ἔχω ἀπό τό σωλήνα είναι μεγαλύτερη ἀπό τό βάρος τοῦ νεροῦ μέσα στό σωλήνα, ὁ δίσκος θά παραμείνει κολλημένος στὴν ἄκρη του.

Στήν ἐργασία μας παρατηρήσαμε ὅτι δίσκος πράγματι ἐμεινει κολλημένος στὴν ἄκρη τοῦ σωλήνα, ὅσο ἡ ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ μέσα στό σωλήνα βρισκόταν χαμηλότερα ἀπό τήν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ ἔχω ἀπό τό σωλήνα. Οἱ δύο δυνάμεις ἔγιναν



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Ἡ πλειστηριανή τοῦ νεροῦ συγκρατεῖ τό δίσκο στὴν ἄκρη τοῦ σωλήνα.

ίσες καὶ ὁ δίσκος ξεκόλλησε, ὅταν οἱ δύο ἔλευθερες ἐπιφάνειες ἔφτασαν στὸ διο δρίζοντο ἐπίπεδο. Εἶναι τώρα εὔκολο νά συμπέρανουμε πόσο μεγάλη εἶναι ή δύναμη πού δέχεται ὁ βυθισμένος δίσκος ἀπό τό ύγρο. Ἡ δύναμη πού ἔξασκεῖται σέ μιά ἐπιφάνεια βυθισμένη σέ ἔνα ύγρο εἶναι ἵση μέ τό βάρος μιᾶς στήλης ύγρου, πού ἔχει βάση τήν ἐπιφάνεια αὐτή καὶ ὑφος τήν ἀπόστασή της ἀπό τήν ἔλευθερη ἐπιφάνεια τοῦ ύγρου.

“Οπως εἰδαμε στήν ἐργασία μας, δέν ἔχει καμιά σημασία ή διεύθυνση τῆς ἐπιφάνειας μέσα στό ύγρο. Γιά νά βροῦμε τή δύναμη πού ἔξασκεῖ ἔνα ύγρο πάνω σέ μιά βυθισμένη ἐπιφάνεια, ἀρκεῖ νά μετρήσουμε μέ ἔνα δυναμόμετρο τό βάρος μιᾶς στήλης ύγρου, πού ἀρχίζει ἀπό αὐτή τήν ἐπιφάνεια καὶ ἔχει ὑψος ἵσο μέ τήν ἀπόστασή της ἀπό τήν ἔλευθερη ἐπιφάνεια τοῦ ύγρου. Φυσικά, ή δύναμη πού δέχεται μιά βυθισμένη ἐπιφάνεια εἶναι ἀνάλογη μέ τό μέγεθος τῆς ἐπιφάνειας. “Οσο πιό μεγάλη εἶναι ή ἐπιφάνεια, τόσο μεγαλύτερη εἶναι ή δύναμη πού ἔξασκεῖται πάνω της ἀπό τά μόρια τοῦ ύγρου. Εἶναι ἐπομένως πολύ εὔκολο νά ὑπολογίσουμε τή δύναμη πού δέχεται μιά δρισμένη ἐπιφάνεια, ἄν ξερουμε τή δύναμη πού δέχεται ἔνα τετραγωνικό ἐκατοστόμετρο τῆς ἐπιφάνειας, ή, ὥστα λέμε, ἄν ξερουμε τήν πίεση πάνω στήν ἐπιφάνεια. Γιά νά βροῦμε τήν διλική δύναμη πού δέχεται ή ἐπιφάνεια, ἀρκεῖ νά πολλαπλασιάσουμε τήν πίεση ἐπί τό ἐμβαδόν τῆς ἐπιφάνειας:

Δύναμη = Πίεση × Ἐμβαδόν

‘Η πίεση εἶναι ἔνα μέγεθος πού χρησιμοποιεῖται πολύ συχνά γιά τήν περιγραφή τῶν δυνάμεων μέσα σέ ἔνα ύγρο. Ἀπό τήν προηγούμενη μάλιστα ἐργασία μας εἶναι εὔκολο νά ὑπολογίσουμε τήν πίεση σέ κάθε σημεῖο μέσα σέ ἔνα ύγρο.

‘Η πίεση σέ ἔνα δρισμένο σημεῖο μέσα σέ ἔνα ύγρο εἶναι ἵση μέ τό βάρος μιᾶς στήλης ύγρου, πού ή βάση της ἔχει ἐμβαδόν ἔνα τε-

τραγωνικό ἐκατοστόμετρο καὶ τό ύψος της εἶναι ἵσο μέ τήν ἀπόσταση τοῦ σημείου ἀπό τήν ἔλευθερη ἐπιφάνεια τοῦ ύγρου.

“Ετοι, ὅσο μεγαλύτερο εἶναι τό βάθος πού βρίσκεται ἔνα σῶμα, τόσο μεγαλύτερη εἶναι ή πίεση πού ἔξασκεῖ πάνω του τό ύγρο.

‘Αλλά καὶ στά τοιχώματα τοῦ δοχείου πού περιέχει τό ύγρο ἔξασκεῖται πίεση, πού αὐξάνει ἀνάλογα μέ τό βάθος. Γιά τό λόγο αὐτό τά φράγματα, πού χτίζονται γιά νά συγκρατοῦν τά νερά τεχνητῶν λιμνῶν, κατασκευάζονται μέ μεγαλύτερο πάχος στή βάση τους. “Ἐνα τέτοιο παράδειγμα εἶναι τό φράγμα τῆς λίμνης τοῦ Μαραθώνα, πού συγκρατεῖ τό νερό γιά τήν ὑδρευση τῆς Ἀθήνας. “Ἔχει κατασκευαστεῖ μέ πλάτος 4,5m στήν κορυφή του καὶ 48m στή βάση του, ὡστε νά ἀντέχει στίς μεγάλες πίεσεις τοῦ νεροῦ κοντά στό βυθό τῆς λίμνης.

3. Πυκνότητα καὶ εἰδικό βάρος

Είδαμε ὅτι, γιά νά βροῦμε τήν πίεση σέ ἔνα δρισμένο βάθος ἀπό τήν ἐπιφάνεια ἐνός ύγρου, ἀρκεῖ νά μετρήσουμε τό βάρος μιᾶς στήλης ύγρου, πού ἔχει βάση 1 τετραγωνικό ἐκατοστόμετρο καὶ ὑψος ἵσο μέ τό βάθος.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε ἔνα ψηλό, κυλινδρικό ποτήρι, ἔνα δυναμόμετρο, νερό καὶ οἰνόπνευμα. Μετρήστε τό βάρος τοῦ ποτηριοῦ ὅταν εἶναι ἀδειο. Μετρήστε μέ ἔνα ὑποδεκάμετρο τή διάμετρο τοῦ ποτηριοῦ καὶ ὑπολογίστε τό ἐμβαδόν τῆς ἐπιφάνειας στόν πάτο τοῦ ποτηριοῦ.

1) Γεμίστε τό ποτήρι μέ νερό ἵσαιε 10 cm ύψος. Ζυγίστε τώρα τό ποτήρι μέ τό νερό. Πόση δύναμη ἔξασκεῖ τό νερό στόν πάτο τοῦ ποτηριοῦ;

Πόση είναι ή πίεση στόν πάτο τοῦ ποτηριοῦ;
Πόση πίεση έξασκει τό νερό πάνω στά τοιχώματα τοῦ ποτηριοῦ 5 cm κάτω από τήν έπιφάνεια τοῦ νερού;

2) Ἐπαναλάβετε τήν ἐργασία σας χρησιμοποιώντας οινόπνευμα ἀντί για νερό. Συγκρίνετε τά ἀποτελέσματα τῆς ἐργασίας σας.

Στό πρώτο μέρος τῆς ἐργασίας μας βρήκαμε τό βάρος τοῦ νεροῦ μέσα στό ποτήρι καὶ ἐπομένως τή δύναμη πού έξασκει τό νερό στόν πάτο τοῦ ποτηριοῦ. Γιά νά ύπολογίσουμε τήν πίεση, δηλαδή τή δύναμη πού έξασκεῖται σέ κάθε τετραγωνικό ἔκατοστόμετρο έπιφάνειας, πρέπει νά διαιρέσουμε τήν δλική δύναμη πού μετρήσαμε μέ τό ἐμβαδόν τοῦ πάτου τοῦ ποτηριοῦ:

$$\text{Πίεση} = \frac{\text{Δύναμη}}{\text{Έμβαδόν}}$$

Ἡ σχέση αὐτή είναι ή ἵδια μέ τή σχέση πού συναντήσαμε στό προηγούμενο κεφάλαιο. Συνδέει τήν πίεση μέ τή δύναμη πού έξασκεῖται πάνω σέ μιά έπιφάνεια μέ όρισμένο ἐμβαδόν, ὅπως ή σχέση στή σελίδα 84 συνδέει τήν ταχύτητα μέ τήν ἀπόσταση καὶ τό χρόνο. Μέ τή σχέση αὐτή μάλιστα μποροῦμε νά όρισουμε καὶ τή μονάδα μετρήσεως τῆς πίεσεως. "Οπως ξέρετε ἀπό τή γεωμετρία, ή μονάδα μετρήσεως γιά τό ἐμβαδόν είναι τό τετραγωνικό ἔκατοστόμετρο, πού συμβολίζεται μέ τά γράμματα cm^2 . "Αν μετρήσουμε τή δύναμη, πού έξασκει ἔνα ύγρο σέ μιά έπιφάνεια, σέ γραμμάρια δυνάμεως, τότε ή μονάδα μετρήσεως τῆς πίεσεως είναι τό γραμμάριο δυνάμεως ἀνά τετραγωνικό ἔκατοστόμετρο καὶ συμβολίζεται μέ τά γράμματα gf/cm^2 .

"Ετσι, βρήκαμε οτι ή πίεση στόν πάτο τοῦ ποτηριοῦ, ὅταν περιέχει νερό, είναι περίπου 10 gf/cm^2 . "Οταν όμως ἐπαναλάβαμε τήν ἵδια ἐργασία μέ τό οινόπνευμα, βρήκαμε οτι ή πίεση στόν πάτο τοῦ ποτηριοῦ στήν περί-

πτωση αὐτή είναι περίπου 8 gf/cm^2 . Παρατηρήσαμε δηλαδή οτι τά δύο ύγρα έξασκούν διαφορετικές πιέσεις στό ἴδιο βάθος κάτω ἀπό τήν έπιφάνειά τους. Δέν είναι βέβαια καθόλου δύσκολο νά έξηγήσουμε αὐτή τή διαφορά. "Απλώς μιά στήλη νερού μέ βάση 1 cm² και ὑψος 10 cm έχει μεγαλύτερο βάρος ἀπό μιά όμοια στήλη οινόπνευμα. Πιό γενικά ἄν συγκρίνουμε δύο όμοιους ὅγκους νερό καὶ οινόπνευμα, θά βροῦμε οτι τό νερό έχει μεγαλύτερο βάρος ἀπό τό οινόπνευμα.

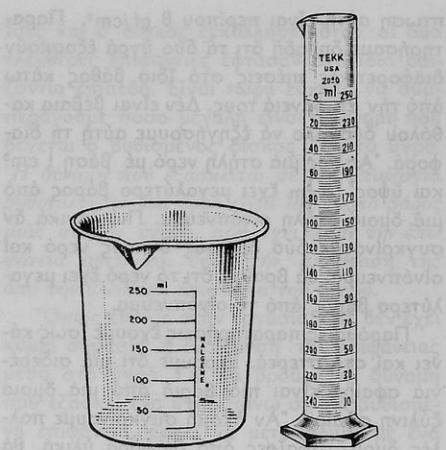
Παρόμοιες παρατηρήσεις έχουμε ίσως κάνει καὶ στά στερεά. Ξέρουμε οτι μιά σιδερένια σφαίρα είναι πιο βαριά ἀπό μιά όμοια ξύλινη σφαίρα. "Αν ἀκόμη συγκρίνουμε πολλές όμοιες σφαῖρες ἀπό διάφορα ύλικά, θά βροῦμε οτι καθεμιά έχει διαφορετικό βάρος. Τό βάρος δηλαδή πού έχει ἔνας όρισμένος ὅγκος ἀπό ένα ύλικο είναι μιά ἀπό τίς ιδιότητες τοῦ ύλικοῦ. Γιά νά περιγράψουμε αὐτή τήν ιδιότητα, χρησιμοποιοῦμε ἔνα νέο μέγεθος πού όνομάζεται εἰδικό βάρος.

Τό εἰδικό βάρος ἐνός ύλικοῦ είναι τό βάρος πού έχει ἔνα κυβικό ἔκατοστόμετρο αύτοῦ τοῦ ύλικοῦ.

"Ετσι, γιά νά βροῦμε τό εἰδικό βάρος τοῦ σιδήρου, ἀρκεῖ νά μετρήσουμε μέ ἔνα δυναμόμετρο τό βάρος ἐνός σιδερένιου ἀντικειμένου πού έχει ὅγκο ἔνα κυβικό ἔκατοστόμετρο. Είναι όμως πολὺ εὔκολο νά μετρήσουμε τό βάρος καὶ τόν ὅγκο ἐνός όποιου-δήποτε σιδερένιου ἀντικειμένου καὶ μέ μιά διάρεση νά ύπολογίσουμε τό εἰδικό βάρος. Μποροῦμε δηλαδή νά χρησιμοποιήσουμε τή σχέση :

$$\text{Εἰδικό βάρος} = \frac{\text{Βάρος}}{\text{Όγκος}}$$

Συνήθως χρησιμοποιοῦμε ώς μονάδα μετρήσεως τοῦ ὅγκου τό κυβικό ἔκατοστόμετρο πού συμβολίζεται μέ τά γράμματα cm^3 καὶ ώς μονάδα μετρήσεως τοῦ βάρους τό γραμμάριο δυνάμεως. Τότε ἀπό τήν παραπάνω σχέση ή μονάδα μετρήσεως τοῦ εἰδικοῦ



Έργα στηριακοί όγκομετρικοί σωλήνες.

βάρους είναι τό γραμμάριο δυνάμεως άνα κυβικό έκατοστόμετρο, πού συμβολίζεται μέτα τά γράμματα:

gf/cm^3 .

Έχουμε δεῖ ομως ότι τό βάρος ένός σώματος έξαρταται από τόν τόπο, όπου τό μετρούμε. Τό ειδικό βάρος τού χρυσού στήν έπιφανεια τῆς Γῆς είναι $19,3 \text{ gf/cm}^3$, ένω πάνω στή Σελήνη είναι μόνο $2,7 \text{ gf/cm}^3$. "Αν πάλι μετρήσουμε τό ειδικό βάρος τού χρυσού μέσα σέ ένα τεχνητό δουρφόρο, όπου ή δύναμη τῆς βαρύτητας είναι έλαχιστη, θά βρούμε ότι είναι σχεδόν 0 gf/cm^3 . "Οπως τό βάρος δέ μετράει σωστά τήν ψήλη πού υπάρχει μέσα σ' ένα άντικείμενο, έτσι και τό ειδικό βάρος δέ μετράει σωστά τήν ψήλη πού υπάρχει μέσα σ' ένα κυβικό έκατοστόμετρο ένός ύλικου. "Οπως θά μαντέψατε, γιά νά μετρήσουμε αύτή τήν ιδιότητα, πρέπει νά κατασκευάσουμε ένα νέο φυσικό μέγεθος, άνάλογο μέτο ειδικό βάρος, πού, άντι γιά τό βάρος, νά χρησιμοποιεί τή μάζα τού ύλικου. Τό νέο αύτο μέγεθος όνομάζεται **πυκνότητα**.

ΤΗ πυκνότητα ένός ύλικου είναι η μάζα πού περιέχει ένα κυβικό έκατοστόμετρο αύτού τού ύλικου.

Άναλογα μέτο ειδικό βάρος μπορούμε νά βρούμε τήν πυκνότητα ένός άντικειμένου, άν διαιρέσουμε τή μάζα του μέτο τόν ζύγο του. Μπορούμε δηλαδή νά χρησιμοποιήσουμε τή σχέση

$$\text{Πυκνότητα} = \frac{\text{Μάζα}}{\text{Όγκος}}$$

καί ως μονάδα μετρήσεως τό γραμμάριο άνα κυβικό έκατοστόμετρο, πού συμβολίζεται μέτα τά γράμματα

g/cm^3 .

Ο παρακάτω πίνακας περιέχει τιμές γιά τήν πυκνότητα μερικῶν συνηθισμένων ύλικων.

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΕ g/cm^3

Φελλός	0,24
Οινόπνευμα	0,79
Πετρέλαιο	0,80
Έλαιολαδο	0,91
Νερό	1,00
Άλουμινιο	2,70
Σίδηρος	7,70
Υδράργυρος	13,60
Χρυσός	19,26

"Οπως παρατηρείτε, τό νερό έχει πυκνότητα άκριβώς 1 g/cm^3 . Ο άριθμός αύτός, φυσικά, δέ δείχνει τίποτε τό ίδιατερο γιά τό νερό. Προέρχεται από τόν τρόπο πού όρισαμε τή μονάδα μετρήσεως τῆς μάζας. "Οπως θυμάστε, διαλέξαμε ως μονάδα μετρήσεως τῆς μάζας τό γραμμάριο.. πού είναι ίσο μέτο μάζα πού περιέχεται σ' ένα κυβικό έκατοστόμετρο νερό.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

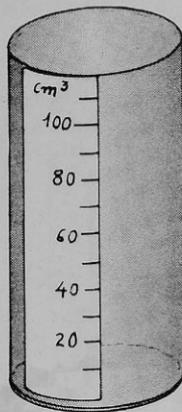
Μπορείτε νά βρείτε τήν πυκνότητα τῆς υλῆς ένός ἀντικειμένου, ἃν μετρήσετε τὸν δγκο καὶ τὴν μάζα του. Ἀν τὸ σχῆμα τοῦ ἀντικειμένου εἶναι ἀπλό, μπορεῖτε νά ὑπολογίσετε τὸν δγκο του ἀπό τὶς γραφεις σας στὴ γεωμετρία. Πῶς δώμας μπορείτε νά βρείτε τὸν δγκο μᾶς πέτρας μέ ἀκανόνιστο σχῆμα; Ἐρας ἀπλός τρόπος εἶναι νά χρησιμοποιήσετε ἔναν δγκομετρικό σωλήνα, σάν αὐτὸν πού βλέπετε στὴ φωτογραφία.

Στὸ τοίχωμα τοῦ δγκομετρικοῦ σωλήνα ὑπάρχει μιὰ κλίμακα, πού μετράει τὸν δγκο τοῦ ὑγροῦ πού περιέχει. Γιά νά μετρήσετε τὸν δγκο ἐνός ἀντικειμένου, γεμίστε τὸν δγκομετρικό σωλήνα μέ νερο ὡς τῇ μέσῃ καὶ σημειώστε τὸν δγκο τοῦ νεροῦ. Βυθίστε τὸ ἀντικείμενο μέσα στὸ νερό καὶ παρατηρήστε πόσο ἀνεβαίνει ἡ ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ. Ἀπό τὴν κλίμακα τοῦ δγκομετρικοῦ σωλήνα διαβάστε πόσος εἶναι ὁ δγκος τοῦ νεροῦ καὶ τὸν ἀντικειμένου μαζί. Τώρα μέ μιὰ ἀφαίρεση μπορείτε νά βρείτε τὸν δγκο τοῦ ἀντικειμένου.

Εἶναι εὔκολο νά φτιάξετε μόνοι σας ἔναν δγκομετρικό σωλήνα μέ ἔνα κυλινδρικό ποτήρι. Κολλήστε κατὰ μῆκος τοῦ ποτηριοῦ μιὰ ταινία χαρτί. Σέρετε ὅτι 10 g γερό ἔχον δγκο 10 cm³. Ζυγίστε 10 g γερό καὶ ἀδειάστε το στὸ ποτήρι. Στὸ σημεῖο πού βρίσκεται ἡ ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ χαράξτε μιὰ γραμμή καὶ σημειώστε τὸν ἀριθμὸ 10 cm³.

Κατασκευάστε τὴν ὑπόλοιπη κλίμακα πάνω στὴν ταινία μέ τὸν ἴδιο τρόπο προσθέτοντας κάθε φορά 10 g νερού.

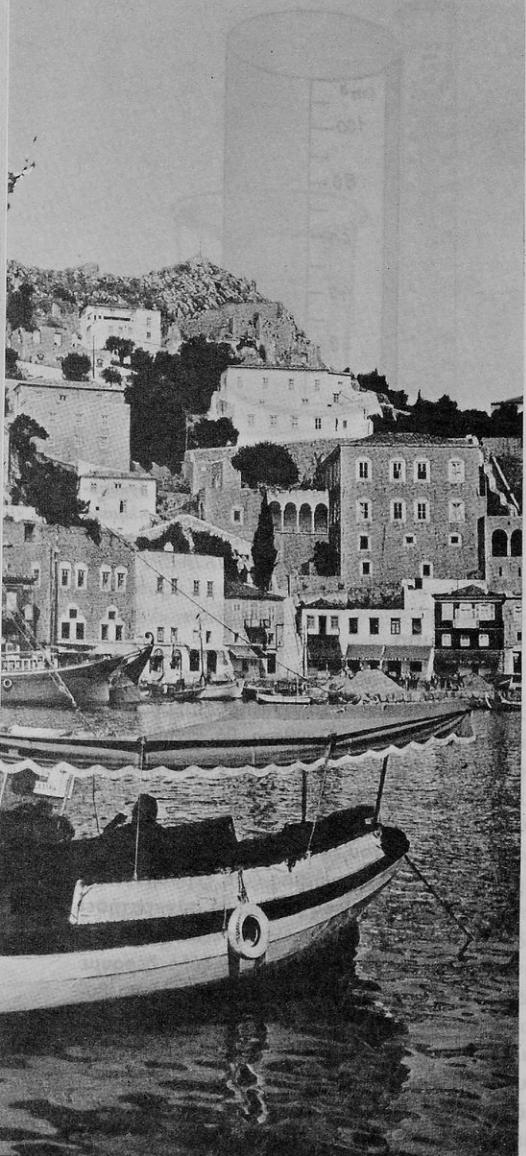
Ζυγίστε πέντε κέρματα τῶν δέκα δραχμῶν καὶ μετρήστε τὸν δγκο τους μέ τὸν δγκομετρικό σωλήνα. Υπολογίστε τὴν πυκνότητα τοῦ μετάλλου στὰ κέρματα τῶν δέκα δραχμῶν. Μετρήστε τὴν πυκνότητα τοῦ ἵλικοῦ διαφόρων ἄλλων ἀντικειμένων πού θά βρείτε στὸ σπίτι σας καὶ ἀνακοινώστε τὰ ἀποτελέσματα σας στὴν τάξη.



Μπορείτε μόνοι σας νά κατασκευάστε ἔναν δγκομετρικό σωλήνα μ' ἔνα ποτήρι. Χαράξτε τὴν κλίμακα στὴ χάρτινη ταινία ἀκολουθώντας τὶς ὁδηγίες πού δίνονται στὴν ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ.

4. "Ανωση

Κάθε ύλικό σῶμα ἔλκεται ἀπό τὴ γῆ μέ μιὰ δύναμη, πού εἶναι ἀνάλογη πρός τὴ μάζα του. Ἀν τὸ ἀφήσουμε ἐλεύθερο, θά κινηθεῖ πρός τὸ κέντρο τῆς γῆς, ώσπου νά συναντήσει μιά στερεά ἐπιφάνεια, πού θά τὸ συγκρατήσει. Τί θά συμβεῖ δώμας, ἂν ἔνα ύλικό σῶμα συναντήσει στὸ δρόμο του τὴν ἐπιφάνεια ἐνός ύγρου; Ἀπό τὴν καθημερινή μας ζωή ζέρουμε ὅτι ἡ ἐπιφάνεια ἐνός ύγρου μπορεῖ νά συγκρατήσει ύλικά σώματα, πού εἶναι κατασκευασμένα ἀπό δρίσμένα ύλικά. Ἐνα κομμάτι ξύλο ζέρουμε ὅτι ἐπιπλέει στὴ θάλασσα, ἐνῶ μιὰ πέτρα βυθίζεται, ώσπου νά συναντήσει τὴ στερεά ἐπιφάνεια τοῦ βυθοῦ. Ἀν μάλιστα ἐφαρμόσουμε μιὰ δύναμη πάνω σὲ ἔνα κομμάτι ξύλο, γιά νά τὸ βυθίσουμε μέσα στὸ νερό, θά παρατηρήσουμε ὅτι, μόλις τὸ ἀφήσουμε, θά κινηθεῖ πρός τὰ πάνω καὶ θά φτάσει στὴν ἐπιφάνεια. Παρατηροῦμε δηλαδή ὅτι τὸ νερό ἔξασκει πάνω στὸ ξύλο μιὰ δύναμη ἀντίθετη πρὸς τὴ



“Η έπιφάνεια ένός ύγρου μπορεῖ νά συγκρατήσει σώματα, πού είναι κατασκευασμένα από όξισμένα όλικα.

δύναμη τής βαρύτητας. Τή δύναμη αυτή τήν όνομάζουμε **άνωση** και, όπως είδαμε στήν περίπτωση τοῦ βυθισμένου ξύλου, είναι μεγαλύτερη από τή δύναμη τής βαρύτητας πού έχασκει ή γη πάνω στό ξύλο. Αντίθετα, ή **άνωση** πάνω σέ μιά πέτρα πρέπει νά είναι μικρότερη από τή δύναμη τής βαρύτητας. Οπως έχουμε παρατηρήσει, μιά πέτρα, πού βρίσκεται βυθισμένη μέσα σέ ένα ύγρο, συνεχίζει νά κινεῖται πρός τό κέντρο τής γης, ώσπου νά συναντήσει μιά στερεά έπιφάνεια. Ας προσπαθήσουμε δημοσίως μέσα σέ ένα βυθισμένο ύλικό σώμα.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε ένα μεταλλικό άντικείμενο, όπως ένα μεγάλο βαρύδι φαρέματος, μέ βάρος περίπου 200 g, έναν όγκομετρικό σωλήνα, όπως αντόν πού κατασκευάσατε στήν προηγούμενη έργασία σας, πού νά χωράει τό μεταλλικό άντικείμενο πού διαλέξατε, και ένα δυναμόμετρο (κανταράκι).

1) Γεμίστε τόν όγκομετρικό σωλήνα μέ νερό περίπου ώς τή μέση καί σημειώστε τόν όγκο τοῦ νερού. Κρεμάστε τό μεταλλικό άντικείμενο από τό δυναμόμετρο καί σημειώστε τό βάρος του.

Βυθίστε τό μεταλλικό άντικείμενο, όπως βρίσκεται κρεμασμένο από τό δυναμόμετρο, μέσα στό νερό τοῦ όγκομετρικού σωλήνα καί σημειώστε τό βάρος πού μετράτε δταν βρίσκεται βυθισμένο. Τί παρατηρεῖτε; Πόση δύναμη έχασκει τό νερό πάνω στό βυθισμένο μεταλλικό άντικείμενο; Πόσο άνεβηκε ή έπιφάνεια τοῦ νερού, δταν βυθίσατε τό μεταλλικό άντικείμενο; Μπορεῖτε νά βρεῖτε τόν όγκο του από τήν κλίμακα τού όγκομετρικού σωλήνα;

2) Αδειάστε τόν όγκομετρικό σωλήνα καί ζνγίστε τον μέ τό δυναμόμετρο. Προσθέστε μέ προσοχή μέσα στόν όγκομετρικό σωλήνα

τόσο νερό, όσος είναι διάγκως του μεταλλικού άντικειμένου.

Πόσο είναι το βάρος του νερού, πού έχει δύκο ίσο με τόν δύκο του μεταλλικοῦ άντικειμένου; Μπορεῖτε νά βγάλετε κανένα συμπέρασμα γιά τήν άνωση από τό πρώτο καὶ δεύτερο μέρος τῆς έργασίας σας;

3) Διαλέξτε ένα ξύλινο άντικειμένο μέ βάρος περίπου δύσο τό μεταλλικό άντικειμένο από πρώτο μέρος τῆς έργασίας σας.

Χρησιμοποιήστε τό δυναμόμετρο, γιά νά μετρήσετε τό βάρος του. Καρφώστε ένα λεπτό καρφί στό ξύλινο άντικειμένο καὶ κρατώντας τό από τό καρφί βυθίστε το μέσα στό νερό τού δύγκομετρικοῦ σωλήνα, ώστε νά μετρήσετε τόν δύκο του.

Ζηγίστε μιά ποσότητα νεροῦ μέ δύκο ίσο με τόν δύκο του ξύλινου άντικειμένου. Τί παρατηρεῖτε;

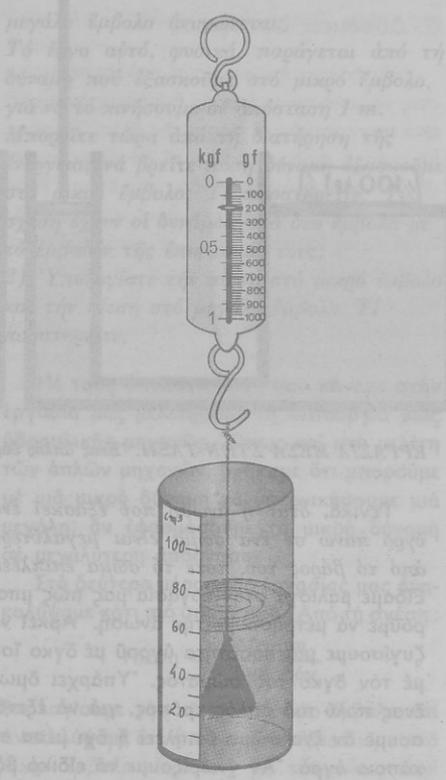
"Όταν ένα στερεό σώμα βυθίζεται μέσα σέ ένα ύγρο, έκτοπίζει ένα μέρος του ύγρου πού έχει δύκο ίσο με τόν δύκο του σώματος. Στό πρώτο μέρος τῆς έργασίας μετρήσαμε πόσος είναι διάγκως του ύγρου πού έκτοπίζει τό μεταλλικό άντικειμένο καὶ στή συνέχεια μετρήσαμε μέ τό δυναμόμετρο τό βάρος του νεροῦ πού έκτοπίζει τό σώμα. Μέ τόν τρόπο αύτό κάναμε μιά σπουδαία άνακάλυψη.

"Όταν ένα σώμα βυθίζεται μέσα σέ ένα ύγρο, χάνει τόσο βάρος δύσο είναι τό βάρος του ύγρου πού έκτοπίζει.

Μετρήσαμε ὅτι ή άνωση, δηλαδή ή δύναμη πού έξασκει τό ύγρο σέ ένα βυθισμένο σώμα, είναι ίση μέ τό βάρος του ύγρου πού έκτοπίζει.

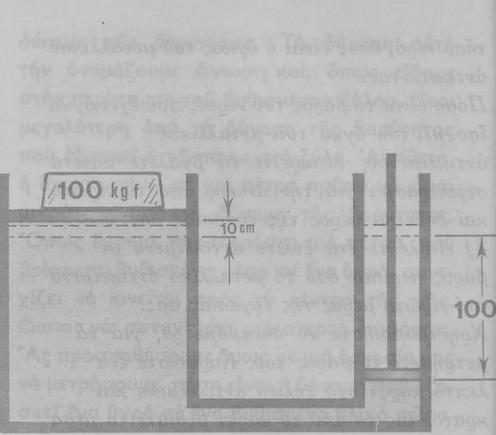
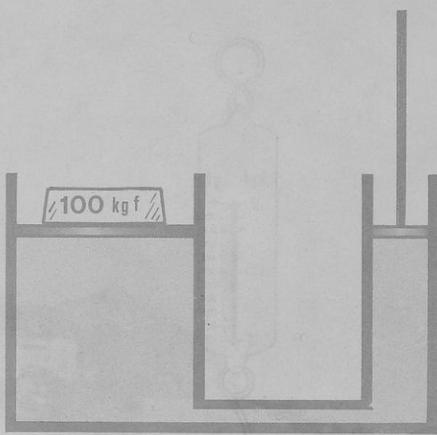
"Ο πρώτος πού παρατήρησε αύτό τό φαινόμενο ήταν ὁ "Ελληνας μαθηματικός Ἀρχιμήδης πού έζησε τόν 3ο π.Χ. αἰώνα. Γιά τό λόγο αύτό ή άνακάλυψη αύτή έμεινε γνωστή ὡς Ἀρχή τού Ἀρχιμήδη.

Στήν περίπτωση τού μεταλλικοῦ άντικειμένου, άνακαλύψαμε μέ τήν έργασία μας ὅτι



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Μετρήστε τόν δύκο ένας στερεοῦ σώματος καὶ τό βάρος του, ὅταν βρίσκεται βυθισμένο μέσα σ' ένα ύγρο.

ή άνωση είναι μικρότερη από τό βάρος του σώματος. "Ετσι, τό μεταλλικό άντικειμένο, άκομη καὶ βυθισμένο, έξακολουθεῖ νά κινεῖται πρός τό κέντρο τῆς γῆς, ώσπου νά συναντήσει μιά στερεά ἐπιφάνεια. Ἀντίθετα, στό τρίτο μέρος τῆς έργασίας μας μετρήσαμε ὅτι ή άνωση, πού έξασκει τό νερό πάνω σέ ένα τελείως βυθισμένο ξύλο, είναι μεγαλύτερη από τό βάρος του. Γιά τό λόγο αύτόν ἄν τό βυθίσουμε μέσα στό νερό, θά κινηθεῖ πρός τήν ἐπιφάνεια.



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. "Ένας άπλος ύδραυλικός γρύλος.

Γενικά, όταν ή ανωση πού έξασκει ένα ύγρο πάνω σέ ένα σώμα είναι μεγαλύτερη από τό βάρος του, τότε τό σώμα έπιπλεει.

Είδαμε μάλιστα στήν έργασία μας πώς μποροῦμε νά μετρήσουμε τήν ανωση. Άρκει νά ζυγίσουμε μιά ποσότητα ύγρου μέ δύκο ίσο μέ τόν δύκο τοῦ σώματος. Υπάρχει όμως ένας πολύ πιό άπλος τρόπος, γιά νά έξετασουμε ξαν ένα σώμα έπιπλεει ή όχι μέσα σέ κάποιο ύγρο. "Αν γνωρίζουμε τό ειδικό βάρος τοῦ σώματος, τότε είναι πολύ εύκολο νά υπολογίσουμε τό βάρος του άπό τή σχέση πού γράψαμε στή σελίδα 109.

$\text{Βάρος} = \text{Όγκος σώματος} \times \text{Ειδικό βάρος σώματος}$

Μέ τήν ίδια σχέση μποροῦμε έπισης νά υπολογίσουμε καί τήν ανωση, δηλαδή τό βάρος τοῦ ύγρου πού έκτοπίζει τό σώμα.

"Ανωση = "Όγκος σώματος \times Ειδικό βάρος ύγρου

Είναι φανερό τώρα άπό τίς δύο αύτές σχέσεις ότι τό βάρος ένός σώματος θά είναι μικρότερο από τήν ανωση, ξαν τό ειδικό βάρος του είναι μικρότερο από τό ειδικό βάρος τοῦ ύγρου. "Ετσι καταλήγουμε στό συμπέρασμα ότι:

ένα σώμα έπιπλεει σέ ένα ύγρο, ξαν τό ειδικό βάρος του είναι μικρότερο από τό ειδικό βάρος τοῦ ύγρου.

Μπορείτε νά πείτε από τόν πίνακα τής σελίδας 110 ποιά ύλικά έπιπλέουν στό νερό; Ποιά ύλικά έπιπλέουν στόν ύδραγρυρο;

5. Υδραυλικές μηχανές καί ή άρχη τοῦ Πασκάλ

Ξέρουμε ότι τό σχήμα ένός ύγρου άλλάζει, ξαν μεταφέρουμε από ένα δοχείο σέ ένα άλλο, έχουμε δεί ομως ότι ο δύκος του παραμένει σταθερός. "Αν μετρήσουμε μέ τόν δύγκομετρικό σωλήνα 500 cm³ οινόπνευμα καί στή συνέχεια τό μεταφέρουμε σέ ένα μπουκάλι, ξέρουμε ότι τό οινόπνευμα θά καταλάβει χώρο 500 cm³ μέσα στό μπουκάλι. "Η χαρακτηριστική αύτή ίδιότητα τῶν ύγρων έχει σπουδαίες έφαρμογές στήν κατασκευή μηχανῶν πού χρησιμοποιεῖ διανθρωπος, γιά νά υπερνικήσει μεγάλες δυνάμεις. Οι μηχανές αύτές, πού ίσως σᾶς θυμίσουν τίς άπλετες μηχανές πού μελετήσαμε στή μηχανική, δύομάζονται ύδραυλικές μηχανές. "Άς δοῦμε ομως μέ μεγαλύτερη λεπτομέρεια πώς μπο-

ροῦμε νά χρησιμοποιήσουμε ἔνα ύγρο, γιά νά
ἐξασκήσουμε μιά ίσχυρή δύναμη.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Μιά πολύ γνωστή ύδραυλική μηχανή, πού πιθανόν ἔχετε δεῖ, είναι ὁ ύδραυλικός γρύλος. "Οπως ἔχετε παρακολούθησει κάποιουν ὀδηγό νά ἀνηφώνει χωρίς μεγάλη προσπάθεια ἔνα αντοκάνητο μέ ἔναν ύδραυλικό γρύλο, γιά νά ἀλλάξει τή ρόδα.

"Οπως βλέπετε στήν εἰκόνα, ἔνας ύδραυλικός γρύλος ἀποτελεῖται ἀπό δύο κυλινδρικά συγκοινωνοῦντα δοχεῖα μέ διαφρετική διάμετρο. Στήν ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ στά δύο συγκοινωνοῦντα δοχεῖα ὑπάρχουν δύο στεγανά ἐμβολα, δηλαδή δύο στερεές ἐπιφάνειες, πού μποροῦν νά κινοῦνται ἐλεύθερα μέσα στά δοχεῖα, χωρίς δύως νά ἐπιτρέπονταν στό ύγρο νά ξεφύγει. Στόν ύδραυλικό γρύλο, πού βλέπετε στήν εἰκόνα, τό μικρό ἐμβολο ἔχει ἐπιφάνεια 10 cm^2 καὶ τό μεγάλο 100 cm^2 . Πάνω στό μεγάλο ἐμβολο ὑπάρχει ἔνα βάρος 100 kgf . "Αν πιέσουμε τό μικρό ἐμβολο πρός τά κάτω σέ ἀπόσταση ἐνός μέτρου, θά ἐκτοπίσουμε ἔναν δρισμένο δύκο ύγρον. "Οπως ξέρομε, δύκος τοῦ ύγρον, πού βρίσκεται μέσα στά δύο συγκοινωνοῦντα δοχεῖα, παραμένει σταθερός. Ἐπομένως τό ύγρο, πού ἐκτοπίσαμε μέ τό μικρό ἐμβολο ἀπό τόν ἔνα κυλίνδρο, θά μεταφερθεῖ στόν δεύτερο καὶ θά μετακινήσει τό μεγάλο ἐμβολο σέ κάποια ἀπόσταση. Γιά νά βροῦμε τόν δύκο ἐνός κυλίνδρου, πρέπει νά πολλαπλασιάσουμε τό ἐμβαδόν τής βάσης ἐπί τό ύψος

"Ογκος κυλίνδρου = Ἐμβαδόν

$$\text{βάσης} \times \text{Ύψος}$$

- 1) Πόσος δύκος ύγρον ἐκτοπίζεται, ὅταν τό μικρό ἐμβολο κινεῖται σέ ἀπόσταση 1 m ; Σέ πόση ἀπόσταση μετατοπίζεται τό μεγάλο ἐμβολο; Πόσο είναι τό ἔργο πού παράγεται, ὅταν τό

μεγάλο ἐμβολο ἀνηφώνεται;
Τό ἔργο αὐτό, φυσικά, παράγεται ἀπό τή δύναμη πού ἔξασκοῦμε στό μικρό ἐμβολο, γιά νά τό κινήσουμε σέ ἀπόσταση 1 m .

Μπορεῖτε τώρα ἀπό τή διατήρηση τής ἐνέργειας νά βρεῖτε πόση δύναμη ἔξασκοῦμε στό μικρό ἐμβολο; Τί παρατηρεῖτε; Τί σχέση ἔχουν οι δυνάμεις στά δύο ἐμβολα μέ τό ἐμβαδόν τής ἐπιφάνειάς τον;

- 2) Υπολογίστε τήν πίεση στό μικρό ἐμβολο καὶ τήν πίεση στό μεγάλο ἐμβολο. Τί παρατηρεῖτε;

Μέ τούς υπολογισμούς πού κάναμε στήν ἐργασία μας μελετήσαμε τή λειτουργία μιᾶς ύδραυλικής μηχανῆς. "Οπως καὶ στή μελέτη τῶν ἀπλῶν μηχανῶν, βρήκαμε ὅτι μποροῦμε μέ μια μικρή δύναμη νά ύπερνικήσουμε μιά μεγάλη, ἄν ἐφαρμόσουμε τή μικρή δύναμη σέ μεγαλύτερη ἀπόσταση.

Στό δεύτερο μέρος τής ἐργασίας μας ἀνακαλύψαμε κάτι πιό σημαντικό. Ἀπό τή σχέση:

$$\text{Πίεση} = \frac{\text{Δύναμη}}{\text{Ἐμβαδόν}}$$

υπολογίσαμε τήν πίεση στά δύο ἐμβολα καὶ ἀνακαλύψαμε ὅτι ἡ πίεση πού ἔξασκοῦμε στό μικρό ἐμβολο είναι ληση μέ τήν πίεση πού ἔξασκει τό δύκο πάνω στό μεγάλο ἐμβολο. "Ο πρώτος πού παρατήρησε τήν ιδιότητα αὐτή τῶν ύγρων ήταν ὁ Γάλλος μαθηματικός Πασκάλ, πού βρήκε ὅτι:

ἔνα ύγρο μεταδίδει τίς πίεσεις πού δέχεται ἀμετάβλητες πρός ολες τίς κατευθύνσεις.

Τό φαινόμενο αὐτό, πού ὅπως είδαμε, προέρχεται ἀπό τή διατήρηση τοῦ δύκον στά ύγρα, είναι γνωστό ως **Άρχη τοῦ Πασκάλ** καὶ ἔχει πολλές ἐφαρμογές στή βιομηχανία γιά τήν κατασκευή μηχανῶν, πού ἀναπτύσσουν ίσχυρές δυνάμεις. Μερικά παραδείγματα είναι ὁ ύδραυλικός γρύλος πού μελετήσαμε, τό ύδραυλικό πιεστήριο καὶ τά ύδραυλικά φρένα τῶν αὐτοκινήτων.

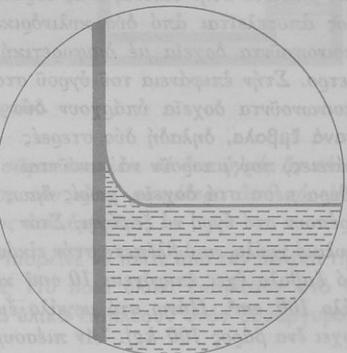
6. Δυνάμεις συνάφειας

Μᾶς δόθηκε ή εύκαιρια σέ πολλές περιπτώσεις νά μιλήσουμε γιά τίς δυνάμεις συνοχῆς, πού συγκρατοῦν τά μόρια τῆς ψλης. Τό πόσο ίσχυρές ή ἀσθενεῖς είναι οἱ δυνάμεις συνοχῆς ἔξαρταται ἀπό τό εἶδος τῆς ψλης. Ἐτοι, εἴδαμε ὅτι στό σίδηρο οἱ δυνάμεις συνοχῆς είναι τόσο ίσχυρές, ώστε νά παραμένει στή στερεά κατάσταση ἀκόμα καὶ σέ πολύ ὑψηλές θερμοκρασίες. Ἀντίθετα, τό νερό, ὅπου οἱ δυνάμεις συνοχῆς είναι ἀσθενεῖς, βρίσκεται στήν ύγρη κατάσταση στή συνηθισμένη θερμοκρασία τοῦ δωματίου. Τί θά συμβεῖ δύμας ἄν τένει να μόριο νεροῦ συναντήσει ἔνα μόριο σιδήρου; Ὑπάρχουν δυνάμεις μεταξύ ἀνόμοιων μορίων;

Οἱ ἐπιστήμονες, πού μελέτησαν αὐτές τίς δυνάμεις, τίς ὄνόμασαν δυνάμεις συνάφειας καὶ βρῆκαν ὅτι είναι παρόμοιες μέ τίς δυνάμεις συνοχῆς πού ἀναπτύσσονται μεταξύ δημοιών μορίων. Τό πόσο ίσχυρή ή ἀσθενής είναι ή δύναμη συνάφειας μεταξύ δύο ἀνόμοιων μορίων ἔξαρταται πάλι ἀπό τά εἶδη τῶν μορίων. Ἐνα μόριο ξύλου ἔλκει μέ ἀρκετά ίσχυρή δύναμη ἔνα μόριο νεροῦ. Ἀντίθετα, ἔνα μόριο νεροῦ καὶ ἔνα μόριο λαδιοῦ ἔλκονται μέ μια ἀσθενή δύναμη συνάφειας.

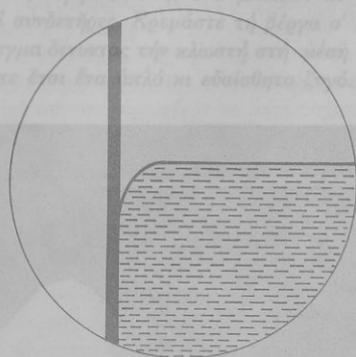
Πολλά ἀπό τά φαινόμενα πού παρατηροῦμε γύρω μας ὀφείλονται στή σχέση πού ἔχουν οἱ δυνάμεις συνοχῆς μέ τίς δυνάμεις συνάφειας. Μποροῦμε νά γράψουμε μέ τήν κιμωλία στό μαυροπίνακα, γιατί ή δύναμη συνάφειας μεταξύ ἑνός μορίου κιμωλίας καὶ ἑνός μορίου στήν ἐπιφάνεια τοῦ μαυροπίνακα είναι πιό ίσχυρή ἀπό τή δύναμη συνοχῆς μεταξύ δύο μορίων κιμωλίας. Ἐτοι, μόρια κιμωλίας ἀποσπῶνται ἀπό τήν κιμωλία καὶ συγκρατοῦνται στήν ἐπιφάνεια τοῦ πίνακα μέ τίς δυνάμεις συνάφειας. Σέ μερικά μάλιστα ύλικά οἱ δυνάμεις συνάφειας είναι τόσο ίσχυρές, ώστε τά χρησιμοποιοῦμε γιά νά συγκρατήσουμε μαζί δύο ἀντικείμενα. Τά ύλικά αὐτά είναι οἱ γνωστές μας κόλλες.

Στήν ύδροστατική οἱ δυνάμεις συνάφειας ἀναπτύσσονται μεταξύ τῶν μορίων τοῦ ύγροῦ καὶ τῶν μορίων τοῦ δοχείου πού τό περιέχει. Ἀν παρατηρήσουμε μέ ἔνα φακό τήν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ μέσα σέ ἔνα ποτήρι, κοντά στά τοιχώματα τοῦ ποτηριοῦ θά δοῦμε κάτι τέτοιο:

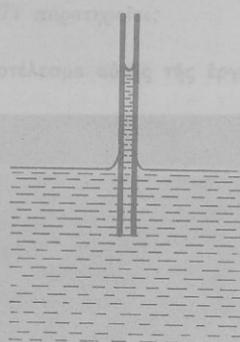


Τό χαρακτηριστικό αὐτό σχῆμα τῆς ἐπιφάνειας κοντά στά τοιχώματα τοῦ ποτηριοῦ ὀφείλεται στίς δυνάμεις συνάφειας. Στήν περίπτωση αὐτή οἱ δυνάμεις συνάφειας μεταξύ μορίων γυαλιοῦ καὶ μορίων νεροῦ είναι ίσχυρότερες ἀπό τίς δυνάμεις συνοχῆς μεταξύ τῶν μορίων τοῦ νεροῦ. Ἐτοι, τά μόρια τοῦ γυαλιοῦ παρασέρνουν πρός τά τοιχώματα ἔνα μέρος τῆς ἐλεύθερης ἐπιφάνειας τοῦ ύγροῦ καὶ σχηματίζεται ή καμπύλη ἐπιφάνεια πού δείχνει ή εἰκόνα. Ἀντίθετα, ἄν παρατηρήσουμε μέ ἔνα μεγεθυντικό φακό τήν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια ἑνός ύγροῦ μέ δυνάμεις συνοχῆς ίσχυρότερες ἀπό τίς δυνάμεις συνάφει-

ας μέ τού ύλικό του δοχείου, θά παρατηρήσουμε τό αντίστροφο φαινόμενο:



ἀπό τήν ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ μέσα στή λεκάνη.



Τό αποτέλεσμα

της ἀργοστασίας δε-

Τό φαινόμενο αύτό ἔχει μεγάλη σπουδαιότητα στή φυτολογία. Τά φυτά διαθέτουν ἔνα ὄλοκληρο σύστημα ἀπό **τριχοειδεῖς σωλῆνες**, δηλαδή πάρα πολύ λεπτό σωλήνα, πού ἀρχίζουν ἀπό τίς ρίζες καί καταλήγουν στά φύλλα. Ἔτσι τό νερό πού βρίσκεται στό ἔδαφος μέ τή βοήθεια τῶν δυνάμεων συνάφειας σκαρφαλώνει ὡς τά ψηλότερα σημεῖα τοῦ φυτοῦ καί τό φυτό παίρνει τήν τροφή του ἀπό τίς διάφορες ούσιες, πού βρίσκονται διαλυμένες μέσα στό νερό.

Σέ δρισμένες περιπτώσεις οἱ δυνάμεις συνάφειας είναι δυνατόν νά ὑπερνικήσουν ἀκόμα καί τή δύναμη τῆς βαρύτητας, πού συγκρατεῖ ἔνα ὑγρό μέσα στό δοχεῖο του. Ἐν μέσα σέ μια λεκάνη νερό βυθίσουμε ἔνα πάρα πολύ λεπτό σωλήνα, θά παρατηρήσουμε ὅτι οἱ δυνάμεις συνάφειας μεταξύ γυαλιοῦ καί νεροῦ παρασέρνουν μόρια ἀπό τήν ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ στό ἐσωτερικό τοῦ σωλήνα καί τό φαινόμενο πού παρατηρήσαμε παραπάνω γίνεται πιό ἔντονο. Ἔτσι, ἡ ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ μέσα στό λεπτό σωλήνα ἀνεβαίνει ψηλότερα

V. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

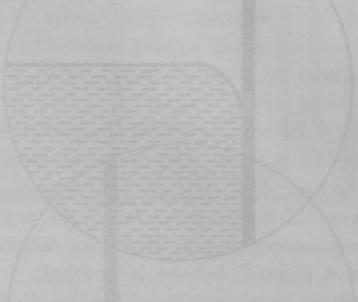
Μάς δόθηκε ή εύκαιρια σε πολλές περιπτώσεις να μιλήσουμε για τις δυνάμεις συνοχής που συγκρατοῦν τα μέρη της θάλασσας. Το πλεονεκτικό είναι οι δυνάμεις συνοχής που αποδίδονται από την ιδιότητα της θάλασσας. Έτοιμοι στη στάση αποδρομίων δυνάμεις συνοχής είναι ρέον λογαρίθμος, δείχνει να παραβάνει στη στρατική κατάστασης αλλά και σε πολύ έφημός βεριοκρασία. Η απόσταση της νερού, δηλαδή δυνάμεις συνοχής που αποδίδονται, βρίσκεται στην θάλασσα και στην θάλασσα δημιουργούμενη βεριοκρασία των διαδικτύων. Η ίδια αρχή είναι ότι δεν μπορεί να αποδιδούνται ζενόπολες αερολιθίδες.

1. Ο άτμοσφαιρικός άέρας και οι ιδιότητές του

Μετά τά στερεά καί τά ύγρα θά μελετήσουμε στό κεφάλαιο αύτό φαινόμενα, που έχουν σχέση με τήν τρίτη κατάσταση τής θάλασσας, τήν άέρια κατάσταση. Τό ποιό γνώριμο άέριο είναι ο άέρας, μέσα στόν οποίο ζοῦμε καί άναπνέουμε. Συνήθως δέν άντιλαμβανόμαστε τήν παρουσία του, γιατί δέν έχει χρώμα ούτε γεύση. Μόνον όταν φυσάει άνεμος ή όταν παίρνουμε μιά βαθιά άναπνοή, καταλαβαίνουμε ότι είναι ένα ύλικό σώμα, δύσο καί τό νερό ή μιά πέτρα. Στήν πραγματικότητα ο άέρας άποτελεῖ ένα στρώμα που περιβάλλει τή γῆ καί έχει πάχος μερικές έκατοντάδες χιλιόμετρα. Είναι ένας πραγματικός ωκεανός άέρα, στό βυθό του όποιου ζοῦμε, όπως τά ψάρια στό βυθό τών ωκεανών του νερού.

Ο άέρας είναι ένα μίγμα άπό διάφορα άέρια, κυρίως άζωτο καί διοξυγόνο. Περιέχει έπισης υδρατμούς, γι' αύτό καί όνομάζεται άτμοσφαιρικός άέρας. Περισσότερα γιά τή

εκεδίκηση θέματα αποτελούνται στην περιήγηση των ρυματών του δοχείου που τό περιέχει. Άν παρατηρήσουμε μέσα στην θάλασσα την νερού μέρη σε ένα ποτήρι, κανύν στά τοιχώρατα του ποτηριού δούμε κάτια τέτοια:



Το έπιπλον διατηρείται ρενάριον διαποτέλεσμα και ουσιαστικά διατηρείται μεταξύ των σύστασης του άέρα θά μάθετε λίγο άργοτερα στό μέρος τής χημείας. Έδω μᾶς ένδιαφέρουν κυρίως οι ιδιότητες, που δέν έχαρτωνται άπό τά είδη τών μορίων που περιέχει ο άέρας. Πρώτα απ' όλα ο άέρας, όπως κάθε ύλικό σώμα, πιάνει κάποιο χώρο. Τό διαπιστώνετε αύτό, άν φουσκώσετε ένα μπαλόνι ή άν προσπαθήσετε νά βυθίσετε άναποδα ένα άδειο ποτήρι μέσα σε μιά λεκάνη νερού. Τό νερό δέν άνεβαίνει μέσα στό ποτήρι, γιατί τό χώρο τών πιάνει ο άέρας. Ή διαφορά άπό τήν ύγρη ή στερεά κατάσταση είναι ότι ένα άέριο δέν έχει όρισμένο άγκο, άλλα προσπαθεῖ νά ξαπλωθεί σ' όλο τό χώρο που έχει στή διάθεσή του. Όπως ίσως θά θυμάστε άπό τίς παραπήρσεις μας γιά τήν άέρια κατάσταση στήν άρχη του βιβλίου, αύτό είναι άποτελεσμα τής έλευθερης κινήσεως τών μορίων ένός άεριου.

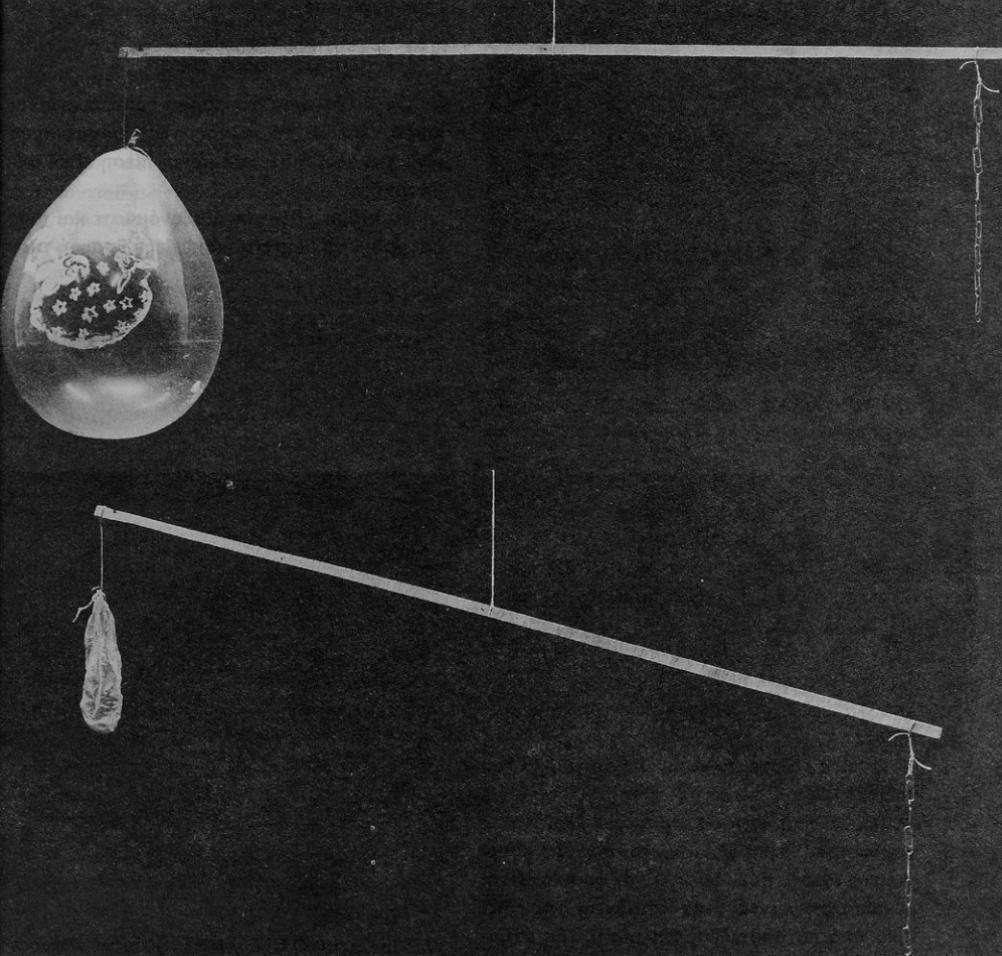
Μιά άλλη σημαντική ιδιότητα του άέρα, όπως καί όλων τών ύλικων σωμάτων, είναι ότι έχει βάρος. Αύτό θά φανεί εύκολα μέτην έπόμενη έργασία.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

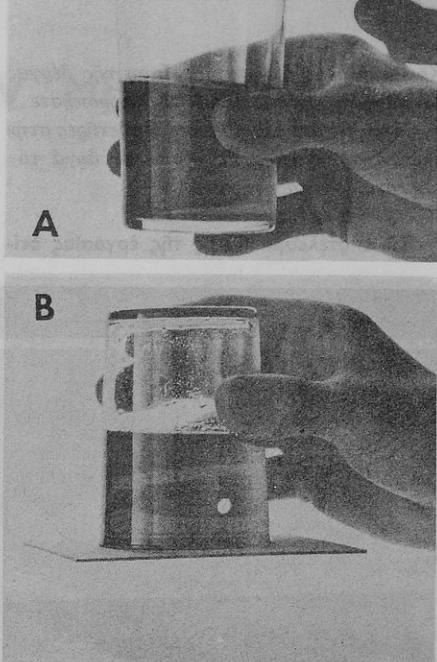
Θά χρειαστεῖτε μιά ξύλινη βέργα μέ μήκος 70-100 cm, λίγη κλωστή, ἔνα μπαλόνι κι ἔνα κουτί συνδετήρες. Κρεμάστε τή βέργα σ' ἔνα στήριγμα δένοντας τήν κλωστή στή μέση της. Έχετε ἔτσι ἔνα ἀπλό κι εναίσθητο ζυγό.

Κρεμάστε κατόπι στή μιά ἄκοη τῆς βέργας τό μπαλόνι φουσκωμένο καί ίσορροπήστε τή βέργα μέ μιά ἀλυσίδα ἀπό συνδετήρες στήν ἄλλη ἄκοη. Κατόπι ξεφουσκώστε ἀργά τό μπαλόνι. Τί παρατηρεῖτε;

Τό ἀποτέλεσμα αὐτῆς τῆς ἐργασίας δεί-



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Ο ἀέρας μέσα στό μπαλόνι ἔχει βάρος.



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Η άτμοσφαιρική πίεση κρατάει τό χαρτόνι κολλημένο στά χείλη του ποτηριού.

χνει καθαρά ότι ό αέρας μέσα στό μπαλόνι έχει βάρος. "Οπως θά παρατηρήσατε, ή βέργα γέρνει πρός τή μεριά τών συνδετήρων, όταν τό μπαλόνι είναι ξεφούσκωτο. Ή κλίση, βέβαια, είναι πολύ μικρή, γιατί ό αέρας έχει πολύ μικρό βάρος. Στήν πραγματικότητα, ό αέρας είναι σχεδόν χίλιες φορές έλαφρύτερος από τό νερό σέ συνηθισμένη θερμοκρασία καί πίεση.

"Οπως είδαμε παραπάνω, τό στρώμα του άτμοσφαιρικού ό αέρα, πού περιβάλλει τή γῆ, μέ μιά λέξη, ή **άτμοσφαιρα**, έχει ψήφος πολλά χιλιόμετρα. Τό βάρος αυτού του ό αέρα δημιουργεῖ μιά πίεση, πού, όπως είναι φυσικό, είναι μεγαλύτερη κοντά στήν έπιφάνεια τής γῆς. Ένα από τά άποτελέσματα αυτής τής άτμοσφαιρικής πιέσεως είναι ότι όσο πιο ψηλά άνεβαίνουμε, τόσο ό αέρας γίνεται άραιότε-

ρος. Στό έπόμενο κεφάλαιο θά μελετήσουμε μέ περισσότερη λεπτομέρεια τήν άτμοσφαιρική πίεση.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Νά βρείτε σέ μιά έγγυκλοπαίδεια ή σέ άλλο βιβλίο πληροφορίες για τήν άτμοσφαιρα. Τί πάχος έχει, σέ τί διακρίνονται τά διάφορα στρώματά της;

2. Ή άτμοσφαιρική πίεση

Παρ' όλο πού τό βάρος τοῦ άέρα είναι μικρό, έπειδή τό πάχος τής άτμοσφαιρας είναι μεγάλο, ή άτμοσφαιρική πίεση είναι σημαντική.

Γιατί όμως δέν τήν αἰσθανόμαστε καί πως μπορούμε νά διαπιστώσουμε τήν υπαρξή της;

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε έτρα ποτήρι, ένα κομμάτι



Μιά όπό τίς ποδητες θεαματικές έπιδειξεις τῶν αποτελεσμάτων τής άτμοσφαιρικής πιέσεως. Στά 1654 ο Γερμανός φυσικός "Ούτο φόν Γκέρικε, έφενορέτης

σοκληρό χαρτόνι, περίπου 10×10 cm, λίγη βαζελίνη κι ἔνα κοντί γάλα έβαπτορέ.

1) Άλειψτε μέλιγη βαζελίνη τάχειλη τον ποτηριού. Ανάψτε ἔνα κομμάτι χαρτί και φύξτε το μέσα στό ποτήρι. "Οταν ἔχει σχεδόν καεῖ, έφαρμόστε προσεκτικά τό χαρτόνι ἐπάνω στό ποτήρι. Δοκιμάστε νά σηκώσετε τό χαρτόνι. Τί παρατηρεῖτε;

2) Γεμίστε τό ποτήρι μέλιγρό. Έφαρμόστε ἐπάνω τον τό χαρτόνι και κρατώντας το γυγίστε μέλι προσοχή τό ποτήρι ἀνάποδα, ώστε νά μή χυθεῖ νερό. Αφήστε τό χαρτόνι. Τί παρατηρεῖτε;

3) Κάντε μέλι ἔνα καρφί μιά τρύπα στήν πλευρά τοῦ κουτιοῦ μέλι τό γάλα. Χίνεται τό γάλα ἀπό τήν τρύπα; Πῶς μπορεῖτε νά τό κάνετε νά χυθεῖ πιό εύκολα;

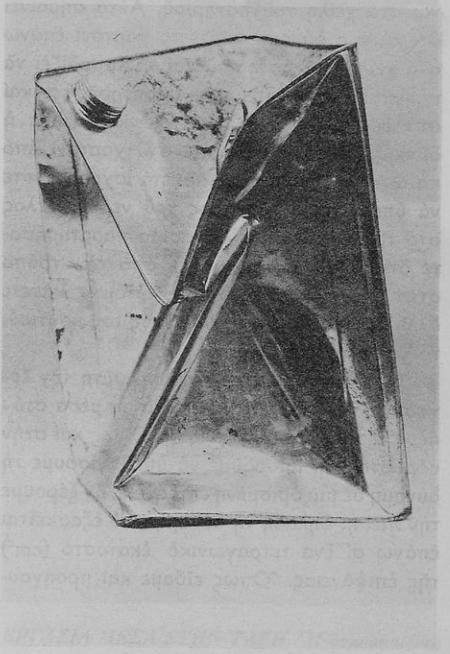
Στό πρώτο μέρος τῆς ἐργασίας παρατηρήσατε ὅτι τό χαρτόνι μένει στερεωμένο ἐπά-

νω στά χείλη τοῦ ποτηριοῦ. Αύτό σημαίνει ὅτι κάποια δύναμη πιέζει τό χαρτόνι ἐπάνω στά χείλη τοῦ ποτηριοῦ και τό ἐμποδίζει νά πέσει. Τό ἴδιο φαινόμενο παρατηρήσατε και στό δεύτερο μέρος τῆς ἐργασίας. Τώρα ἡ δύναμη ἔχασκεται ἐπάνω στό χαρτόνι ἀπό κάτω και μάλιστα είναι ἀρκετά ισχυρή, ὥστε νά ὑπερνικήσει τό βάρος τοῦ νεροῦ. Τέλος στό τρίτο μέρος τῆς ἐργασίας παρατηρήσατε ὅτι τό γάλα δέ χύνεται ἀπό τήν τρύπα στήν πλευρά τοῦ κουτιοῦ. "Αν ὅμως κάνετε ἄλλη μιά τρύπα στό πάνω μέρος τοῦ κουτιοῦ, τό γάλα ρέει εύκολα.

Τό γενικό συμπέρασμα ἀπό αὐτή τήν ἐργασία είναι ὅτι σέ κάθε ἐπιφάνεια μέσα στόν ἀέρα ἔχασκεται μιά δύναμη. "Οπως και στήν υδροστατική, μποροῦμε νά ὑπολογίσουμε τή δύναμη σέ μιά δρισμένη ἐπιφάνεια, ἂν ξέρουμε τήν πλεσή, δηλαδή τή δύναμη πού ἔχασκεται ἐπάνω σ' ἔνα τετραγωνικό ἑκατοστό (cm^2) τῆς ἐπιφάνειας. "Οπως είδαμε και προηγου-



τῆς ἀερατλίας, ἀφαίρεστε τόν ἀέρα ἀπό δύο ἡμισφαίρια πού ἔφαρμοξαν σφιχτά. 'Οκτώ ἀλογα τραβώντας ἀπό κάθε πλευρά δέν μπόρεσαν νά τάξειχωρίσουν. Τάξει όμως, μόλις μπήκε ἀέρας μέσα τους.



ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ. "Έργα έντυπωσιακού άποτέλεσμα της άτμοσφαιρικής πιέσεως.

μένως, είναι εύκολο νά καταλάβουμε άπό πού προέρχεται αύτή η πίεση. Τήν προκαλεῖ τό βάρος τοῦ άέρα τῆς άτμοσφαιρας, όπως άκριβώς και τό βάρος ένός ύγρου πιέζει κάθε έπιφάνεια πού βρίσκεται σέ κάποιο βάθος μέσα του. Γι' αύτό τό λόγο τήν όνομάζουμε **άτμοσφαιρική πίεση**.

'Από τήν έργασία μας μποροῦμε έπισης νά συμπεράνουμε ότι ή άτμοσφαιρική πίεση έχασκεται πρός όλες τίς διευθύνσεις. Αύτό είναι άποτέλεσμα τής έλευθερης κινήσεως τῶν μορίων, πού, όπως ξέρουμε, είναι χαρακτηριστικό τοῦ κάθε άεριου. Μ' αύτή τήν ιδιότητα μποροῦμε μάλιστα νά καταλάβουμε ότι ή πίεση δημιουργεῖται, καθώς μυριάδες μόρια τοῦ άέρα χτυποῦν έπάνω στήν έπιφάνεια και ἀναπηδοῦν.

Γιατί ίδιας αύτή τήν πίεση δέν τήν παραπτοῦμε συνήθως; "Η ἀπάντηση, βέβαια, είναι ότι συνήθως ή ἀτμοσφαιρική πίεση είναι ή ίδια και ἀπό τίς δύο πλευρές μας ἐπιφάνειας. "Αν ίδιας έλαπτώσουμε ή ἔξουδετερώσουμε τήν πίεση ἀπό τή μιά μεριά, τότε ή πίεση φανερώνεται. Αύτό φαίνεται καθαρά στό δεύτερο μέρος τῆς έργασίας μας όπου, γεμίζοντας τό ποτήρι μέ νερό, πετυχαίνουμε νά ἀφαιρέσουμε τόν άέρα και νά ἔξουδετερώσουμε έτσι τήν ἀτμοσφαιρική πίεση στό ἐσωτερικό τοῦ ποτηριοῦ.

Πολλά φαινόμενα στήν καθημερινή ζωή δόθειλονται στήν ἀτμοσφαιρική πίεση και πολλές πρακτικές ἐφαρμογές στηρίζονται στήν ὑπαρξή της. Θά περιγράψουμε μερικές ἀπό αὐτές λίγο ἀργότερα. Είναι ἐνδιαφέρον δημοσία νά σκεφτεῖτε πῶς είναι προσαρμοσμένος δ' ἀνθρώπινος ὄργανοισμός στήν ἀτμοσφαιρική πίεση. Σ' δλες τίς κοιλότητες τοῦ σώματός μας υπάρχει άέρας, πού ἔξισοροπεῖ μέ τήν πίεσή του τήν ἀτμοσφαιρική πίεση. Αύτό είναι ίδιαίτερα σημαντικό γιά τή μεμβράνη τοῦ αὐτιοῦ μας. Μιά κοιλότητα, πού φτάνει ἀπό τή μύτη στό ἐσωτερικό τοῦ αὐτιοῦ, έχασφαλίζει κι ἀπό τήν ἐσωτερική πλευρά τῆς μεμβράνης τήν ίδια πίεση μέ τήν ἀτμοσφαιρική. Τώρα ίσως μπορεῖτε νά έξηγήσετε γιατί πονοῦν τά αὐτιά, όταν κάνετε μακροβούτι.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μπορεῖτε νά δείξετε τά άποτελέσματα τής άτμοσφαιρικής πιέσεως μέ ένα έντυπωσιακό πείραμα. Βρέστε ένα τενεκεδέριο δοχεῖο μέ πάνω μια βιδωτή, πού νά κλείνει καλά, δπως π.χ. δοχεῖο λαδιοῦ. Βάλτε μέσα λίγο νερό σέ ψήφιο περίπου ένα ἔκαστο και θερμάνετε το, ώστε τό νερό νά βράσει. Πρότε τελειώσει τό νερό, βγάλτε τόν τενεκέ ἀπό τή φωτιά, μέ πιάστρες γιά νά μήν καεῖτε, και βιδῶστε

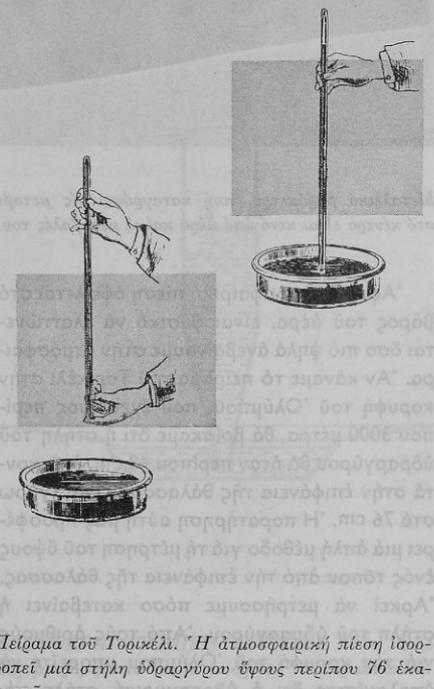
σφιχτά τό πῦρια. Ρίξτε έπάγω στόν τενεκέ μιά βρεγμένη πετσέτα. Έξηγήστε τίς παρατηρήσεις σας.

3. Μέτρηση της άτμοσφαιρικής πίεσης. Πείραμα Τορικέλι

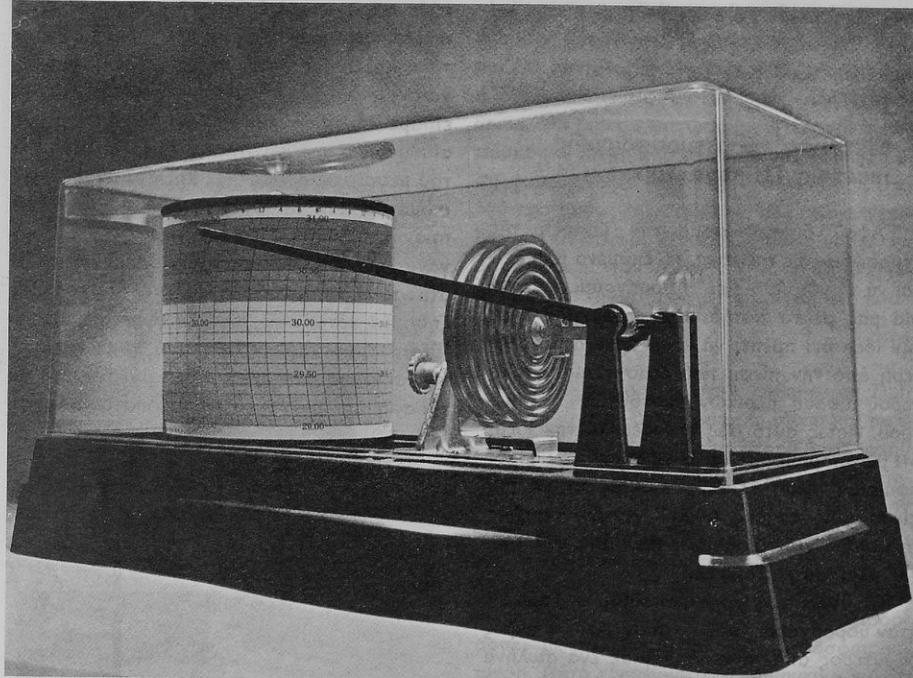
Άφού διαπιστώσαμε τήν ύπαρξη τής άτμοσφαιρικής πίεσεως, τό έπόμενο βήμα είναι νά τή μετρήσουμε. Ή προηγούμενη έργασία μας μέ τό ποτήρι τοῦ νεροῦ μᾶς δίνει τήν ίδεα ότι πρέπει νά είναι άκρετά μεγαλύτερη άπό τήν πίεση πού έχασκει μιά στήλη νεροῦ ύψους μερικών έκατοστών τοῦ μέτρου. Ισως αυτό σᾶς γεννάει καὶ τήν ίδέα, ότι θά μπορούσαμε νά μετρήσουμε τήν άτμοσφαιρική πίεση έξισορροπώντας τη μέ τήν πίεση μᾶς στήλης ύγρου. Αύτήν άκριβώς τή μέθοδο χρησιμοποίησε πρίν άπό 400 χρόνια περίπου ὁ Τορικέλι.

Τό ύγρο πού χρησιμοποίησε ὁ Τορικέλι ήταν ύδραργυρος, πού είναι σχεδόν 14 φορές βαρύτερος άπό τό νερό. Γέμισε ένα σωλήνα μέ μῆκος περίπου ένα μέτρο, κλειστόν στό ένα ἄκρο, μέ ύδραργυρο καὶ κατόπιν τόν ἀναποδογύρισε κρατώντας κλειστό τό ἄλλο ἄκρο μέσα σε μιά λεκάνη μέ ύδραργυρο, ὅπως δείχνει η εἰκόνα. Ο ύδραργυρος κατέβηκε μέσα στό σωλήνα καὶ σταμάτησε σέ ένα ύψος 76 έκατοστών περίπου άπό τήν ἐλεύθερη έπιφάνεια τοῦ ύδραργυρού στή λεκάνη. Άπο αυτό τό ἀποτέλεσμα ἔβγαλε τό συμπέρασμα ότι ή άτμοσφαιρική πίεση στήν ἐλεύθερη έπιφάνεια τοῦ ύδραργυρού ήταν ίση μέ τήν πίεση πού έχασκει μιά στήλη ύδραργυρού ύψους 76 cm ἥ, μ' ἄλλα λόγια, ότι ή άτμοσφαιρική πίεση έξισορροπεῖται άπό τήν πίεση μᾶς στήλης ύδραργυρού ύψους 76 cm. Μποροῦμε τώρα νά υπολογίσουμε άκριβώς πόση είναι ή άτμοσφαιρική πίεση, ἂν λογαριάσουμε τό βάρος μᾶς στήλης ύδραργυρού μέ βάση ένα τετραγωνικό έκατοστό (cm^2) καὶ ύψος 76 cm. Τό βάρος αυτό είναι 1033,6 gf. Δηλαδή

κάθε τετραγωνικό έκατοστό μᾶς έπιφάνειας πιέζεται μέ ένα βάρος ένός κιλοῦ περίπου. Αύτό σημαίνει ότι ή παλάμη τοῦ χειροῦ σας δέχεται μιά δύναμη σχεδόν έκατο κιλῶν. "Οπως εἴπαμε καὶ προηγουμένως, ὁ λόγος πού δέν αἰσθανόμαστε αὐτή τήν πίεση είναι ότι παντοῦ μέσα στίς κοιλότητες καὶ στά άγγεια τοῦ σώματός μας υπάρχει η ίδια πίεση. Στήν πραγματικότητα, όλες οι λειτουργίες τοῦ όργανισμοῦ μας είναι προσαρμοσμένες στήν άτμοσφαιρική πίεση καὶ θά ήταν δύσκολο νά ζήσουμε κάτω άπό πολύ διαφορετική πίεση. "Ετοι, οι άστροναυτες, πού κυκλοφοροῦν στή σελήνη, έπρεπε νά έχουν μά τεχνητή άτμοσφαιρική πίεση μέσα στό κουστούμι τους!



Πείραμα τοῦ Τορικέλι. Η άτμοσφαιρική πίεση ίσορροπει μά στήλη ύδραργυρού ύψους περίπου 76 έκατοστών.



Μεταλλικό βαρόμετρο, πού καταγράφει τις μεταβολές της άτμοσφαιρικής πίεσεως. Τό μεταλλικό κουτί στο κέντρο είναι κενό άπο δέρα και οι μεταβολές των κυνούν τό δείκτη.

Αφοῦ ή άτμοσφαιρική πίεση δύνεται στό βάρος τοῦ άέρα, είναι φυσικό νά έλαττώνεται δόσι πιο ψηλά άνεβαίνουμε στήν άτμοσφαιρα. Ἐν κάναμε τό πείραμα τοῦ Τορικέλι στήν κορυφή τοῦ Ὀλύμπου, πού έχει ύψος περίπου 3000 μέτρα, θά βρίσκαμε δότη ή στήλη τοῦ ὑδραργύρου θά ήταν περίπου 48 cm, ἐνῶ κοντά στήν έπιφάνεια τῆς θάλασσας είναι γύρω στά 76 cm. Ἡ παρατήρηση αὐτή μᾶς προσφέρει μιά άπλη μέθοδο γιά τή μέτρηση τοῦ ύψους ἐνός τόπου άπο τήν έπιφάνεια τῆς θάλασσας. Ἄρκει νά μετρήσουμε πόσο κατεβαίνει ή στήλη τοῦ ὑδραργύρου. Ἀπό τούς ἀριθμούς γιά τήν κορυφή τοῦ Ὀλύμπου μπορεῖτε νά υπολογίσετε δότη ή ὑδραργυρική στήλη πέ-

φτει κατά 1 χιλιοστό τοῦ μέτρου γιά κάθε 10,5 μέτρα περίπου πού άνεβαίνουμε.

Τά σργανα πού μετροῦν τήν άτμοσφαιρική πίεση λέγονται **βαρόμετρα**. Τά πιο άκριβά βαρόμετρα είναι ύδραργυρικά καί δέν είναι τίποτε άλλο, παρά μιά τελειοποιημένη μορφή τοῦ σωλήνα τοῦ Τορικέλι. Είναι όμως άβολα στή χρήση καί τή μεταφορά τους καί γι' αύτό τά βαρόμετρα, πού χρησιμοποιοῦνται συνήθως, είναι μεταλλικά. Ἡ λειτουργία τους στηρίζεται στής μεταβολές τῶν διαστάσεων ἐνός μικροῦ μετάλλινου κουτιοῦ μέλεπτά τοιχώματα καί κενοῦ άπο δέρα. Καθώς ή άτμοσφαιρική πίεση αὔξανεται ή έλαττωνεται, τό κουτί συστέλλεται ή διαστέλλεται καί

οι μεταβολές αύτές δείχνονται μέ μιά βελόνα.
Τά περισσότερα βαρόμετρα είναι βαθμολο-
γημένα σέ χιλιοστά στήλης ύδραργύρου.

Βαρόμετρα χρησιμοποιούνται σήμερα σέ
ὅλα τά άεροπλάνα γιά τή μέτρηση τοῦ υψους.
Έπειδη ή άτμοσφαιρική πίεση στήν έπιφά-
νεια τῆς θάλασσας δέν είναι πάντοτε άκρι-
βως 760 χιλιοστά ύδραργύρου, δι πιλότος
πληροφορεῖται σέ κάθε στιγμή γιά τήν άκρι-
βη τιμή τῆς άτμοσφαιρικῆς πιέσεως στό ξδα-
φος, ώστε νά μπορεῖ νά ύπολογίσει μέ άκρι-
βεια τό υψος τοῦ άεροπλάνου. Μιά άλλη συ-
νηθισμένη έφαρμογή τῶν βαρομέτρων είναι
στήν πρόβλεψη τοῦ καιροῦ. Οι μεταβολές τοῦ
καιροῦ έχουν στενή σχέση μέ τίς μεταβολές
τῆς άτμοσφαιρικῆς πιέσεως. "Οταν τό βαρό-
μετρο πέφτει, δηλαδή έλαττώνεται ή άτμο-
σφαιρική πίεση, είναι συνήθως ένδειξη ότι
θ' άλλάζει ό καιρός.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

- 1) Η Πόλη τοῦ Μεξικοῦ βρίσκεται σ' ἓνα
δροπεδίο σέ ύψος περίπου 2500 μέτρα ἀπό
τήν έπιφάνεια τῆς θάλασσας. Πόση θά είναι
έκει ή άτμοσφαιρική πίεση; Γιατί στούς
Όλυμπιακούς ἀγῶνες τοῦ 1968, πού ἔγιναν
στήν Πόλη τοῦ Μεξικοῦ, οἱ άθλητές πήγαν
έκει ἀρκετές ἐβδομάδες πρίν ἀπό τήν
έναρξη;
- 2) Βαρόμετρα ύπαρχουν σήμερα σέ πολλά
σπίτια.

Περιεργαστήτε ἔνα βαρόμετρο. Παρατηρήστε
τήν κλίμακά του καὶ τίς ένδειξεις πού έχει
γιά τίς μεταβολές τοῦ καιροῦ.

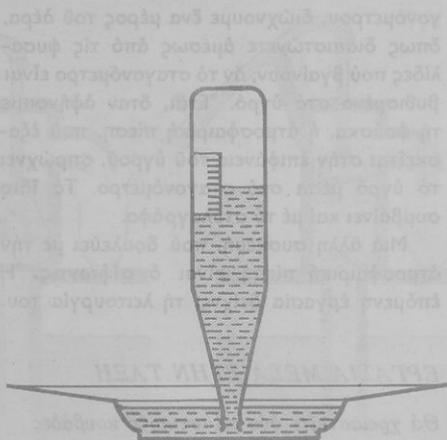
Μπορεῖτε καὶ σεῖς νά κατασκευάστε ἔνα
ἀπλό βαρόμετρο, γιά νά παρακολουθεῖτε τίς
μεταβολές τῆς άτμοσφαιρικῆς πιέσεως. Πάρτε
μιά μπουκάλα μέ φαρδύ λαιμό, γεμίστε την
πάνω ἀπό τή μέση μέ νερό καὶ ἀναποδογύστε
τη μέσα σ' ἓνα βαθύ πιάτο μέ νερό.

Κολλήστε στήν μπουκάλα ἔνα χαρτί μέ
γραμμές σέ ἵσες ἀποστάσεις, ώστε νά μπορεῖτε

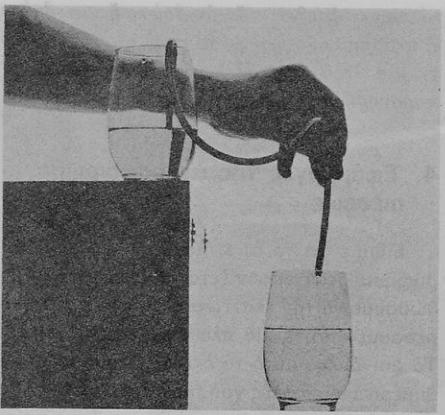
νά παρακολουθεῖτε ἄν ἀνεβαίνει ἢ κατεβαίνει
ἡ στάθμη τοῦ νεροῦ μέσα στήν μπουκάλα ἀπό
τή μιά μέρα στήν ἄλλη. Συζητήστε τίς
παρατηρήσεις σας στήν τάξη.

4. Έφαρμογές τῆς άτμοσφαιρικῆς πιέσεως

Είδαμε ότι τό ἀποτέλεσμα τῆς άτμοσφαι-
ρικῆς πιέσεως ἐμφανίζεται πάντα ὅταν κατορ-
θώσουμε νά τήν έλαττωσουμε ἢ νά τήν ἀφαι-
ρέσουμε ἀπό τή μιά πλευρά μιᾶς ἐπιφάνειας.
Τό φαινόμενο αὐτό τό ἐκμεταλλεύμαστε κα-
θημερινά σέ πολλές χρήσιμες έφαρμογές. Δύο
πολύ ἀπλά παραδείγματα είναι : ὅταν παίρ-
νουμε μιά μικρή ποσότητα ἀπό ἓνα ύγρο
μ' ἔνα σταγονόμετρο ἢ ὅταν γεμίζουμε ἔνα
στυλογράφο. Πιεζόντας τή φούσκα τοῦ στα-



ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ. "Ἐνα ἀπλό
βαρόμετρο, μέ τό ὅποι μπορεῖτε νά παρακολουθή-
στε τίς μεταβολές τῆς άτμοσφαιρικῆς πιέσεως.



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Ο σίφωνας χρησιμοποιείται για τή μεταφορά ύγρου από ένα δοχείο σ' ένα άλλο σέ χαμηλότερη στάθμη.

γονόμετρου, διώχνουμε ένα μέρος του άερα, όπως διαπισώνετε άμεσως από τίς φυσαλίδες πού βγαίνουν, αν τό σταγονόμετρο είναι βιθισμένο στό ύγρο. "Έτσι, σταν άφήνουμε τή φούσκα, ή άτμοσφαιρική πίεση, πού έξασκείται στήν έπιφάνεια τού ύγρου, σπρώχνει τό ύγρο μέσα στό σταγονόμετρο. Τό ίδιο συμβαίνει καί μέ τό στυλογράφο.

Μιά άλλη συσκευή, πού δουλεύει μέ τήν άτμοσφαιρική πίεση, είναι ό **σίφωνας**. Ή έπομενη έργασία δείχνει τή λειτουργία του.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστείτε δύο πλαστικούς κουβάδες κι ένα κομμάτι πλαστικό ή λαστιχένιο σωλήνα μέ μήκος ένα μέτρο περίπου. Γεμίστε τόν ένα κουβά μέ νερό καί τοποθετήστε τον έπάνω σέ μιά καρέκλα. Βάλτε τόν άλλο κουβά στό πάτωμα. "Έπειτα γεμίστε τό σωλήνα μέ νερό καί κρατώντας τά δύο άκρα, ώστε νά μή χυθεῖ τό νερό, βάλτε τό ένα άκρο μέσα στό νερό τού κουβᾶ, πού είναι

έπάνω στήν καρέκλα, καί τό άλλο στόν άλλο κουβά. Τί παρατηρείτε;

Στό άπλο αύτό πείραμα παρατηρείτε ότι τό νερό ρέει συνεχῶς από τόν έναν κουβά στόν άλλο, πού βρίσκεται χαμηλότερα. Γιά νά γίνει αύτό πρέπει τό νερό νά άνεβει πρώτα στό κομμάτι τού σωλήνα πού βρίσκεται στόν πρώτο κουβά κι έπειτα νά τρέξει στό κομμάτι τού σωλήνα πού κατευθύνεται πρός τά κάτω. Τί προκαλεῖ τήν κίνηση τού νερού πρός τά πάνω; Μέ σα ξουμε πει ώς τώρα εύκολα συμπεραίνουμε ότι ή αίτια είναι ή άτμοσφαιρική πίεση, πού πιέζει τήν έλευθερη έπιφάνεια τού νερού.

Ο σίφωνας μᾶς έπιτρέπει νά μεταγγίσουμε ένα ύγρο από ένα δοχείο σ' ένα άλλο, πού βρίσκεται σέ χαμηλότερο ύψος. "Έτσι, μπορούμε παραδείγματος χάρη νά βγάλουμε βενζίνη από τό ρεζερβουάρ ένός αυτοκινήτου. Άλλα πώς θά μπορούσαμε νά άντλήσουμε νερό, πού βρίσκεται σέ χαμηλό ύψος, σπώας σ' ένα πηγάδι;

Γιά τό σκοπό αύτό χρησιμοποιούμε υδραντλίες, σπου ή άτμοσφαιρική πίεση παιζει πάλι τό ρόλο της. Τόν τρόπο λειτουργίας μιᾶς υδραντλίας μπορείτε νά τόν παρακολουθήσετε στήν είκόνα τής έπόμενης σελίδας. "Ένα τέτοιο είδος άντλίας χρησιμοποιείται έπισης συχνά γιά τήν άντληση λαδιοῦ ή κρασιοῦ από ένα δοχείο. Μπορείτε νά προμηθευθείτε μιά τέτοια μικρή άντλια από ένα όποιοδήποτε σιδηροπωλεῖο καί νά μελετήσετε πώς λειτουργεῖ.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

1) Περιγράψτε τό ρόλο πού παίζει ή άτμοσφαιρική πίεση στίς πάρακάτω έφαρμογές :

(a) "Όταν ρουφάτε λεμόνια από ένα μπουκάλι μέ ένα καλαμάκι.

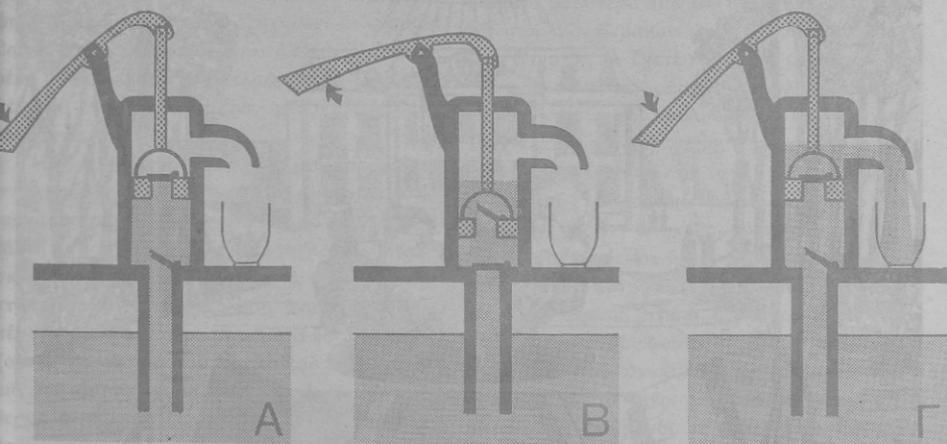
(β) Βουτήξει ἔνα σωλήνα σ' ἔνα δοχεῖο. Κλείστε μέτ τό δάχτυλο τό ἐπάνω μέρος τοῦ σωλήνα καὶ βγάλτε τον ἀπό τό δοχεῖο. Τί παρατηρεῖτε; Ἡ μέθοδος αὐτὴ χρησιμοποιεῖται συχνά, γιά νά πάρουμε δείγμα ἐνός υγροῦ ἀπό ἔνα δοχεῖο.

2) Σέ παλαιότερα χρόνια χρησιμοποιοῦσαν βεντούζες γιά τή θεραπεία τῶν κρυολογημάτων. Ζητήστε ἀπό ἔνα μεγαλύτερο σας νά σᾶς περιγράψει πῶς χρησιμοποιοῦσαν τίς βεντούζες κι ἐξηγήστε τό ρόλο πον παίζει σ' αὐτές ἡ ἀτμοσφαιρική πίεση.

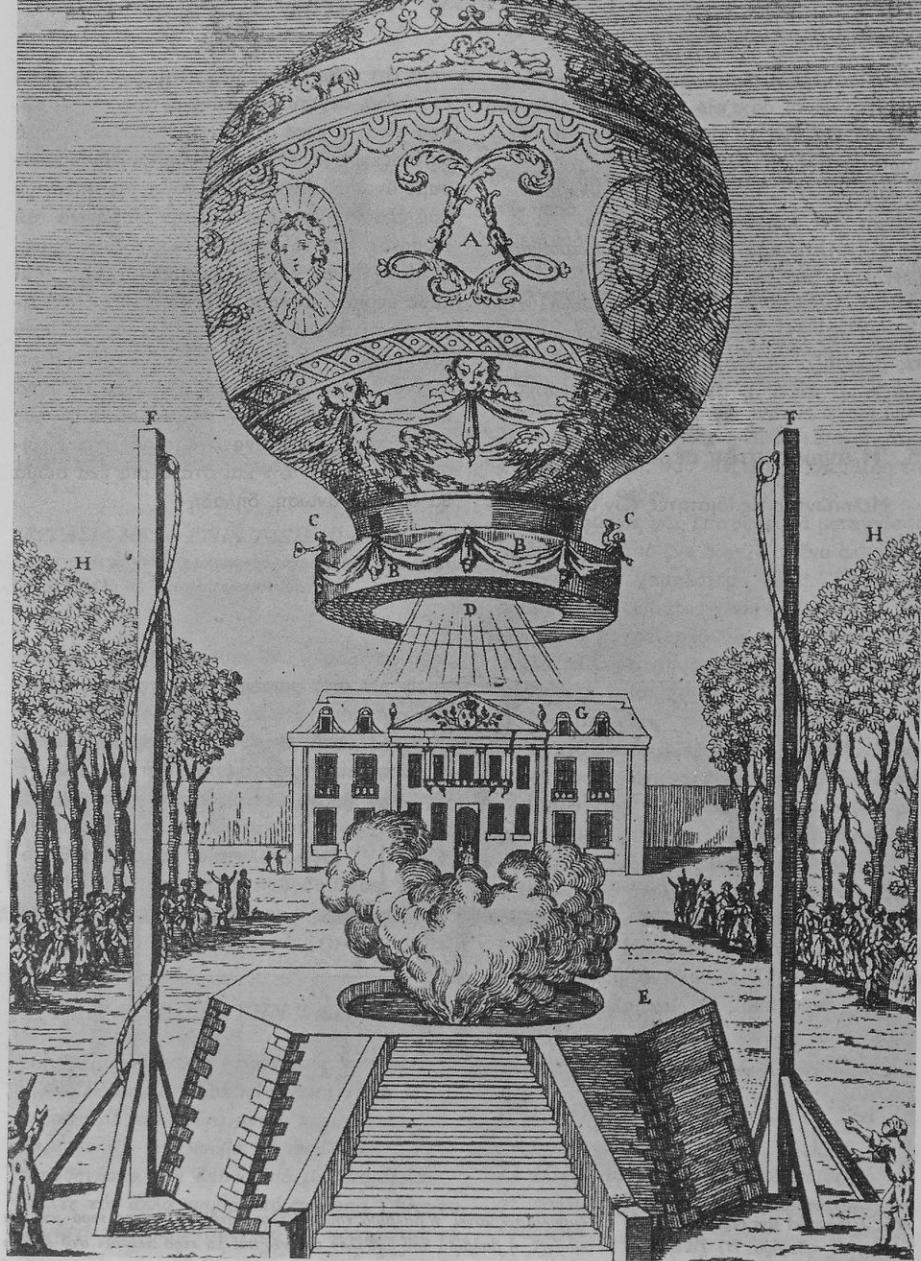
5. Ἡ ἄνωση στὸν ἄέρα

Μελετώντας τίς ἰδιότητες τῶν ύγρων βρή-

καμε ὅτι κάθε σῶμα, πού εἶναι βυθισμένο σὲ ἔνα ύγρο, δέχεται μιά δύναμη πρός τά πάνω, πού εἶναι ἵση μέτ τό βάρος τοῦ ύγρου πού ἐκτοπίζεται. Ἡ δύναμη αὐτή, πού τήν ὀνομάσαμε ἄνωση, εἶναι ἀποτέλεσμα τῶν πιέσεων πού ἔχασκοῦνται ἐπάνω στήν ἐπιφάνεια τοῦ σώματος ἀπό τό ύγρο. "Οπως εἴδαμε δῆμας, ἡ πίεση εἶναι χαρακτηριστική ἰδιότητα καὶ κάθε ἀερίου. Δηλαδή, βρήκαμε ὅτι ἔχασκεται πίεση σέ μιά ἐπιφάνεια, ἀνεξάρτητα ἀπό τόν προσανατολισμό της, ὅταν βρίσκεται μέσα σ' ἔνα ἀέριο. Ἀπ' αὐτή τήν ἀποψή τά ύγρα καὶ τά ἀέρια μοιάζουν καὶ γι' αὐτό πολλές φορές τά λέμε μέτ ἔνα σόμα **ρευστά**. Περιμένουμε λοιπόν ὅτι καὶ στά ἀέρια ἔνα σῶμα θά δέχεται ἄνωση, δηλαδή :



Πῶς λειτουργεῖ μιά ὑδραυτική: Α) Τό ἐμβολο ἀνεβαίνει, ἡ βαλβίδα τοῦ κυλίνδρου ἀνοίγει καὶ τό νερό μπαίνει μέσα στόν κυλίνδρο. Β) Τό ἐμβολο κατεβαίνει, ἡ βαλβίδα τοῦ ἐμβόλου ἀνοίγει καὶ τό νερό περνάει στό ἐπάνω μέρος τοῦ κυλίνδρου. Γ) Τό ἐμβολο ἀνεβαίνει πάλι, ἡ βαλβίδα τοῦ ἐμβόλου κλείνει καὶ τό νερό χύνεται ἀπό τό στόμιο τῆς ἀντλίας.



Τό πρώτο άεροστατο τῶν ἀδελφῶν Μονγκολφιέ.

κάθε σῶμα στόν ἀέρα δέχεται μιά δύναμη πρός τα ἐπάνω ἵη μέ το βάρος τοῦ ἀέρα πού ἔκτοπίζει.

Εἶναι εὔκολο νά καταλάβουμε τώρα γιατί ἡ ἄνωση στόν ἀέρα δέν εἶναι πολὺ αἰσθητή. Ἐπειδή ὁ ἀέρας ἔχει πολὺ μικρό βάρος, ἡ ἄνωση γιά τά περισσότερα ψυλικά σώματα εἶναι πολύ μικρότερη ἀπό τό βάρος τους. Ἡ ἄνωση, πού δέχεται τό σῶμα μας στόν ἀέρα, εἶναι σχεδόν χίλιες φορές μικρότερη ἀπό τό βάρος μας καὶ γι' αὐτό δέν τήν αἰσθανόμαστε καθόλου. Ἀντίθετα, στό νερό ἡ ἄνωση εἶναι σχεδόν ἴση μέ τό βάρος τοῦ σώματός μας καὶ γι' αὐτό σχεδόν ἐπιπλέουμε.

Γιά νά παρατηρήσουμε λοιπόν τήν ἄνωση στόν ἀέρα, πρέπει νά ἔχουμε ἔνα σῶμα πού νά ἔχει βάρος μικρότερο ἀπό τόν ἀέρα πού ἔκτοπίζει. Τό ἀποτέλεσμα θά εἶναι ὅτι τό σώμα, ἀντί νά πέφτει, θά ἀνεβαίνει. Ἰσως ἔχετε κάποτε παίξει μέ τά μπαλόνια, πού ἀνεβαίνουν ψηλά. Τώρα μπορεῖτε νά ἐξηγήσετε πῶς συμβαίνει αὐτό. Τά μπαλόνια αὐτά εἶναι φουσκωμένα μέ ἀέριο, πού εἶναι ἐλαφρότερο ἀπό τόν ἀέρα, κι ἔτσι ἡ ἄνωση εἶναι μεγαλύτερη ἀπό τό βάρος τους.

Ἡ ἄνωση στόν ἀέρα χρησιμοποιήθηκε στίς πρώτες προσπάθειες τοῦ ἀνθρώπου νά κανοποιήσει τό πανάρχαιο ὄνειρό του, νά πετάξει. Στά 1783 οἱ ἀδελφοί Μονγκολόφιε κατασκεύασαν κοντά στό Παρίσι τά πρώτα ἀερόστατα, πού ἤταν μεγάλα μπαλόνια ἀπό ὅδια-τέραστο ἀπό τόν ἀέρα μεταξωτό ὕφασμα. Βάζοντας τό στόμιο τοῦ μπαλονιοῦ πάνω ἀπό τά φωτιά ἀπό ἄχυρα, γέμιζαν τό μπαλόνι μέ θερμό ἀέρα, πού ἤταν ἐλαφρότερος ἀπό τόν αιτμοσφαιρικό ἀέρα. Μέ ἔνα τέτοιο ἀερόστατο πέταξαν γιά πρώτη φορά στό Παρίσι σέ πόσταση μερικῶν χιλιομέτρων.

Ο θερμός ἀέρας δέν εἶναι, βέβαια, τό κα-αλληλότερο ἀέριο, γιατί μόλις κρυώσει, συ-στέλλεται καὶ ἡ ἄνωση δέν εἶναι ἀποτελεσμα-τική. Χρειάζεται ἐπομένως ἔνα ἐλαφρότερο ἀέριο ὅπως τό ύδρογόνο. Σέ πιο σύγχρο-

να ἀερόστατα χρησιμοποιήθηκε ἀέριο ἥλιο.

Τά ἀερόστατα γρήγορα ζεπεράστηκαν ἀπό τά ἀεροπλάνα, γιατί ἦταν δύσκολο νά δῆγγηθούν καὶ παρασέρνονταν ἀπό ἀνέμους. Ἀερό-στατα ὅμως χρησιμοποιοῦνται ἀκόμα, γιά νά ἀνεβάζουν ὅργανα σέ διάφορα στρώματα τῆς ἀτμόσφαιρας. Ἐτσι μελετήθηκαν πολλές ἀπό τίς ιδιότητες τῆς ἀτμόσφαιρας. Σήμερα γιά τά ψηλότερα στρώματα τῆς ἀτμόσφαιρας χρησιμοποιοῦνται καὶ τεχνητοί δορυ-φόροι.

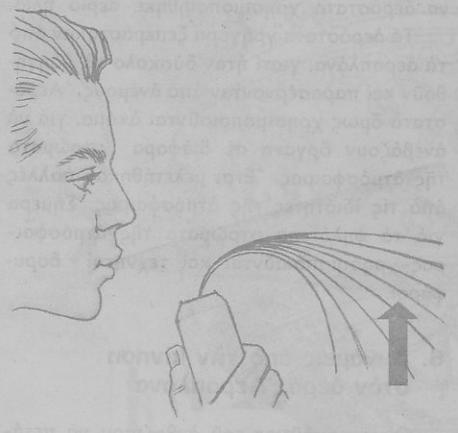
6. Δυνάμεις ἀπό τήν κίνηση στόν ἀέρα. Ἀεροπλάνα

Οι προσπάθειες τοῦ ἀνθρώπου νά πετά-ξει μέ τά ἀερόστατα βασίζονταν στίς ἀνύψω-τικές δυνάμεις, πού ἀναπτύσσονται μέ τήν ἄνωση σέ σώματα ἐλαφρότερα ἀπό τόν ἀέρα. Μήπως ὅμως εἶναι δυνατό νά πετάξουν καὶ σώματα βαρύτερα ἀπό τόν ἀέρα; Τό πέταγμα τῶν πουλιών βεβαιώνει πώς αὐτό εἶναι πράγ-ματι δυνατό. Ἀν ἔχετε ταξιδέψει μέ πλοοί, θά ἔχετε Ἰσως παρατηρήσει τούς γλάρους, πού πολλές φορές τό ἀκολουθοῦν. Τό πέταγμά τους ἔχει ιδιαίτερη χάρη, καθώς γλιστροῦν μέσα στόν ἀέρα μέ ἀκίνητα τά ἀνοιγμένα φτερά, πού μόνο ἀπό καιρό σέ καιρό τά κουνοῦν, γιά ν' ἀποκτήσουν ταχύτητα.

"Ολοι ἐπίσης θά ἔχετε πετάξει χαρταετό, πού εἶναι κι αὐτός ἔνα σῶμα βαρύτερο ἀπό τόν ἀέρα. Ξέρετε, βέβαια, ὅτι ὁ χαρταετός δέν ἀνεβαίνει, ἃν δέ φυσᾶ ἄνεμος. Ἐπομένως ἡ δύναμη πού ἀνυψώνει τό χαρταετό ἔχει νά κάνει μέ τήν κίνησή τοῦ ἀέρα γύρω ἀπ' αὐτόν. Ἀς δοῦμε ὅμως πῶς εἶναι δυνατό νά δημιουργηθεῖ μιά τέτοια δύναμη, μέ μιά ἀπλή ἐργασία.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε ἔνα βιβλίο καὶ μιά λονγίδα χαρτιοῦ μέ πλάτος περίπου 10 cm καὶ μήκος περίπου 30 cm.



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Η κίνηση του
άέρα στόχευται να προστατεύει την λογοθεασία του χαρτιού
δημιουργεί μάλιστα δύναμη πρός τα πάνω.

Βάλτε τή μάλιστα την λογοθεασία στίς σελίδες του βιβλίου και σηκώστε τό βιβλίο
δροθιο, ώστε η λογοθεασία να πέσει μπροστά,
όπως δείχνει η εικόνα.

Φυσήστε έπάνω από τή λογοθεασία πρώτα σιγά
και μετά πιο έντονα. Τί παρατηρεῖτε;

Τό αποτέλεσμα του πειράματος είναι άπλο άλλα σημαντικό. Η λουρίδα του χαρτιού άνυψωνεται και μάλιστα τόσο περισσότερο, όσο πιο έντονα φυσούμε. Αύτο δύναμη σημαίνει πώς άναπτυχθηκε κάποια δύναμη, που σπρώχνει τή λογοθεασία πρός τα έπάνω. Η δύναμη αυτή πρέπει να έχει σχέση με τήν κίνηση του άέρα στήν έπάνω πλευρά τής λουρίδας. Μπορούμε νά διατυπώσουμε αύτό τό συμπέρασμα λίγο διαφορετικά λέγοντας ότι η πίεση του άέρα στήν έπάνω πλευρά τής λουρίδας είναι μικρότερη από τήν πίεση στήν κάτω πλευρά έξαιτίας τής κινήσεώς του.

Η απλή αυτή παρατήρηση αποτελεῖ τή

βάση τής κατασκευής όλων των σύγχρονων άεροπλάνων. Η δύναμη που άνυψωνε τό άεροπλάνο άναπτυσσεται στά φτερά του καθώς ο άέρας κινεῖται γύρω από αυτά. Αν ταξιδέψετε με άεροπλάνο, θα είχατε τήν έντυπωση ότι ο άέρας κινεῖται γύρω από τό φτερό άκριβως όπως ο δύναμης που αισθάνετε στον τρέχετε με αυτοκίνητο. Η δύναμη, που έχεισκεται έπάνω στά φτερά και άνυψωνε τό άεροπλάνο, δημιουργείται από τήν κίνηση του άέρα.

Είναι φανερό από όσα είπαμε ότι γιά τήν πτήση του άεροπλάνου χρειάζονται δύο πράγματα. Πρώτα ένας κινητήρας, για νά κινηθεί μέσα στόν άέρα, κι έπειτα κατάλληλα διαμορφωμένα φτερά, όπου θά άναπτυχθεί ή άνυψωτική δύναμη. Γιά τήν κίνηση του άεροπλάνου μέσα στόν άέρα χρησιμοποιούνταν, μέχρι πρίν 25 χρόνια περίπου, σχεδόν αποκλειστικά έλικες. Τά σύγχρονα άεροπλάνα είναι κυρίως άεριωθούμενα και κινούνται μέπολύ μεγαλύτερες ταχύτητες από τά άεροπλάνα μέ έλικες.

Πολλές έρευνες έχουν γίνει γιά τήν πιό κατάλληλη μορφή φτερών. Η προσπάθεια είναι νά γίνει ή άνυψωτική δύναμη όσο τό δυνατόν μεγαλύτερη, άλλα συγχρόνως τό φτερό νά μήν προβάλλει μεγάλη άντίσταση στήν κίνηση μέσα στόν άέρα. Η είκόνα δείχνει τό άεροδυναμικό σχήμα που θά βλέπαμε, αν κόβαμε ένα φτερό. Οι γραμμές γύρω δείχνουν τόν τρόπο, μέ τόν όποιο κινεῖται ή άέρας. Καθώς μπορείτε νά παρατηρήσετε, ο δρόμος του άέρα στήν έπάνω πλευρά είναι μακρύτερος από τό δρόμο στήν κάτω πλευρά. Ετοι ή άέρας κινεῖται στήν έπάνω πλευρά πιό γρήγορα και δημιουργείται ή δύναμη που σηκώνει τό άεροπλάνο. Οι μηχανικοί που άσχολούνται μέ τήν κατασκευή άεροπλάνων, οι άεροναυπηγοί, υπολογίζουν μέ κάθε λεπτομέρεια τίς δυνάμεις έπάνω σέ κάθε φτερό. Ακόμα, κατασκευάζουν γιγαντιαία τούνελ, όπου μέ άνεμιστήρες δημιουργούν τεχνητά τήν κίνηση του άέρα μέ μεγάλη ταχύ-

τητα γύρω από μοντέλα άεροπλάνων, γιά νά μετρήσουν τίς δυνάμεις πού άναπτύσσονται.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

- 1) Οι άδειοι Ράτη ήταν οι πρώτοι πού κατάφεραν νά πετάξουν μέ αεροπλάνο. Νά βρείτε πληροφορίες γιά τον πρώτον άεροπόρον καί τήν έξελιξη τοῦ αεροπλάνου.
- 2) Φουσκώστε ένα μπαλόνι καί στερεώστε το μέ το λαιμό πρός τα πίσω έπάνω σ' ένα έλαφρό καροτσάκι, π.χ. σ' ένα μικρό πλαστικό καροτσάκι. Έλευθερώστε τό λαιμό, ώστε νά φύγει ο άέρας. Τί παρατηρεῖτε; Στό φαινόμενο αντό στηρίζεται ή κίνηση τῶν άεριωθουμένων αεροπλάνων.

ιεχε̄ θοτ . εριεγράνε̄ ήγηπ θιψ παλλό εψυοιδ -ρο , «ηραθοκ» ιενίζ ιτδ ιψηπτάνοζάπ θ ίεκ -ψυσ χωπο̄ , εριερθοδηρτό ηγητ ιενίσιοψ ζδ ήδηθλ . ιψητούρη ιασθοδίθ θτ ζη ιενίσι



Τό άεροδυναμικό σχῆμα πού θά βλέπαμε, αν κόβαμε ένα φτερό αεροπλάνου. Οι γραμμές δείχνουν τήν κίνηση τοῦ άέρα.

7. Ό αέρας ως πηγή ένέργειας

Όπως κάθε κινούμενο σῶμα, έσι καί ο ἄνεμος, δηλαδή ο αέρας πού κινεῖται, έχει κινητική ένέργεια. Όπως ξέρουμε, αύτό σημαίνει ότι μπορεῖ νά παράγει έργο. Αύτή τήν ιδιότητα τή χρησιμοποίησε άπό παλιά ο ἀνθρώπος σέ διάφορες έφαρμογές, δηπου χρειάζεται μιά μορφή ένέργειας. Οι μεγάλοι θαλασσοπόροι, δηπως ο Χριστόφορος Κολόμβος καί ο Μαγγελάνος, πραγματοποίησαν δλα τά ταξίδια τους μέ ιστιοφόρα, δηλαδή μέ πλοια μέ πανιά, πού χρησιμοποιούσαν τόν ἄνεμο ως κινητήρια δύναμη. Μέχρι πρίν άπό έκατο χρόνια περίπου ή κίνηση τῶν πλοίων γινόταν σχεδόν άποκλειστικά μέ πανιά. Στά νησιά τοῦ Αίγαιου, δηπου οι ἄνεμοι είναι ιδιαίτερα συχνοί καί ισχυροί, ύπηρχαν πλήθος ἄνεμομυλοί, πού χρησιμοποιούσαν τήν ένέργεια τοῦ ἄνεμου γιά τό ἀλεσμα τοῦ σιταριού ή γιά τήν ἄντληση νερού άπό πηγάδια. Άκομα καί σήμερα τό όροπέδιο Λασηθίου στήν Κρήτη είναι περίφημο γιά τούς 10000 ἄνεμομύλους του.

Μέ τήν ἀνάπτυξη ομως ολλων πηγών ένέργειας, δηπως τοῦ άτμου καί τοῦ ήλεκτρι-

σμοῦ, ή ένέργεια τοῦ ἄνεμου παραμερίστηκε. Ό κύριος λόγος είναι ότι έχει τό μειονέκτημα νά μήν είναι πάντα διαθέσιμη, δταν τή χρειαζόμαστε. Μέ τό πάτημα ένός κουμπιού μπορούμε νά έχουμε άμεσως τήν ήλεκτρική ένέργεια πού χρειάζεται γιά μιά ήλεκτρική άντλια, πού άνεβάζει νερό άπό ένα πηγάδι. Καί οι μηχανές ένός πλοίου μπορούν νά δώσουν κίνηση σέ κάθε στιγμή, ώστε νά μή χρειάζεται νά περιμένουμε εύνοϊκούς ἄνεμους.

Στά τελευταία χρόνια ομως έχουμε καταλάβει ότι ή άσυλλόγιστη σπατάλη ένέργειας μπορεῖ γρήγορα νά έχαντλήσει τά άποθέματα πού ύπάρχουν άπό καύσιμα, πετρέλαιο ή άκομα καί κάρβουνο. Έτσι, ή προσοχή τοῦ ἀνθρώπου στρέφεται πάλι πρός ολλες πηγές ένέργειας κι άναμεσα σ' αύτές καί τοῦ ἄνεμου. Είναι φανερό ότι γιά νά χρησιμοποιήσουμε άποτελεσματικά τήν ένέργεια τοῦ ἄνεμου, πρέπει νά βρούμε έναν τρόπο νά τήν άποθηκεύσουμε, γιά νά τή χρησιμοποιούμε δταν δέ φυσα. Γι' αύτό τό σκοπό άρκετοι μηχανικοί σήμερα έρευνούν γιά τρόπους οικονομικής άποθηκεύσεως τής ένέργειας τοῦ ἄνεμου. Έτσι αύτό πραγματοποιηθεῖ, θά κερ-

δίσουμε ἄλλη μιά πηγή ἐνέργειας, πού ἔχει καὶ τό πλεονέκτημα ὅτι εἶναι «καθαρή», δηλαδὴ δέ ρυπαίνει τὴν ἀτμόσφαιρα, ὅπως συμβαίνει μὲ τά διάφορα καύσιμα.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Στή μελέτη τῆς μηχανικῆς τῶν ὑγρῶν καὶ

τῶν ἀερίων βρήκαμε πολλές κοινές χαρακτηριστικές ἰδιότητες. Οἱ νέες ἔννοιες πού συναντήσαμε στίς δύο αὐτές ἐνότητες βρίσκονται σκορπισμένες στήν ἀπέναντι σελίδα καὶ μπορεῖτε νά τίς χρησιμοποιήσετε γιά μιά ἐπανάληψη. Βεβαιωθεῖτε ὅτι καταλαβάνετε τή σημασία κάθε λέξης καὶ ὅτι μπορεῖτε νά τήν ἐξηγήσετε μέ δικά σας λόγια καὶ παραδείγματα.



Χιλιάδες ἀνεμόμυλοι χρησιμοποιοῦνται στό δροπέδιο Λασηθίου γιά ἀντληση νεροῦ.

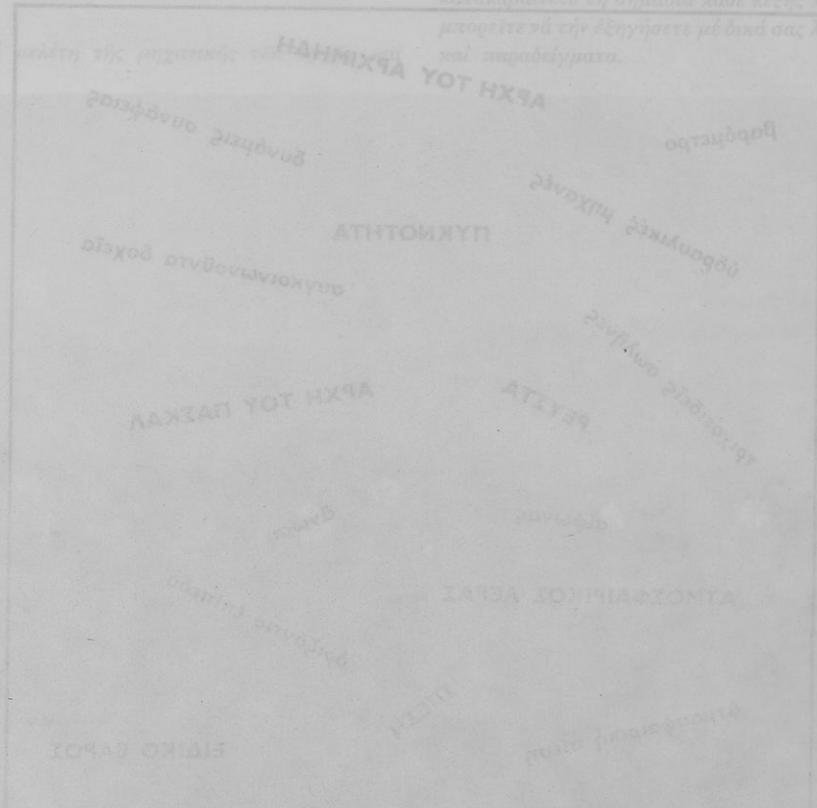
βαρόμετρο
 ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΗ
 ύδραυλικές μηχανές
 πυκνότητα
 συγκοινωνούντα δοχεία
 τριχοειδεῖς σωλήνες
 ΡΕΥΣΤΑ
 ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΠΑΣΚΑΛ
 σίφωνας
 ανωση
 άτμοσφαιρική πίεση
 πίεση
 έπιπεδο
 ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ
 Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

θεωρείται όλοι, ραδικά, ινόργανοι, πού δεν
είναι από την κατηγορία των είδων σκαρράρια, δημό^ρ
-κατά την γενικότερην έμφασην, δημός αφού
διατίθεται σε διάφορα καθεστώτα.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΛΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διηγή μελέτη της απόδοσης της ΗΔΗΜΙΧΑΡΑΚΑΣ ΥΟΤ ΗΧΥΔΑ

των δευτεροβάθμιων πολλές κοινίες
ρροπονητριών της Ελλάς. Οι νέες έννοιες
που συντίθεμε στις δύο αντίς έρθετες
θεωρούνται πιο διασπασμένες στην θελέτηνα
σειδα κατά μηχανέτες τα τέλη χρονιμοποιήσης
για μια καταδίηψη. Βεβαιώνεται ότι
καταλαβαθμίζεται τη σημασία κάθισ μέτρης και δι-
μορφεύεται την έξιγη ποσετε μέσω σας θυμη-
νατή παραδείγματα.



Αναδεικνύεται η αποδοτικότητα της δραστηριότητας της Ελληνικής Λαογηγίας για την ανάπτυξη της οικονομίας.

β. χημεία

Το γράπτο μέτων των ρήσεων, έπειτα φαντάσαι τη μεγάλην την 100 φύλλων πάνω από την προστασία. Συντάξεις δεν διαδέχονται θεατέστατοι παραπομπές, έπειτα γάρ πρόγραμμα μεγαλώνεται έκπτωτηριακά πράγματα.

Επί αξιότεράν δτ. ίσα καθάρισμαθ δτ. άνοιξεθ

στούς πολιτικούς την παραγωγήν των σωρτών πολιτισμάτων

όπου προσδιορίζεται για την παραγωγή των πολιτισμάτων

που προσδιορίζεται για την παραγωγή των πολιτισμάτων

άρετος, ένα πλαστικό μεταλλικό οχήματος που περιλαμβάνει την παραγωγή των πολιτισμάτων

που προσδιορίζεται για την παραγωγή των πολιτισμάτων

I. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Εισαγωγή

Παρατηρήστε τήν ποικιλία άπό χρώματα, πού έχουν τά πράγματα γύρω σας. Μέσα στήν τάξη σας καί μόνο θά βρείτε όλα τά χρώματα τοῦ ούρανίου τόξου. Παρατηρήστε τά ύλικά, άπό τά όποια είναι φτιαγμένα τά ροῦχα σας, τά τετράδια, οι σάκες σας. Τά ροῦχα είναι φτιαγμένα άπό μαλλί καί βαμβάκι, άλλα καί άπό τά πλαστικά νάιλον, τεριλέν καί ντάκρον. Τά τετράδια είναι κατασκευασμένα άπό χαρτί καί οι σάκες άπό δέρμα ή άπό πλαστικό. Σκεφτήκατε ποτέ πώς άπό τό βαμβάκι φτιάνεται ή στιλπνή καί χρωματιστή κλωστή, μέ τήν όποια είναι υφασμένο τό πουκάμισό σας; Πώς άπό τό ξύλο φτιάνεται τό χαρτί; Πώς κατασκευάζονται ύλικά, όπως τά πλαστικά, πού δέν υπάρχουν στή φύση;

Στίς άρχες τοῦ αιώνα τά ύλικά, πού χρησιμοποιοῦσε ό ανθρωπος γιά τίς άνάγκες τής ζωῆς του, προέρχονταν όλα άπό τή φύση, ήταν δηλαδή **φυσικά προϊόντα**, όπως τό μαλλί καί τό δέρμα άπό τά ζῶα, τό ξύλο άπό τά δέντρα, οι θεραπευτικές ούσιες άπό τά

βότανα, τό βαμβάκι καί τά μέταλλα. Τά τελευταῖα ζημιές χρόνια οι χημικοί κατασκεύασαν ύλικά, πού δέν υπάρχουν στή φύση, δηλαδή **τεχνητά ή συνθετικά προϊόντα**, όπως τά πλαστικά, τά άπορρυπαντικά, τά τεχνητά ή συνθετικά χρώματα καί τά συνθετικά φάρμακα καί τρόφιμα. Οι χημικοί μέλετώντας καί μαθαίνοντας τή σύνθεση τῶν φυσικῶν ούσιῶν, πέτυχαν νά φτιάσουν καί νέες ούσιες, πού δέν υπάρχουν στή φύση.

Ο κόσμος τής χημείας λοιπόν είναι πολύ μεγάλος, είναι ή έρευνα τής ψληγής καί ή σύνθεση νέων ούσιῶν. Ή σύνθεση νέων ούσιῶν είναι πολύ σπουδαϊο πράγμα γιά τόν ανθρώπο, γιατί μέ τήν όλο καί μεγαλύτερη αὔξηση τού πληθυσμοῦ στή γη τά φυσικά προϊόντα έπαρκον όλο καί λιγότερο.

Είναι λοιπόν τόσο διαφορετική ή χημεία άπό τή φυσική; "Όχι, γιατί καί οι δύο έπιστημες έρευνοῦν τή φύση, δηλαδή τήν ψληγή καί τήν ένεργεια. Οι χημικοί ζημιές ένδιαφέρονται περισσότερο γιά τήν ψληγή καί τίς μεταβολές της.

"Άς δοῦμε τώρα κι έμείς τήν ψληγή, όπως τή βλέπουν οι χημικοί.



Τό χαρτί αύτοῦ τοῦ βιβλίου, δπως φαίνεται σέ μεγέθυνση 100 φορές κάτω από ἓνα μικροσκόπιο. Σκεφτεῖτε δτι ὑπάρχουν ἡλεκτρονικά μικροσκόπια, δπον τά πρόγματα μεγεθύνονται ἑκατομμύδια φορές.

2. Μόρια καὶ ἄτομα

Μάθαμε φέτος ὅτι τό μικρότερο κομματάκι ἐνός εἶδους ὕλης είναι τό μόριο. Ἀλλά πόσα εἶδη ὕλης ξέρουμε; Τό νερό, ἡ κιμωλία ἡ ἀμμωνία, ἡ ζάχαρη, τό ἀλάτι καὶ ἔνα σωρὸ ἀκόμα οὐσίες είναι ὀλες, διαφορετικά εἶδη ὕλης. Τό μικρότερο κομματάκι ἡ καλύτερα τό μικρότερο σωματίδιο τοῦ νεροῦ, τῆς κιμωλίας καὶ τῆς ζάχαρης είναι τό μόριο τοῦ νεροῦ, τό μόριο τῆς κιμωλίας καὶ τό μόριο τῆς ζάχαρης.

Τό μόριο τοῦ νεροῦ είναι διαφορετικό ἀπό τά μόρια τῆς κιμωλίας καὶ τῆς ζάχαρης καὶ μέ τή σειρά τους τά μόρια τῆς κιμωλίας καὶ τῆς ζάχαρης είναι διαφορετικά μεταξύ τους. Ἀλλά σέ τί διαφέρουν;

Ἄς διασπάσονμε ἔνα μόριο, γιά νά δούμε ἀπό τί ἀποτελεῖται.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε ἔνα δοκιμαστικό σωλήνα (πυρέξ), μιά λαβίδα γιά τό σωλήνα, ἔνα καμινέτο οἰνοπνεύματος ἢ ἔνα λύχνο

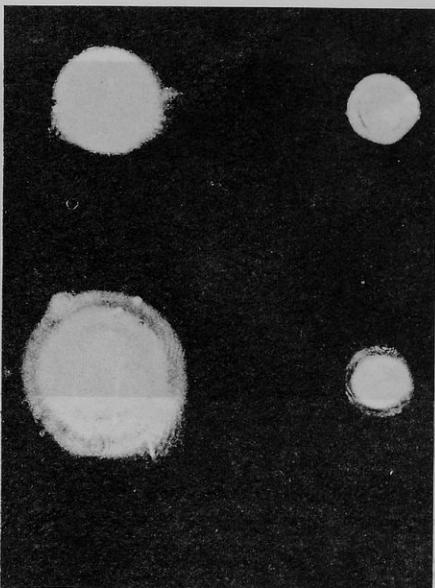
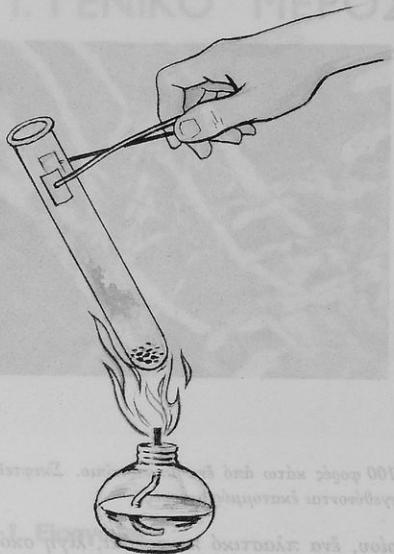
ἀερίου, ἔνα πλαστικό κονταλάκι, λίγη σκόνη ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου κι ἔνα φλιτζάνι.

1) Μέ τήν ἀκοη τοῦ κονταλοῦ πάρτε λίγη σκόνη ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου καὶ βάλτε τη μέσα στό δοκιμαστικό σωλήνα.

ΠΡΟΣΟΧΗ : Μήρ ἀγγίζετε τή σκόνη μέ τά δάχτυλά σας καὶ μήρ ἀναπνέετε κοντά στή σκόνη.

2) Πιάστε τό δοκιμαστικό σωλήνα μέ τή λαβίδα καὶ θερμάνετε στή φλόγα τοῦ λύχνου ἢ τοῦ καμινέτον τό ὀξείδιο τοῦ ὑδραργύρου.

ΠΡΟΣΟΧΗ : Καθώς θερμαίνετε τό δοκιμαστικό σωλήνα, τό στόμιο τον δέν πρέπει νά είναι γνωστέρο πρός έσας. Στύγοντετε ὅτι τό στόμιο τοῦ σωλήνα δέν είναι στραμμένο πρός κανένα μέσα στήν τάξη. Μήρ ἀναπνέετε τούς ἀτμούς πού βγαίνουν ἀπό τό σωλήνα.



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Τά μόρια του δέξιειδίου του ίδραργύρου σπάζουν με τή θέρμανση και σχηματίζεται δένγνο και ίδραργυρος.

3) Παρατηρήστε τί συμβαίνει. Τί χρώμα είχε ή σκόνη του δέξιειδίου του ίδραργύρου πρίν τη θερμάνετε; Τί χρώμα παίρνει ή σκόνη όταν θερμάνεται; Παρατηρούμε ότι, μετά από λίγο, στά τοιχώματα του δοκιμαστικού σωλήνα παρουσιάζονται άσημένιες σταγόνες. Τί είναι αντές οι σταγόνες;

4) Μόλις παρουσιαστοῦν οι άσημένιες σταγόνες, στερεώστε τό δοκιμαστικό σωλήνα μέσα στό φλιτζάνι και άφηστε τον νά κρωθεί.

ΠΡΟΣΟΧΗ Μήν άγγίξετε τό δοκιμαστικό σωλήνα, είναι πολύ ζεστός.

Φωτογραφία άτομων των άεριων άργος και νέου, παραμένη από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο με ειδική τεχνική.

‘Η σκόνη του δέξιειδίου του ίδραργύρου είναι μιά κόκκινη χημική ούσια. Μετά τή θέρμανση ή κόκκινη σκόνη έγινε μαύρη και στή συνέχεια στό σωλήνα σχηματίστηκαν άσημένιες σταγόνες. Οι σταγόνες αύτές δέν είναι πιά δέξιο διο του ίδραργύρου, άλλα ίδραργύρος. Τό μόριο του δέξιειδίου του ίδραργύρου άποτελείται από δύο άλλα μικρότερα σωματίδια, πού τά λέμε **ἄτομα**. Γιά τά **ἄτομα** μίλησε πρώτος δημόκριτος, πού γεννήθηκε στήν ‘Αρχαία Ελλάδα γύρω στά 470 π.Χ. ‘Η λέξη **ἄτομο** σημαίνει κάτι πού δέν τέμνεται (δέν κόβεται). Τό μόριο του δέξιειδίου του ίδραργύρου άποτελείται από ένα **ἄτομο** ίδραργύρου και ένα **ἄτομο** ίδενγόνου. Στό πείραμά μας διασπάσαμε τό μόριο του

όξειδίου τοῦ ύδραργύρου, δηλαδή χωρίσαμε τό άτομο τοῦ δέξυγόνου άπό τό άτομο τοῦ ύδραργύρου. Μέ τή διάσπαση, τό δέξυγόνο, πού είναι άρειο, ἔφυγε καί ού δύραργυρος, πού είναι ύγρο, στάθηκε στά τοιχώματα τοῦ σωλήνα. Φυσικά, ἐδῶ δέν είχαμε νά κάνουμε μέ ένα μόριο δέξιδίου τοῦ ύδραργύρου, γιατί, σπως μάθαμε στή φυσική, τά μόρια είναι πάρα πολύ μικρά καί μόνο μέ εἰδικά ήλεκτρονικά μικροσκόπια ού ανθρωπος μπόρεσε νά τά δεῖ. Δουλέψαμε μέ μυριάδες μόρια, πού τά διασπάσαμε μέ τή βοήθεια τῆς θερμότητας, δηλαδή καταναλώσαμε ἐνέργεια, γιά νά τά διασπάσουμε. Ἀφοῦ τά μόρια είναι τόσο πολύ μικρά, σκεφτεῖτε πόσο πολύ μικρά είναι τά άτομα. Ό ανθρωπος παρ' ούλα αύτά κατάφερε μέ δυνατά ήλεκτρονικά μικροσκόπια νά δεῖ καί μερικά ἀπό τά άτομα.

**Μάθαμε λοιπόν ότι
τά μόρια άποτελοῦνται ἀπό άτομα.**

Οι ἐπιστήμονες δύμας δέ σταμάτησαν στήν άνακαλύψη αὐτή. Γιά πολλά χρόνια μελέτησαν τά άτομα καί ξέρουν σήμερα ότι καί αύτά άκόμα άποτελοῦνται ἀπό ἄλλα μικρότερα σωματίδια, μέ ἄλλα λόγια ξέρουν τή δομή τῶν άτόμων.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

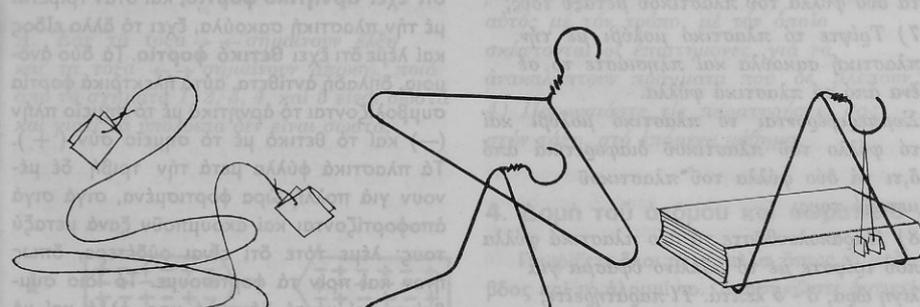
"Ἄν χωρίσετε 4g κόκκινη σκόνη δέξιδίου τοῦ ύδραργύρου στά τέσσερα, θά πάρετε τέσσερις φορές ἀπό 1g δέξιδιο τοῦ ύδραργύρου. "Ἄν χωρίσετε τό 1g τοῦ δέξιδίου τοῦ ύδραργύρου σέ κόκκους, θά πάρετε κιλιάδες κόκκους σκόνης δέξιδίου τοῦ ύδραργύρου. "Ἔνας κόκκος σκόνης ἔχει μυριάδες μόρια δέξιδίου τοῦ ύδραργύρου. Τί θά πάρετε δύμας, ἢν χωρίσετε ἔνα μόριο δέξιδίου τοῦ ύδραργύρου;

3. Δομή τοῦ άτόμου καί ήλεκτρικά φορτία

Σᾶς έτυχε ποτέ, βγάζοντας τό πουλόβερ σας, νά άκουσετε ἔνα τρίχυμο σάν ἀπό σπινθήρα; Πολλές φορές, ὅταν χτενίζετε τά μαλλιά σας, τό χτένι τρίζει μέ τόν ίδιο τρόπο. Λέμε ότι τό χτένι ήλεκτρίζεται. Ἀπό ποῦ προέρχεται αύτός ο ήλεκτρισμός;

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε 40 έκατοστόμετρα λεπτή κιλωστή, μιά πλαστική σακούλα, ἔνα



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Ή κρεμάστη στερεώνεται μέ ἔνα βιβλίο καί τά πλαστικά φύλλα είναι κρεμασμένα ἐπιστρέψατε, ώστε ν' ἀκομψπον μεταξύ τους.

πλαστικό μολύβι διαρκείας (μπίκ), ένα κομμάτι μάλλινο ψφασμα, μιά συρμάτινη κρεμάστρα, ένα βιβλίο και μιά βελόνα.

1) Κόψτε από τήν πλαστική σακούλα δύο κομμάτια 7×7 έκαποστόμετρα περίπου. Διπλώστε καθένα από τά κομμάτια στά δύο, τρεις φορές, και δέστε τα στίς άκρες της κλωστής, όπως δείχνει τό σχήμα.

2) Λαγίστε τήν κρεμάστρα και στερεώστε τη μέ τό βιβλίο.

3) Φτιάξτε μιά θηλιά στή μέσην άκριβώς της κλωστής και περάστε τή θηλιά από τό κρεμαστάρι της κρεμάστρας. Τά δύο φύλλα τοῦ πλαστικοῦ πρέπει ν' άκουμποῦν μεταξύ τους.

4) Πλησιάστε τό δάχτυλό σας στά πλαστικά φύλλα. 'Αλλάξει τίτοτα;

5) Μέ τό μάλλινο ψφασμα τρίψτε συγχρόνως μέ τά δύο σας χέρια τά δύο φύλλα τοῦ πλαστικοῦ. 'Αφήστε τά φύλλα. Τί παρατηρεῖτε;

6) Τρίψτε τό πλαστικό μολύβι μέ τό μάλλινο ψφασμα και πλησιάστε το σέ ένα από τά πλαστικά φύλλα.

Συμπεριφέρονται τό πλαστικό μολύβι και τό φύλλο τοῦ πλαστικοῦ τό ίδιο όπως και τά δύο φύλλα τοῦ πλαστικοῦ μεταξύ τους;

7) Τρίψτε τό πλαστικό μολύβι μέ τήν πλαστική σακούλα και πλησιάστε το σέ ένα από τά πλαστικά φύλλα.

Συμπεριφέρονται τό πλαστικό μολύβι και τό φύλλο τοῦ πλαστικοῦ διαφορετικά από δ, τι τά δύο φύλλα τοῦ πλαστικοῦ μεταξύ τους;

8) Παρακολουθήστε τά δύο πλαστικά φύλλα που τρίψατε μέ τό μάλλινο ψφασμα γιά λίγη ώρα, 3 - 5 λεπτά. Τί παρατηρεῖτε;

"Όταν τρίβουμε τά δύο πλαστικά φύλλα μέ τό μάλλινο ψφασμα, λέμε οτι τά φύλλα ήλεκτριζονται ή άλλιως οτι αποκτοῦν ήλεκτρικό

φορτίο."Όταν τά φύλλα τοῦ πλαστικοῦ απόκτοῦν ήλεκτρικό φορτίο, παρατηροῦμε οτι κρατιοῦνται μακριά τό ένα από τό άλλο, δηλαδή απωθοῦνται. Τό ίδιο συμβαίνει και μέ τό πλαστικό μολύβι, οταν τό τρίβουμε μέ τό μάλλινο ψφασμα και τό πλησιάσουμε στό πλαστικό φύλλο· τό μολύβι και τό φύλλο απωθοῦνται. "Όταν ζημιας τρίβουμε τό μολύβι μέ τήν πλαστική σακούλα τό μολύβι και τό φύλλο δέν απωθοῦνται, άλλα, άντιθετα, έλκονται. "Αρα, τόσο τά πλαστικά φύλλα, σσο και τό μολύβι, οταν τρίβονται μέ τό μάλλινο ψφασμα, αποκτοῦν ένα είδος φορτίο, τό πλαστικό μολύβι ζημιας αποκτᾶ διαφορετικό είδος φορτίο, οταν τρίβεται μέ τήν πλαστική σακούλα. Βλέπουμε λοιπόν οτι ύπαρχουν δύο είδων φορτία. 'Ακόμα βλέπουμε οτι, οταν, είτε τά φύλλα μεταξύ τους είτε τό φύλλο και τό μολύβι, αποκτοῦν δμοια φορτία, απωθοῦνται. "Όταν ζημιας τό μολύβι και τό φύλλο αποκτοῦν άνόμια φορτία, έλκονται.

'Ανακαλύψαμε λοιπόν οτι

ζημια ήλεκτρικά φορτία απωθοῦνται και άνόμια ήλεκτρικά φορτία έλκονται.

'Υπάρχουν λοιπόν δύο είδων ήλεκτρικά φορτία. Τό πλαστικό μολύβι, οταν τρίβεται μέ μάλλινο ψφασμα, έχει τό ένα είδος και λέμε οτι έχει **άρνητικό φορτίο**, και οταν τρίβεται μέ τήν πλαστική σακούλα, έχει τό άλλο είδος και λέμε οτι έχει **θετικό φορτίο**. Τά δύο άνόμια, δηλαδή άντιθετα, αυτά ήλεκτρικά φορτία συμβολίζονται τό άρνητικό μέ τό σημείο πλήν (—) και τό θετικό μέ τό σημείο σύν (+). Τά πλαστικά φύλλα μεταξύ τήν τριβή δέ μένουν γιά πολλή ώρα φορτισμένα, σιγά σιγά αποφορτίζονται και άκουμποῦν ξανά μεταξύ τους· λέμε τότε οτι είναι ούδετερα, σπως ήταν και πρίν τά φορτίσουμε. Τό ίδιο συμβαίνει και μέ τό δάχτυλο μας, άλλα και μέ δλόκληρο τό σώμα μας· είναι ούδετερα. Γιά τό λόγο αυτό, οταν πλησιάζουμε τό δάχτυλό μας στά πλαστικά φύλλα, αυτά μένουν στή θέση τους.

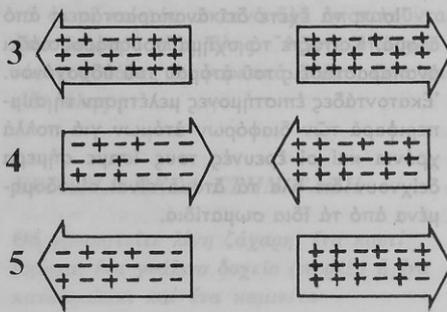
Ούδετέρο παρουσιάζεται ένα άντικείμενο, όταν τά άρνητικά φορτισμένα σωματίδια του είναι ίσα με τά θετικά σωματίδια του. "Ενα άντικείμενο με άρνητικό φορτίο έχει περισσότερα σωματίδια με άρνητικό φορτίο από σσα σωματίδια έχει με θετικό φορτίο. "Ενα άντικείμενο με θετικό φορτίο έχει περισσότερα σωματίδια με θετικό φορτίο από σσα σωματίδια έχει με άρνητικό φορτίο.

"Αν ύποθέσουμε ότι μόνο τό άρνητικό φορτίο μπορεί νά μετακινηθεί, όταν τρέψαμε τό πλαστικό με τό μάλλινο ύφασμα, ποιό από τά δύο ύλικά έχασε φορτισμένα σωματίδια; Τί φορτίο είχε τό μάλλινο ύφασμα, όταν τρίφτηκε με τό πλαστικό;

"Ολα αυτά ίσως σάς φανοῦν λίγο δύσκολα ή καί μπερδεμένα. Παρ' ολα αυτά, ολα θά γίνουν πραγματικά πολύ απλά, όταν θά μάθουμε περισσότερα γιά τά άτομα. Μαθαίνοντας γιά τά άτομα μπορούμε νά ξεγγήσουμε πολλά πράγματα, πού συμβαίνουν στή ζωή μας. Οι έπιστήμονες έχουν περιγράψει τά άτομα, χωρίς νά τά έχουν δει, τά έχουν περιγράψει από τούς τρόπους πού συμπεριφέρονται καί από τίς ιδιότητες πού δίνουν στήν ψλη.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

A. Έάν τά τόξα → ← σημαίνοντν ellenη καί τά τόξα ↔ ↔ σημαίνοντν ἀπωση, ποιά από τά σχήματα 1, 2, 3, 4, καί 5 είναι σωστά καί γιατί τά υπόλοιπα δέν είναι σωστά;

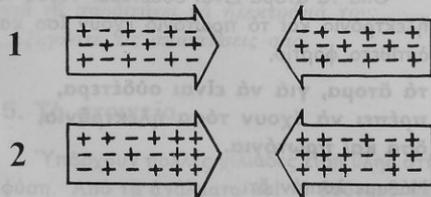


B. Θά χρειαστεῖτε ένα μολύβι, ένα κέρμα, μιά γόμα, ένα μικρό κοντί, ένα κομμάτι σπάγκο κι έναν φίλο σας.

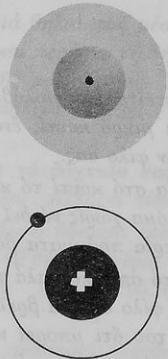
- 1) Βάλτε μέσα στό κοντί τό κέρμα ή τό μολύβι η τή γόμα χωρίς νά δει ὁ φίλος σας ποιό από τά τοία πράγματα βάλατε.
- 2) Δέστε μέ τό σπάγκο καλά τό κοντί καί δῶστε το στό φίλο σας νά βρει τί βάλατε μέσα. Πέστε τον ότι μπορεῖ νά κουνήσει, νά άναποδογυρίσει η νά κάνει μέ τό κοντί ο, τι άλλο θέλει, έπειτα από τό νά τό άνοιξει.
- 3) Γράψτε σ' ένα φύλλο χαρτί πᾶς σκέφτηκε ὁ φίλος σας, για νά μαντέψει τί είχατε βάλει μέσα στό κοντί. Μοιάζει δ τρόπος αντός μέ τόν τρόπο, μέ τόν δποῖο σκέφτονται οι έπιστήμονες, για νά άνακαλλύπτουν πράγματα πού δέ βλέπουν;
- 4) Παρουσιάστε τίς παρατηρήσεις σας στήν τάξη, στό έπόμενο μάθημα.

4. Δομή τοῦ άτόμου καί σωματίδια

Γνωρίζετε όλοι τά μέταλλα, σπως ὁ μόλυβδος καί τό ἀλουμίνιο. Ανασηκώστε άντικείμενα σμοιου σγκου, πού είναι κατασκευασμένα από τά μέταλλα αύτά. Θά νιώσετε ότι ὁ μόλυβδος είναι βαρύτερος από τό ἀλουμίνιο. Σε τί διαφέρουν τά δύο αύτά μέταλλα; Γιατί υπάρχει διαφορά στά βάρη τους;



Ίσως νά έχετε δεῖ ἀναπαραστάσεις ἀπό ἄτομα. Κοιτάξτε τό σχῆμα πού παρουσιάζει ἀναπαραστάσεις τοῦ ἀτόμου τοῦ ὑδρογόνου. Ἐκατοντάδες ἐπιστήμονες μελέτησαν τή συμπεριφορά τῶν διαφόρων ἀτόμων γιά πολλά χρόνια καί οἱ ἔρευνές τους ἵσαμε σήμερα δείχνουν ὅτι ὅλα τά ἄτομα εἰναι οἰκοδομημένα ἀπό τά ἴδια σωματίδια.



Δύο τρόποι ἀναπαραστάσεως τοῦ ἀτόμου τοῦ ὑδρογόνου.

“Ολα τά ἄτομα ἔχουν ἔναν πυρήνα στό κέντρο. Ὁ πυρήνας τῶν ἀτόμων ἔχει θετικό ἡλεκτρικό φορτίο. Γύρω ἀπό τόν πυρήνα γυρίζουν πολύ γρήγορα ἔνα ἡ περισσότερα σωματίδια. Τά σωματίδια αὐτά εἰναι ὅλα δύμοια, εἰναι πάρα πολύ ἐλαφρά κι ἔχουν ἵσο ἀρνητικό ἡλεκτρικό φορτίο. Τά σωματίδια αὐτά τά ὁνομάζουμε ἡλεκτρόνια. Τά ἡλεκτρόνια ἔλκονται ἀπό τόν ἀντίθετο φορτίο πυρήνα καί ταξιδεύουν γύρω του.

Τά σωματίδια, πού ζεφεύγουν εύκολότερα ἀπό τά ἄτομα, εἰναι τά ἡλεκτρόνια. Στήν ἐργασία τῆς σελίδας 140, ὅταν τρίψαμε τό πλαστικό φύλλο μέ τό μάλλινο ὕφασμα, τό πλα-

στικό πήρε ἀρνητικό φορτίο, δηλαδή πήρε ἡλεκτρόνια. Τά ἡλεκτρόνια αὐτά τά ἔχασαν τά ἄτομα ἀπό τό μάλλινο ὕφασμα. Ἀρα τό ὕφασμα, μετά τό τρίψιμο, ἔμεινε φορτισμένο θετικά.

Οι ἐπιστήμονες περιγράφουν τό σχῆμα τῶν ἀτόμων ὡς σφαιρικό. Τό σχῆμα τῶν ἀτόμων τό φτιάνουν τά ἡλεκτρόνια, πού γυρίζουν γύρω ἀπό τόν πυρήνα πάρα πολύ γρήγορα, ὥστε νά κάνουν περισσότερες ἀπό 100 ἑκατομμύρια δισεκατομμύρια περιφορές, κάθε δευτερόλεπτο. Τά ἡλεκτρόνια σχηματίζουν ἔνα νέφος γύρω ἀπό τόν πυρήνα κάθε ἀτόμου.

Τά ἄτομα εἰναι πολύ μεγάλα σέ σχέση μέ τόν πυρήνα τούς. Ἡ διάμετρος ἐνός ἀτόμου εἰναι περίπου 10.000 φορές μεγαλύτερη ἀπό τή διάμετρο τοῦ πυρήνα του.

“Ἄσ δοῦμε τώρα πῶς περιγράφουν οἱ ἐρευνητές τόν πυρήνα τοῦ ἀτόμου. “Ολα τά ἄτομα πού γνωρίζουμε ἔχουν στόν πυρήνα τους δύο εἰδῶν σωματίδια, τά πρωτόνια καί τά νετρόνια. Ἐξαίρεση σ’ αὐτό ἀποτελεῖ τό ἄτομο τοῦ ὑδρογόνου, πού δι πυρήνας του ἀποτελεῖται ἀπό ἔνα μόνο πρωτόνιο.

Τό πρωτόνιο ἔχει ἔνα φορτίο μέ τό ἡλεκτρόνιο ἀλλά ἀντίθετο, δηλαδή ἔχει θετικό φορτίο. Τό πρωτόνιο διαφέρει ἀπό τό ἡλεκτρόνιο ὅχι μόνο στό διτι ἔχει ἀντίθετο φορτίο, ἀλλά καί στό διτι εἰναι περίπου 1.900 φορές βαρύτερο ἀπό τό ἡλεκτρόνιο.

Τό νετρόνιο δέν ἔχει οὔτε ἀρνητικό οὔτε θετικό φορτίο, εἰναι ούδετερο. Τό σωματίδιο αὐτό ὀνομάστηκε ἔτσι ἀπό μιά λατινική λέξη πού σημαίνει ούδετερο. Τό νετρόνιο καί τό πρωτόνιο ἔχουν ἵσο περίπου βάρος.

“Ολα τά ἄτομα εἰναι ούδετερα. Ἀφοῦ τό ἡλεκτρόνιο καί τό πρωτόνιο ἔχουν ἵσο καί ἀντίθετο φορτίο,

τά ἄτομα, γιά νά εἰναι ούδετερα, πρέπει νά ἔχουν τόσα ἡλεκτρόνια, τόσα καί πρωτόνια.

Μάθαμε λοιπόν διτι

τά μόρια άποτελούνται άπό ατόμα και τά ατόμα άποτελούνται άπό τρία ήλια σωματίδια μέ διαφορετικές ιδιότητες, τά ήλεκτρόνια, τά πρωτόνια και τά νετρόνια.

Ηρθε η ώρα τώρα νά άπαντήσουμε και στίς έρωτήσεις μας. Σέ τι διαφέρουν λοιπόν δ μόλυβδος άπό τό άλουμινιο ; Διαφέρουν στόν άριθμό των σωματίδιων πού άποτελούν τά ατόμα τους. Ο μόλυβδος έχει 82 πρωτόνια, ορα και 82 ήλεκτρόνια και έπιπλέον 125 νετρόνια. Τό άλουμινιο έχει 13 πρωτόνια, ορα και 13 ήλεκτρόνια και έπιπλέον 14 νετρόνια. Σέ τι θέφείται ή διαφορά στά βάρη τους ; Όφείλεται στό διαφορετικό άριθμό των σωματίδιων, άπό τά όποια άποτελούνται οι πυρήνες τους, δηλαδή τών πρωτονίων και τών νετρονίων. Τό βάρος τών ήλεκτρονίων δέ λογαριάζεται, γιατί είναι πάρα πολύ μικρό.

Τώρα πού μάθαμε γιά τά σωματίδια, άπό τά όποια άποτελούνται τά ατόμα, δηλαδή γιά τά ήλεκτρόνια, τά πρωτόνια και τά νετρόνια, και γιά τήν κίνησή τους, μπορούμε νά πούμε ζτι τά ατόμα περιέχουν τόσο υλη, δσο και ένέργεια.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ποιά είναι ή διάμετρος τής μεγαλύτερης σφρίδας πού μπορεί νά χωρέσει στήν τάξη σας; Φανταστείτε ζτι ίπάρχει ένα τόσο μεγάλο ατόμο. Ποιά θά ήταν ή διάμετρος τοῦ πυρήνα του; Θά ήταν δρατός ένας τέτοιος πυρήνας; Θά μπορούσατε νά χρησιμοποιήσετε κάπιο αντικείμενο, γιά νά παριστάνει τά ήλεκτρόνια του; Έξηγήστε τίς άπαντήσεις σας.

5. Τά στοιχεῖα

Υπάρχουν πολλές χιλιάδες είδη υλης στή φύση. Από τά άγαλμα και τό βούτυρο ως

τό ψωμί και τόν ώκεανό δλα άποτελούνται άπό διάφορα είδη υλης. Αραγε ύπάρχουν τόσες χιλιάδες διαφορετικά ατόμα, ζσα και είδη υλης ;

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστείτε λίγη ζάχαρη, ένα κουτί σπιρτά, ένα γνάλινο δοχείο (πυρέξ) ή ένα κατσαρολάκι και ζαμπόνεμάτος ή λύχνο άερίου.

- 1) Κάψτε ένα σπίρτο. Τί άπομεινε άπό τό ξύλο μετά τό κάψιμο;
- 2) Βάλτε λίγη ζάχαρη μέσα στό κατσαρολάκι και θερμάνετε τή μέ τό λύχνο, ώσπων γά καεί. Τί άπομεινε άπό τή ζάχαρη μετά τό κάψιμο;
- 3) Ποιό ατόμο είναι κουνό στά μόρια τοῦ ξύλου και τής ζάχαρης;

Βλέπουμε ζτι ή ζάχαρη και τό ξύλο, πού είναι τόσο διαφορετικά είδη υλης, ζταν κάπκαν, ζηφεραν υπόλειμμα άπό άνθρακα. Άρα ή ζάχαρη και τό ξύλο έχουν στά μόριά τους ατόμα άνθρακα. Ζέρουμε τώρα ζτι σέ δύο διαφορετικά είδη υλης μπορεί νά ύπάρχουν κοινά είδη άτόμων. Γιά νά γίνουν λοιπόν τά μυριάδες διαφορετικά μόρια στή φύση, δέ χρειάζονται και μυριάδες διαφορετικά ατόμα. Οι χημικοί, ίσαμε σήμερα, έχουν βρεί ζτι στή φύση ύπάρχουν 88 είδη άτόμων. Υπάρχουν ήλια 17 είδη άτόμων, πού οι έπιστήμονες έχουν φτιάξει τεχνητά. Συνολικά λοιπόν ύπάρχουν 105 γνωστά είδη άτόμων. Τά ατόμα αύτά τά όνομάζουμε στοιχεῖα. Όπως μέ τά 24 γράμματα τοῦ άλφάβητου γράφουμε χιλιάδες λέξεις, έτσι και μέ τά 88 στοιχεῖα ή φύση φτιάνει χιλιάδες μόρια.

Σέ τι διαφέρουν τά στοιχεία μεταξύ τους ; Μάθαμε ζτι τά ατόμα τοῦ μολύβδου και τοῦ άλουμινίου διαφέρουν μεταξύ τους στόν ά-

ριθμό τῶν σωματιδίων, πού ἀποτελοῦν τόν πυρήνα τους. Τό στοιχεῖο ὑδρογόνο ἔχει ἔνα πρωτόνιο στὸν πυρήνα του, τό στοιχεῖο μόλυβδος ἔχει 82 πρωτόνια καὶ 125 νετρόνια καὶ τό στοιχεῖο ἀργίλιο (ἀλουμίνιο) ἔχει 13 πρωτόνια καὶ 14 νετρόνια. Ὁ ἀριθμός τῶν πρωτονίων λοιπόν κάνει τό ἔνα στοιχεῖο νά διαφέρει ἀπό τό ἄλλο. Ὁ ἀριθμός τῶν πρωτονίων ἐνός στοιχείου δύναζεται **ἄτομικός ἀριθμός**. Ἀλλά καὶ ὁ ἀριθμός τῶν νετρονίων

χαρακτηρίζει ἔνα στοιχεῖο. Ὁ ἀριθμός, πού είναι τό ἀθροισμα τῶν πρωτονίων καὶ τῶν νετρονίων ἐνός στοιχείου, δύναζεται **μαζικός ἀριθμός**. Ποιό στοιχεῖο ἔχει τόν ἰδιο ἀτομικό καὶ μαζικό ἀριθμό;

Ἐχουμε μάθει ὡς τώρα μερικά στοιχεῖα : τό μόλυβδο, τό ὑδρογόνο, τό ὄξυγόνο, τόν ἄνθρακα, τόν ὑδράργυρο. Στά στοιχεῖα οἱ ἐπιστήμονες, ἐκτός ἀπό ὀνόματα, ἔδωσαν καὶ σύμβολα. Τά στοιχεῖα συμβολίζονται ἀπό τό

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΑΤΟΜΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ
AΖΩΤΟ	7
ΑΝΘΡΑΚΑΣ	6
ΑΡΓΙΑΙΟ	13
ΑΡΓΟ	18
ΑΡΓΥΡΟΣ	47
ΑΣΒΕΣΤΙΟ	20
ΗΛΙΟ	2
ΘΕΙΟ	16
ΚΑΛΙΟ	19
ΜΟΛΥΒΔΟΣ	82
ΝΑΤΡΙΟ	11
ΝΕΟ	10
ΟΞΥΓΟΝΟ	8
ΟΥΡΑΝΙΟ	92
ΠΥΡΙΤΙΟ	14
ΣΙΛΗΡΟΣ	26
ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ	80
ΥΔΡΟΓΟΝΟ	1
ΦΩΣΦΟΡΟΣ	15
ΧΑΛΚΟΣ	29
ΧΑΛΩΡΙΟ	17
ΧΡΥΣΟΣ	79
ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ	30

ΜΑΖΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ	ΣΥΜΒΟΛΟ
14	N
12	C
27	Al
40	Ar
108	Ag
40	Ca
4	He
32	S
39	K
207	Pb
23	Na
20	Ne
16	O
238	U
28	Si
56	Fe
201	Hg
1	H
31	P
64	Cu
35	Cl
197	Au
65	Zn

άρχικό ή τά άρχικά λατινικά γράμματα τοῦ ὀνόματός τους.

Ο πίνακας δείχνει μερικά ἀπό τά στοιχεῖα μαζὶ μέ τά σύμβολά τους. Δίπλα σέ κάθε στοιχεῖο ὑπάρχουν οἱ δύο ἀριθμοὶ πού τά χαρακτηρίζουν, ὁ ἀτομικός ἀριθμός καὶ ὁ μαζικός ἀριθμός.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελετήστε τόν πίνακα μέ τά στοιχεῖα.

1) Πόσα νετρόνια ἔχει τό ἄτομο τοῦ κάθε στοιχείου;

2) Ξαναγράψτε ὅλον τόν πίνακα κατατάσσοντας τά στοιχεῖα ἀνάλογα μέ τό πόσα πρωτόνια ἔχον. Άρχιστε μέ τό ὑδρογόνο καὶ τελειώστε μέ τό οὐράνιο.

3) Παρατηρήστε τί συμβαίνει στοὺς μαζικούς ἀριθμούς, καθὼς οἱ ἀτομικοὶ ἀριθμοὶ μεγαλώνουν. Έξηγήστε τά συμπεράσματά σας.

6. Μίγματα καὶ χημικές ένώσεις

Ξέρουμε διτά τά σωματίδια, ἀπό τά ὅποια



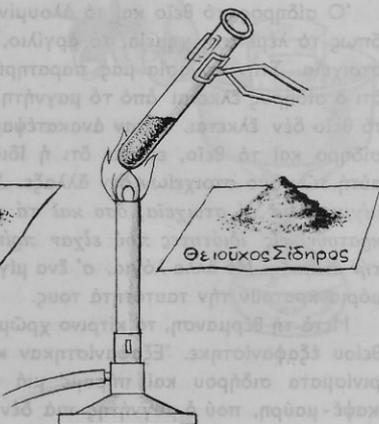
ἀποτελοῦνται τά ἄτομα, εἶναι τά θετικά φορτισμένα πρωτόνια, τά ἀρνητικά φορτισμένα ἡλεκτρόνια καὶ τά οὐδέτερα νετρόνια. Ξέρουμε ἀκόμα διτά 105 διαφορετικοὶ συνδυασμοὶ τῶν τριῶν αὐτῶν σωματιδίων φτιάνουν τά 105 γνωστά στοιχεῖα, πού ἐνώνονται μεταξύ τους σέ μυριάδες συνδυασμούς, γιά νά φτιάξουν μυριάδες μόρια, πού είτε ὑπάρχουν στή φύση είτε ἔχουν παρασκευαστεῖ τεχνητά. Άραγε ἂν ἀνακατέψουμε ὅποιαδήποτε στοιχεία καὶ κάτω ἀπό ὅποιεσδήποτε συνθῆκες, τά ἄτομα μποροῦν νά ἐνωθοῦν καὶ νά φτιάξουν μόρια;

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε λόγο θεῖο, ωνίσματα σιδήρου, ἀλουμινόχαρτο, ἔνα μαγνήτη, ἔνα καμινέτο ἢ ἔνα λόχυο ἀερίου, ἔνα δοκιμαστικό σωλήνα (πυρέξ), μιά λαβίδα καὶ ἔνα φλιτζάνι.

1) Σκορπίστε τά ωνίσματα σιδήρου πάνω σέ ἔνα φύλλο χαρτί. Απλώστε τό θεῖο σέ ἄλλο φύλλο χαρτί. Πλησιάστε τό μαγνήτη στό σίδηρο καὶ στό θεῖο. Τί παρατηρεῖτε;

2) Άνακατέψυτε καλά τό θεῖο μέ τό σίδηρο.



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Ο θειούχος σίδηρος ἔχει διαφορετικές ιδιότητες ἀπό τό θεῖο καὶ τό σίδηρο.

- Πλησιάστε πάλι τό μαγνήτη στό μίγμα πού φτιάξατε. Συμπεριφέρονται τώρα διαφορετικά ο σίδηρος καί τό θεῖο;
- 3) Γεμίστε μέ τό μίγμα τό δοκιμαστικό σωλήνα κατά τό ἔνα τέταρτο περίπον.
 - 4) Θερμάνετε τό μίγμα στή φλόγα τοῦ καμινέτου ἐπί 3 λεπτά τῆς ὥρας περίπον κρατώντας τό σωλήνα μέ τή λαβίδα.

ΠΡΟΣΟΧΗ Τί πρέπει νά θυμηθοῦμε; Πρός τά ποῦ πρέπει νά είναι στραμμένο τό στόμιο τοῦ σωλήνα; Τί ἄλλο πρέπει νά θυμηθοῦμε;

- 5) Ἀκοντιπήστε τό σωλήνα μέσα στό φλιτζάνι καί ἀφήστε τον νά κρυώσει.
- 6) Ἀδειάστε τό περιεχόμενο τοῦ σωλήνα πάνω σέ ἔνα φύλλο χαρτί. Πλησιάστε πάλι τό μαγνήτη. Συμπεριφέρεται ή οὐσία αὐτή τώρα ὅπως ποίν τή θερμάνουμε;
- 7) Ἀνακατέψτε στό δοκιμαστικό σωλήνα οινίσματα σιδήρου καί μικρά κομματάκια ἀλουμινόχαρτο. Θερμάνετε τό σωλήνα στή φλόγα τοῦ καμινέτου κρατώντας τον μέ τή λαβίδα. Τί παρατηρεῖτε;

‘Ο σίδηρος, τό θεῖο καί τό ἀλουμίνιο, ἡ, ὅπως τό λέμε στή χημεία, τό ἀργίλιο, είναι στοιχεῖα. Στήν ἐργασία μας παρατηρήσαμε δτί ὁ σίδηρος ἔλκεται ἀπό τό μαγνήτη, ἐνώ τό θεῖο δέν ἔλκεται. ‘Οταν ἀνακατέψαμε τό σίδηρο καί τό θεῖο, είδαμε δτί ή ιδιότητα αὐτή τῶν δύο στοιχείων δέν ἄλλαξε. Σ’ ἔνα μίγμα τόσο τά στοιχεῖα, ὅσο καί τά μόρια, κρατοῦν τίς ιδιότητες πού είχαν ποίν ἀπό τήν ἀνάμιξη. Μέ ἄλλα λόγια, σ’ ἔνα μίγμα τά μόρια κρατοῦν τήν ταυτότητά τους.

Μετά τή θέρμανση, τό κίτρινο χρώμα τοῦ θείου ἔξαφανίστηκε. ἔξαφανίστηκαν καί τά ρινίσματα σιδήρου καί πήραμε μιά οὐσία καφέ-μαύρη, πού ὁ μαγνήτης πιά δέν μποροῦσε νά τήν ἔλξει. Πήραμε δηλαδή μιά οὐσία μέ τελείως διαφορετικές ιδιότητες. Στήν

περίπτωση αὐτή δέν είχαμε πιά μίγμα, ἀλλά **χημική ἔνωση**, τό θειούχο σιδήρου.

‘Ο σχηματισμός τοῦ θειούχου σιδήρου συμβολίζεται ἔτσι:



σίδηρος θεῖο θειούχος σιδήρος

Ξέρουμε τώρα δτί ὅταν ἀναμίξουμε δύο ἡ περισσότερες οὐσίες, μποροῦμε νά φτιάξουμε είτε ἔνα μίγμα, δπου τά μόρια τῶν οὐσιῶν κρατοῦν τίς ιδιότητές τους, είτε μιά χημική ἔνωση, δπου τά ἀρχικά μόρια σχηματίζουν ἄλλα μόρια μέ διαφορετικές ιδιότητες. Πολλές φορές, μέ τήν ἀνάμιξη μόνο, τά μόρια δέν μποροῦν νά ἐνωθοῦν, ἀλλά χρειάζεται νά τούς δώσουμε ἐνέργεια, γιά νά σχηματιστεῖ χημική ἔνωση. “Οπως μέ τό μίγμα σιδήρου καί θείου, πού χρειάστηκε νά τό θερμάνουμε, γιά νά πάρουμε θειούχο σιδήρο.

‘Ακόμα ξέρουμε δτί ὅλα τά στοιχεῖα δέν ἐνώνονται μεταξύ τους. Τό ἀργίλιο (ἀλουμινόχαρτο) καί τά ρινίσματα σιδήρου δέν ἐνώθηκαν οὔτε ὅταν τά θερμάναμε.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Στήν ἐργασία τῆς σελίδας 137, δταν θερμάναμε τό δξείδιο τοῦ ὑδραργύρου, ή χημική αὐτή ἔνωση διασπάστηκε στά στοιχεῖα τής.

- 1) Περιγράψτε τίς ιδιότητες τοῦ δξείδιον τοῦ ὑδραργύρου καί τοῦ δρογόνου. Είναι στερεά, ὑγρά ή ἀέρια; Τί χρῶμα ἔχει τό δξείδιο τοῦ ὑδραργύρου; Τί χρῶμα ἔχει ὁ δρογόνος;
- 2) Είναι τό δρογόνο στερεό, ὑγρό ή ἀέριο;
- 3) Από ποιά στοιχεῖα ἀποτελεῖται τό μόριο τοῦ δξείδιον τοῦ ὑδραργύρου καί τό μόριο τοῦ θειούχου σιδήρου;

7. Διαλύματα

"Οταν άνακατέψουμε δύο στοιχεῖα, όπως τό θείο καὶ τό σίδηρο, ή δύο ούσιες, όπως τήν ἄμμο καὶ τή ζάχαρη, φτιάνουμε ἔνα μίγμα. Τί συμβαίνει δημοσίως, ἂν ἀναμίξουμε ζάχαρη μέν νερό; Λέμε οὖτι ή ζάχαρη διαλύεται στό νερό ή οὖτι φτιάνουμε ἔνα διάλυμα ζάχαρης σέ νερό.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστείτε ζάχαρη, θεῖο, ἔνα μπουκάλι σόδα (ἀναψυκτικό) ἔνα καμινέτο, δύο ποτήρια (πυρέξ) ἢ ἔνα τενεκεδένιο κουτί και ἔνα κουταλάκι ἢ μία γυάλινη φάρδο.

1) Γεμίστε τό ποτήρι ώς τη μέση μένερό. Ρίξτε μέσα στό γερό ένα κουταλάκι θεϊο. 'Ανακατέψτε το καλά. Θερμάνετε τό μήγα και ἀνακατέψτε το. 'Αφήστε το νά

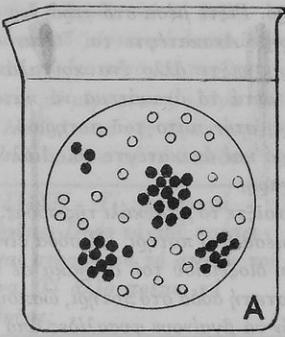
κωνώσει. Διαλύθηκε τό θεῖο στό νερό;
2) Γεμίστε ἕτα ἄλλο ποτήρι μέχρι τή μέση
μέ νερό. Ρίξτε μέσα στό νερό ἔνα κονταλάκι
ζάχαρη. Ἀνακατέψτε το. "Οταν διαλυθεῖ ἡ
ζάχαρη, φύξτε ἄλλο ἔνα κονταλάκι ζάχαρη,
ώστε μετά τό ἀνακάτεμα νά κατακαθίσει
ζάχαρη στόν πάτο τοῦ ποτηριοῦ. Θερμάνετε
τό νερό και ἀνακατέψτε το. Διαλύθηκε τώρα
ἡ ζάχαρη;

3) Ἀνοίξτε τό μπουκάλι τῆς σόδας. Ἀδειάστε λίγη μέσα στό ποτήρι. Ἡ σόδα είναι διάλυμα λειχίου διοξειδίου του άνθρακα σέ νερό.
Αφήστε τή σόδα στό ποτήρι, ώσπου νά πάφουν σχεδόν νά βγαίνουν φυσαλίδες ἀπό τό διάλυμα. Θερμάνετε λίγο τή σόδα, χωρίς νά βράσει. Τί παρατηρεῖτε; Μέ τή θέμανση βγαίνει περισσότερο ἀέριο ή λιγότερο;

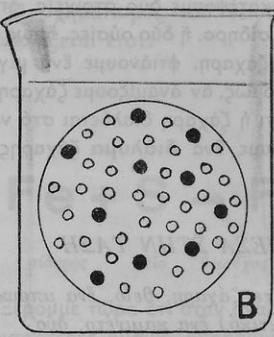
"Οταν άνακατέψαμε τόθετο μέτοτό νερό,
έστω καὶ ὅταν τάθερμάναμε, εἰδαμε στὶ στήν



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Ἡ διαλυτότητα
τώνεται μέ τῇ θερμοκρασίᾳ.



A



B

A. Τά μόρια τοις θείον φτιάνοντα συσσωματώματα μέσα στό νερό· το θείο δέ διαλύεται στό νερό. B. Τά μόρια τής ζάχαρης διασκορπίζονται όμοιόμορφα ἀνάμεσα στά μόρια τοις νερού· ή ζάχαρη διαλύεται στό νερό.

ἀρχή τό νερό θόλωσε μέ τό θείο, ἀλλά σιγά σιγά τό θείο κατακάθισε στόν πάτο τοῦ ποτηριοῦ. Τό θείο λοιπόν δέ διαλύεται στό νερό. "Οταν τό ἀνακατέύουμε, κάνει ἔνα μίγμα μέ τό νερό, ἀλλά τό νερό δέν μπορεῖ νά τό κρατήσει μέσα του κι ἔτσι τό θείο κατακάθιζει στόν πάτο τοῦ ποτηριοῦ.

Μέ τή ζάχαρη ὅμως δέ συμβαίνει τό ἴδιο πράγμα. "Η ζάχαρη διαλύεται στό νερό καί τά μόριά της, πού διασκορπίζονται ἀνάμεσα στά μόρια τοῦ νεροῦ, δέν μποροῦμε πιά νά τά δοῦμε. Ξέρουμε ὅμως ὅτι ή ζάχαρη δέν ἔχα-
φανίζεται, γιατί ἄν δοκιμάσουμε τό διάλυμα, θά καταλάβουμε μέ τή γεύση μας ὅτι ὑπάρχει.

Γιά νά μποροῦν τά μόρια τής ζάχαρης νά κρατιοῦνται ἀπό τά μόρια τοῦ νεροῦ καί νά μήν κατακαθίζουν, θά πεῖ ὅτι κάτι τά κρατάει. Ξέρουμε ὅτι ὑπάρχει ἔλξη ἀνάμεσα στά μό-
ρια τοῦ νεροῦ. Τέτοια ἔλξη, ἄρα, ὑπάρχει καί ἀνάμεσα στά μόρια τής ζάχαρης καί τοῦ νεροῦ. Τό ἄν διαλύεται καί σέ τί ἀναλογία μιά ούσια μέσα σέ μιάν ἄλλη ούσια είναι μιά ἀπό τίς χαρακτηριστικές ἰδιότητες τῶν μο-
ρίων καί τήν ὀνομάζουμε διαλυτότητα. Τό θείο δέ διαλύεται στό νερό. "Η ζάχαρη ἔχει

μεγάλη διαλυτότητα στό νερό. Πόσες ου-
σίες μπορεῖτε νά θυμηθεῖτε πού διαλύονται στό νερό;

"Η ζάχαρη διαλύεται στό νερό ὡς μιά ὁρισμένη ἀναλογία. "Οταν προστεθεῖ στό νερό περισσότερη ζάχαρη ἀπό ὅση μπορεῖ νά δια-
λύσει, τότε, καθώς ή παραπανίσια ποσότητα διαλύεται, μόρια πού είχαν διαλυθεῖ ἀποβάλ-
λονται καί κατακαθίζουν στόν πάτο τοῦ πο-
τηριοῦ. "Η ίκανότητα τοῦ νεροῦ νά διαλύει τή ζάχαρη δέν είναι ἀπεριόριστη. "Οταν ὅμως θερμάνουμε τό διάλυμα, βλέπουμε πώς ή ίκανότητα αύτή τοῦ νεροῦ μεγαλώνει καί μέ τή βοήθεια τής θερμότητας μπορεῖ καί διαλύει περισσότερη ζάχαρη. Αύτό ὅμως δέ συμβαίνει πάντα ἔτσι. "Οταν διαλύεται ἀέριο σέ ύγρο, ή θερμότητα, ἀντί νά βοηθάει τή διάλυσή του, τήν ἐμποδίζει. "Η σόδα είναι διάλυμα ἀέριου σέ ύγρο, δηλαδή τοῦ διοξει-
δίου τοῦ ἄνθρακα στό νερό. "Οταν προσθέ-
σουμε θερμότητα στό διάλυμα αύτό, τά μό-
ρια τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα ἀποκτοῦν τόση κινητική ἐνέργεια, ώστε ή ἔλξη ἀπό τά μόρια τοῦ νεροῦ δέν είναι ἀρκετή, γιά νά τά κρατήσει μέσα στό νερό, κι ἔτσι ξεφεύγουν

στόν άερα. Βλέπουμε λοιπόν ότι μέ τή θερμοκρασία ή διαλυτότητα τῶν στερεῶν συνήθως ανδάνεται καὶ τῶν ἀερίων ἐλαττώνεται.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γράψτε ποιές ἀπό τις παρακάτω οὐσίες διαλύνονται στὸ νερό.

ἄλατι	διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα	ξίδι
πιπέρι	θεῖο	λάδι
κανέλα	ἄμμος	ζάχαρη

8. Ο χημικός δεσμός

Τό θεῖο καὶ ὁ σίδηρος, τό δέξυγόν καὶ ὁ ὑδράργυρος ἀντιδροῦν καὶ φτιάνουν τίς χημικές ἔνωσεις θειούχο σίδηρο καὶ δέξιδιο τοῦ ὑδραργύρου. "Ἐνα μόριο θειούχου σιδήρου ἀποτελεῖται ἀπό ἓνα ἄτομο θείου καὶ ἓνα ἄτομο σιδήρου: ἓνα μόριο δέξιδιού τοῦ ὑδραργύρου ἀπό ἓνα ἄτομο δέξυγόνου καὶ ἓνα ἄτομο ὑδραργύρου. Πῶς δῆμως δύο ἡ περισσότερα ἄτομα ἔνωνται, γιά νά φτιάξουν χημική ἔνωση;

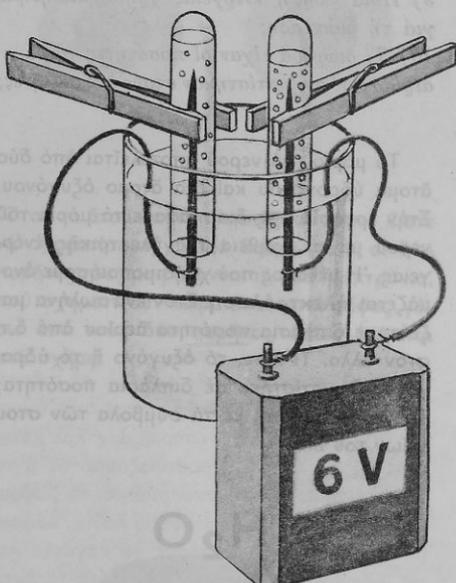
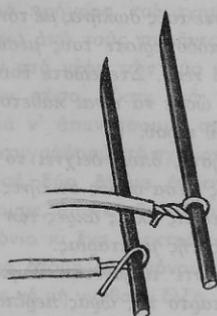
ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε ἓνα ποτήρι μέ διάμετρο 18 ἑκατοστόμετρα, 2 κορμάτια καλώδιο γιά κουδούνια 30 ἑκατοστόμετρα τό καθένα, 2 μύτες ἐπό μολύβια μέ 3 ἑκατοστόμετρη μῆκος καθεμιά, 2 δοκιμαστικούς σωλήνες, 2 φελλούς, 2 ξύλινα μανταλάκια, λίγο ἄλατι, μιά μπαταρία 6 βόλτη, ἓνα ξυραφάκι καὶ νερό.

1) Γυμνώστε τά καλώδια ἀπό τό πλαστικό καὶ ἀπό τίς δύο ἄκρες τους σέ μῆκος περίπου 3 ἑκατοστόμετρα.

2) Περιτυλίξτε καλά τή μιάν ἄκρη ἀπό τό κάθε καλώδιο γύρω ἀπό τήν κάθε μύτη ποιολυβιοῦ. Οι μύτες ἀποτελοῦνται κυρίως ἀπό ἄνθρακα.

3) Γεμίστε τό ποτήρι μέ νερο ἵσαμε τά 2/3 καὶ διαλύστε μέσα λίγο ἄλατι.



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Διάσπαση τῶν μορίων τοῦ νεροῦ μέ ηλεκτρόλυση.

- 4) Γεμίστε τούς δοκιμαστικούς σωλήνες μέντορό. Σκεπάστε τούς σωλήνες μέντον αντίγειρά σας και αντιποδογύριστε τους μέσα στό ποτήρι μέντο το νερό. Στερεώστε τους μέντο τά ματαλάκια, ώστε νά είναι κάθετοι στήν έπιφάνεια του νερού.
- 5) Τοποθετήστε, όπως δείχνει τό σχήμα, τίς δύο μύτες μέσα στούς σωλήνες.
- 6) Στερεώστε τίς άλλες άκρες τῶν καλωδίων στούς πόλους τῆς μπαταρίας.
- 7) Παρατηρήστε τί γίνεται. Συγκρίνετε μετά ένα τέταρτο τῆς ωρας περίπου τίς ποσότητες τῶν άεριών, πού μαζεύτηκαν στούς δύο σωλήνες.
- 8) Στήν έργασία αντή δ' ἀνθρακας τῆς μύτης τοῦ μολυβιοῦ δέ διασπάστηκε. Τί πρέπει νά διασπάστηκε, γιά νά σχηματιστοῦν τά δύο άερια στούς σωλήνες;
- 9) Ποιά μορφή ἐνέργειας χρησιμοποιήθηκε γιά τή διάσπαση;
- 10) Τί διαφορά είχαν οι ποσότητες τῶν άεριών πού σχηματίστηκαν στούς δύο σωλήνες;

Τό μόριο τοῦ νεροῦ ἀποτελεῖται ἀπό δύο ἄτομα ὑδρογόνου και ἔνα ἄτομο διξυγόνου. Στήν έργασία μας διασπάσαμε τά μόρια τοῦ νεροῦ μέ τή βοήθεια τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας. Ή μέθοδος πού χρησιμοποιήσαμε δνομάζεται ἡλεκτρόλυση. Στόν ένα σωλήνα μαζεύτηκε διπλάσια ποσότητα άεριού ἀπό δ, τι στόν άλλο. Τί λέτε, τό διξυγόνο ή τό ὑδρογόνο σχηματίστηκε σε διπλάσια ποσότητα; Τό νερό γράφεται μέ τά σύμβολα τῶν στοιχείων του έτσι:



Τό 2, πού μπαίνει ώς δείκτης στό ὑδρογόνο, δηλώνει τόν ἀριθμό τῶν ἀτόμων ὑδρογόνου πού ἔχει κάθε μόριο νεροῦ. Στό διξυγόνο δέ γράφουμε δείκτη, όπως γίνεται σέ δλες τίς

περιπτώσεις πού δείκτης είναι 1. Κάθε μόριο νεροῦ ἔχει ἔνα ἄτομο διξυγόνου. Τά μόρια τοῦ νεροῦ ἔχουν πάντοτε τήν ίδια σύνθεση. Αύτό συμβαίνει μέ δλα τά χιλιάδες μόρια πού γνωρίζουμε. Κάθε μόριο μιᾶς ούσιας ἀποτελεῖται πάντοτε ἀπό τό ἴδιο είδος και ἀριθμό ἀτόμων. Τό νερό ἀποτελεῖται ἀπό δύο ἄτομα ὑδρογόνου και ἔνα διξυγόνου. Υπάρχει και μιά ἄλλη χημική ἔνωση, πού ἀποτελεῖται ἀπό δύο ἄτομα ὑδρογόνου και είναι ὑπεροξείδιο τοῦ ὑδρογόνου. Διάλυμα τοῦ ὑπεροξείδιου τοῦ ὑδρογόνου στό νερό είναι τό γνωστό μας διξυγένε, μέ τό διόπτο ἀπολυμαίνουμε τά τραύματα. Γράφεται:



Μέ τήν ἡλεκτρόλυση πήραμε δύο ἀέρια, τό διξυγόνο και τό ὑδρογόνο, πού ἔχουν τελείως διαφορετικές ιδιότητες ἀπό τό νερό. "Οταν λέμε διασποῦμε τά μόρια τοῦ νεροῦ μέ τή βοήθεια τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας, τί είναι ἐκεῖνο πού σπάζει; Σπάζει ὁ δεσμός, δ' χημικός δεσμός ἀνάμεσα στά ἄτομα τοῦ ὑδρογόνου και τοῦ διξυγόνου, πού ἀποτελοῦν τό μόριο τοῦ νεροῦ.

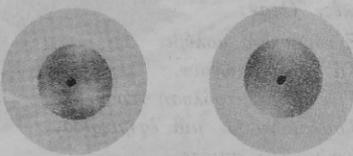
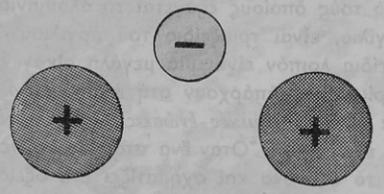
Χημικός δεσμός είναι ή δύναμη πού συγκρατεῖ τά ἄτομα σέ ἔνα μόριο και δέν τά ἀφήνει νά χωρίσουν.

Χημικό δεσμό μποροῦν νά σχηματίσουν τόσο ἄτομα ἀπό διαφορετικά στοιχεῖα, δσο και ἄτομα ἀπό τό ἴδιο στοιχεῖο.. Τά ἄτομα τοῦ ὑδρογόνου, πού προέρχονται ἀπό τή διάσπαση τοῦ νεροῦ, ἐνώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν τά μόρια τοῦ άεριού ὑδρογόνου. Τό μόριο τοῦ ὑδρογόνου ἀποτελεῖται ἀπό δύο ἄτομα ὑδρογόνου. Τά ἄτομα τοῦ ὑδρογόνου λοιπόν δέν ταξιδεύουν χωριστά, ἀλλά σέ ζευ-

γάρια. Κάθε ζευγάρι είναι ένα μόριο. Τό τιδιο συμβαίνει καί μέ τό δόξυγόν.

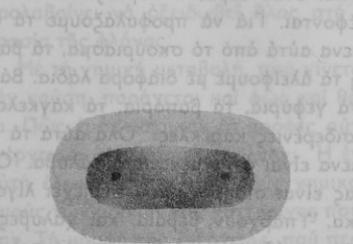
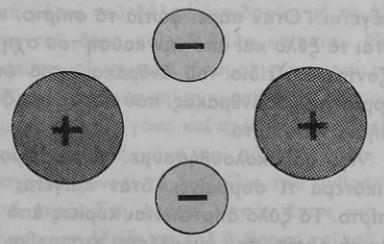
Γιά νά δοῦμε όμως τί είναι αύτή ή δύναμη, που την όνομάζουμε χημικό δεσμό; "Άς ποῦμε ότι ένα ήλεκτρόνιο βρίσκεται τόσο κοντά σέ δύο πυρήνες, ώστε νά ξλεκεται καί άπο τους δύο συγχρόνως. Θυμηθείτε ότι τό ήλεκτρόνιο έχει άρνητικό ήλεκτρικό φορτίο καί οι πυρήνες θετικό. Τί συμβαίνει τότε; Τό ήλεκτρόνιο δένει τους δύο πυρήνες, όπως δείχνει τό σχήμα.

Μάθαμε όμως ότι τά ήλεκτρόνια γυρίζουν πάρα πολύ γρήγορα καί σχηματίζουν ένα νέφος γύρω από τους πυρήνες. Τί συμβαίνει λοιπόν στά νέφη τών δύο άτομων, που πλησιάζουν τόσο, ώστε νά σχηματίζουν δεσμό; Γιά ν' άπαντήσουμε στήν έρωτηση αύτή, θά περιγράψουμε τό σχηματισμό δεσμού άνάμεσα σέ δύο άτομα ύδρογόνου, πού, όπως ξέρουμε, άποτελούνται τό καθένα από ένα πρωτόνιο κι ένα ήλεκτρόνιο. Τό σχήμα δείχνει δύο άτομα ύδρογόνου σέ άπόσταση τόση, ώστε νά μή νιώθουν έλξη.



"Αν τώρα οι πυρήνες, άντι άπο ένα, ξλκονται από δύο ήλεκτρόνια, τότε δε δεσμός άνάμεσα στους πυρήνες θά είναι πιο ισχυρός, γιατί η έλξη θά είναι ισχυρότερη.

"Οταν τά άτομα αύτά πλησιάζουν τόσο, ώστε νά σχηματίσουν χημικό δεσμό, τότε οι δύο πυρήνες τους μοιράζονται τά δύο ήλεκτρόνια, που σχηματίζουν τώρα ένα κοινό νέφος γύρω από τους δύο πυρήνες, όπως φαίνεται στό σχήμα.



Οι μεταβολές των δεσμών άναμεσα στά απόμαχονται χημικές άντιδράσεις. "Όταν γίνονται χημικές άντιδράσεις, δηλαδή όταν χημικοί δεσμοί σπάζουν, για νά σχηματιστούν άλλοι χημικοί δεσμοί, τόσο ή υπή, όσο και ή ένεργεια άλλαζουν, άλλα, όπως μάθαμε στή φυσική, δέν καταστρέφονται. Τίς μεταβολές αύτές τής υπῆς τις όνομαζουμε χημικά φαινόμενα. Στή φυσική γνωρίσαμε τά φυσικά φαινόμενα, όπου ή υπή άλλαζει μέγεθος, σχῆμα και καταστάσεις, άλλα δέν άλλαζουν οι χημικοί δεσμοί τῶν μορίων.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σημειώστε ποιές από τίς παρακάτω μεταβολές είναι φυσικές και ποιές είναι χημικές. "Όταν:

1. Ξύνουμε ένα μολύβι.
2. Τά χιόνια λιώνουν.
3. Γίνεται ήλεκτροβόληση νερού.
4. Τσαλακώνουμε μιά έφημεριδά.
5. Καίμε ένα σπίρτο.
6. Άναπνέουμε.
7. Βράζουμε νερό.
8. Μεγαλώνει ένα λουλούδι.
9. Στύθουμε ένα πορτοκάλι.

9. Όξειδωση, καύση και χημική ένέργεια

"Ολοι γνωρίζουμε τή σκουριά. Τά σιδερένια άντικείμενα, όταν τά άφινουμε στήν ύγρασία και στόν άέρα, σκουριάζουν και καταστρέφονται. Γιά νά προφυλάζουμε τά άντικείμενα αύτά από τό σκούριασμα, τά βάφουμε ή τά άλειφουμε μέ διάφορα λάδια. Βάφουμε τά γεφύρια, τά βαπτώρια, τά κάγκελα και τίς σιδερένιες καρέκλες. "Όλα αύτά τά άντικείμενα είναι φτιαγμένα από χάλυβα. Ό χάλυβας είναι σίδηρος, πού περιέχει λίγο άνθρακα. Υπάρχουν, βέβαια, και χάλυβες πού δέ σκουριάζουν αύτούς τούς λέμε άνοξεί-

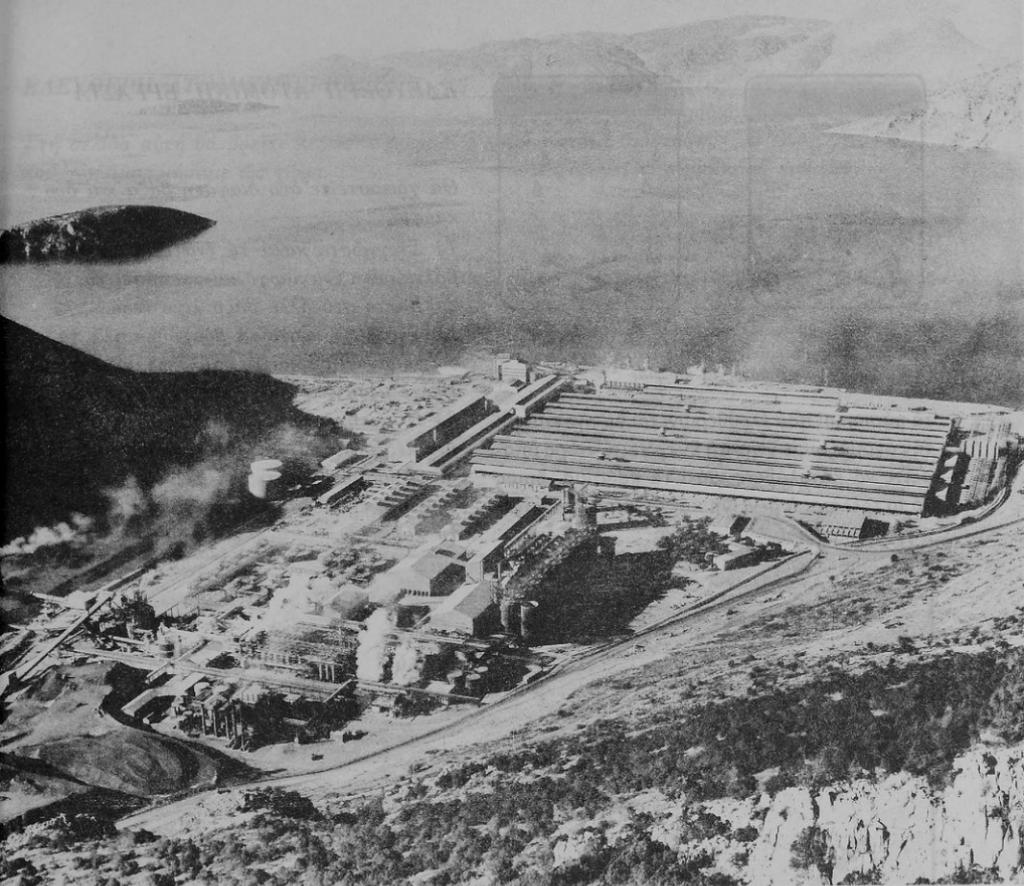
δωτους χάλυβες. Οι άνοξείδωτοι χάλυβες, έκτός από τό σίδηρο, περιέχουν και ένα άλλο μέταλλο, τό χρώμιο.

"Ο σίδηρος είναι σκληρός και άνθετικός. Ή σκουριά είναι μαλακή και τρίβεται σέ σκόνη. "Όταν λοιπόν ό σίδηρος γίνεται σκουριά, σχηματίζεται μιά χημική ένωση: ό σίδηρος, τό όξυγόνο τοῦ άέρα και τό νερό ένωνται και σχηματίζουν τό όξειδιο τοῦ σιδήρου, δηλαδή τή σκουριά.

Ξέρουμε ήδη άρκετά όξειδια: τό όξειδιο τοῦ ύδραργύρου, τό νερό πού είναι όξειδιο τοῦ ύδρογόνου, τό ύπεροξείδιο τοῦ ύδρογόνου και τό διοξείδιο τοῦ άνθρακα. Ή αρρμός είναι κι αυτή ένα όξειδιο, τό διοξείδιο τοῦ πυριτίου. Οι βωχίτες τοῦ Παρνασσού, από τούς όποιους έξαγεται τό άλουμινιο ή άργιλο, είναι τριοξείδιο τοῦ άργιλου. Τά όξειδια λοιπόν είναι μιά μεγάλη οικογένεια μορίων πού υπάρχουν στή φύση. Τά όξειδια είναι οι χημικές ένώσεις τῶν στοιχείων μέ τό όξυγόνο. "Όταν ένα στοιχείο ένωνται μέ τό όξυγόνο και σχηματίζει ένα όξειδιο, λέμε ζτι τό στοιχείο όξειδωνται. Γιατί τούς χάλυβες πού δέ σκουριάζουν τούς λέμε άνοξείδωτους;

"Η όξειδωση τοῦ σιδήρου δέ γίνεται από τή μιά στιγμή στήν άλλη. Γιά νά σκουριάσουν σιδερένια άντικείμενα, χρειάζονται χρόνο, δηλαδή ώρες ή και μέρες. Θά δουμε όμως τώρα έναν άλλο τρόπο γρήγορης όξειδωσεως. "Άς άνάψουμε ένα σπίρτο. Τά σπίρτα είναι φτιαγμένα από κομματάκια ξύλο, πού ή μιά άκρη τους είναι σκεπτοσμένη μέ ένα μίγμα χημικῶν ένώσεων. Μέ τήν τριβή, τό μίγμα αύτό άναφλέγεται. "Όταν πάρει φωτιά τό σπίρτο, καίγεται τό ξύλο και άπό τήν καύση του σχηματίζονται διοξείδιο τοῦ άνθρακα, νερό φώς, θερμότητα και άνθρακας, πού παραμένει ζταν σβήσει τό σπίρτο.

"Άς παρακολουθήσουμε τώρα προσεκτικότερα τί συμβαίνει, όταν καίγεται ένα σπίρτο. Τό ξύλο άποτελεῖται κυρίως από μιά χημική ούσια, πού δονομάζεται κυτταρίνη. Τά



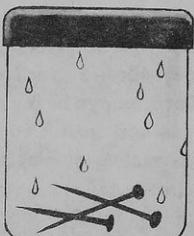
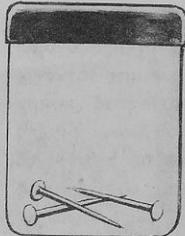
Έγκαταστάσεις παραγωγής άλονμυρίου από βωξίτες στήν Ελλάδα.

KAYZ

μόρια τής κυτταρίνης άποτελούνται από άνθρακα, ύδρογόνο και οξυγόνο. Στή φλόγα τά μόρια τού ξύλου άντιδροῦν με τό οξυγόνο τού άέρα και τό ξύλο καίγεται. Μέ τήν καύση οι χημικοί δεσμοί τῶν μορίων τοῦ ξύλου σπάζουν και σχηματίζονται δεσμοί άνάμεσα στό οξυγόνο και στόν άνθρακα και άνάμεσα στό οξυγόνο και τό ύδρογόνο. Έτσι σχηματίζονται τό διοξείδιο τοῦ άνθρακα και τό νερό. Στή φλόγα λοιπόν έγινε μιά πολύ γρήγορη άξειδωση τοῦ άνθρακα και τοῦ ύδρο-

γόνου τής κυτταρίνης. Μετά τήν καύση τοῦ σπίρτου μένει πάντοτε άνθρακας, γιατί δέν προλαβαίνει νά δξειδωθεῖ όλος στή θερμοκρασία τής φλόγας.

Μέ τή χημική μεταβολή, πού γίνεται κατά τήν καύση, παράγεται και φώς και θερμότητα. Πώς έμφανίστηκαν οι μορφές αύτές τής ένέργειας; Άπό που προήλθαν; Ή ένέργεια αύτή έλευθερώθηκε από τούς χημικούς δεσμούς τῶν μορίων τής κυτταρίνης πού έσπασαν. Τή μορφή τής ένέργειας, πού περιέχουν



*Tí álllo είναι ἀπαράίτητο, ἐκτός ἀπό τό δξυγόνο, γιά
νά σκουριάσουν τά σιδερένια καστιά;*

τά μόρια καί πού ἐλευθερώνεται μέ τήν καύση, τήν ὄνομάζουμε χημική ἐνέργεια. Τώρα μπορείτε νά καταλάβετε γιατί τά καύσιμα, όπως τό πετρέλαιο, ή βενζίνη καί τά ύγραέρια, είναι πηγές ἐνέργειας.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θά χρειαστεῖτε δύο διαφανή βάζα και δύο καοφιά.

- 1) Στεγνώστε καλά τό ἔνα ἀπό τά βάζα,
βάλτε μέσα ἔνα καρφί και σκεπάστε το.
2) Βάλτε στό ἄλλο βάζο λίγο νερό.
Κουνήστε το, ώστε νά βραχούν καλά τά
τοιχώματά τουν, και τό ὑπόλοιπο διεισάστε το.
Βάλτε μέσα ἔνα καρφί και σκεπάστε το.
3) Παρατηρήστε τά δύο καρφιά μετά ἀπό
μερικές μέρες. Ποιο καρφί σκονώσαισε; Τί
συμπτέρασμα βγάζετε; Τί ἄλλο, ἐκτός ἀπό τό
δεξιγόνο, είναι ἀπαραίτητο γιά νά σκονωριάσει
τό καρφί;

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Στή σελίδα αντή θά βρείτε λέξεις πού χρησιμοποιήσαμε ώς τώρα.

Διαλέξτε μερικές λέξεις και γράψτε στό τετράδιό σας μιά σύντομη πρόταση, πού νά έξηγει τί σημαίνει ή καθεμιά.

φυσικά προϊόντα

ούδέτερο σώμα

χημικός δεσμός

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΟΣΗ

MΟΡΙΟ

συνθετικά προϊόντα

ΟΞΕΙΔΙΑ

χημική άντιδραση

KΑΥΣΗ

ΑΤΟΜΟ

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟ

διάλυμα

NETRONIO

ΠΡΩΤΟΝΙΟ

άτομικός άριθμός

χημική ένέργεια

II. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Ο ατμοσφαιρικός άέρας

‘Η γη περιβάλλεται ἀπό τὴν ἀτμόσφαιρα.
Ο ἀέρας πού ἀναπνέουμε εἶναι τὸ κατώτερο
μέρος τῆς ἀτμόσφαιρας. Τὸν ἄέρα δέν τὸν
βλέπουμε, για τὸ λόγο αὐτὸ λέμε ὅτι εἶναι
ἀόρατος καὶ ἄχρωμος. Δέν μποροῦμε ἀκόμα
νά τὸν μυρίσουμε οὔτε νά τὸν γευτοῦμε· γιά
τὸ λόγο αὐτὸ λέμε ὅτι ὁ ἀέρας εἶναι ἄσμος
καὶ ἄγευστος. Ξέρουμε ὅτι γύρω μας ὑπάρχει
ἀέρας, κυρίως ἀπό τὸν τρόπο πού ἐπιδρᾶ
πάνω σέ μᾶς καὶ στά πράγματα.

‘Ο άέρας είναι ἄσθμος, ἄχρωμος καὶ ἀγευστός καὶ ἔχει βάρος. Πόσο ζυγίζει ὁ ἄέρας; ‘Η ἀπάντηση ἔχαρταί από δύο πράγματα. Ἀπό τὴν προέλευση τοῦ ἄέρα καὶ ἀπό τὴν θερμοκρασία του. ‘Ο ἄέρας στά παράλια τῆς Κρήτης καὶ στίς κορυφές τοῦ ‘Ολύμπου δέ ζυγίζει τό ίδιο, γιατί ἡ πυκνότητά του είναι μεγαλύτερη στήν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας ἀπό τι, τι στίς κορυφές τῶν βουνῶν. ‘Οταν ζυγίζουμε ἄέρα, ἡ θερμοκρασία του πρέπει νά καταγράφεται, γιατί ἔνα δεῖγμα θερμοῦ ἄέρα

έχει λιγότερα μόρια άπο θάλασσας και σε θερμοκρασία 0°C ζυγίζει 1,293 γραμμάρια.

‘Ο καθαρός ἀέρας εἶναι μίγμα ἀπό ἄχρωμα,
ἄσομα καὶ ἄγευστα ἀέρια. Τά ἀέρια αὐτά
εἶναι:

⁷Αζωτο (Ν₂) 78%

Όξυγόνο (O_2) 21%

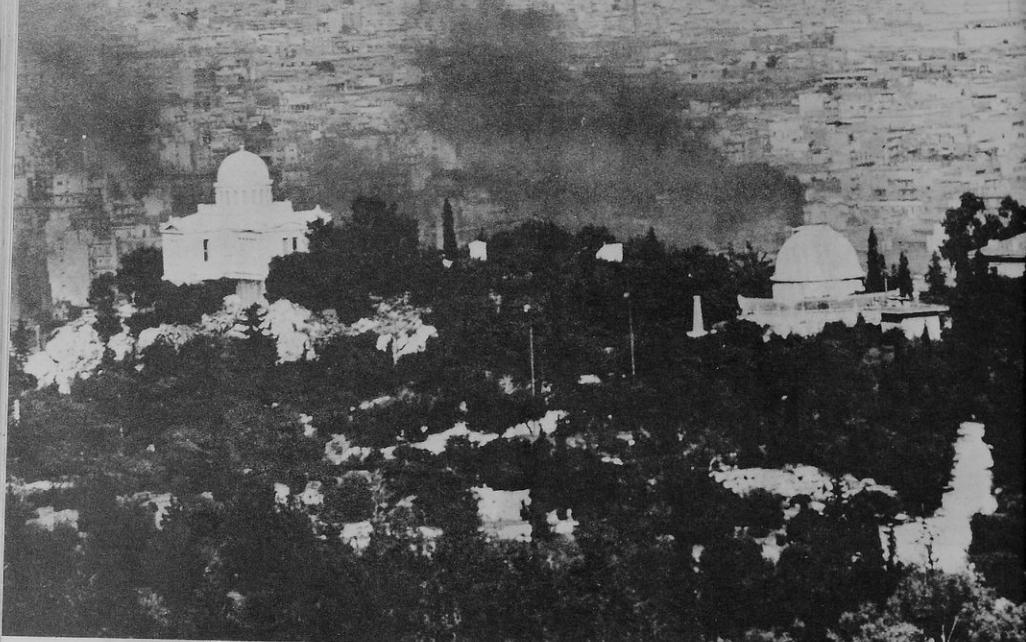
Αργό (Ar) 0,93%

Διοξείδιο του ανθρακα (CO_2) 0,03%

‘Η σύσταση αυτή τοῦ ἀέρα είναι παρόμοια σ’ όλα τά μέρη τῆς γῆς. ‘Αν πάρουμε ἐπομένως ἔνα δεῖγμα ἀέρα ἀπό τὴν Ἐλευσίνα, ὅπου είναι πολλές βιομηχανίες, ἔνα δεῖγμα ἀέρα ἀπό κεντρικό δρόμο τῆς Ἀθήνας καὶ ἔνα δεῖγμα ἀπό τίς πλαγιές τοῦ Παρνασσοῦ, τά τρία δεῖγματα θά είναι ὅμοια; ‘Οχι, γιατί τά δείγματα θά διαφέρουν σέ ύγρασία καὶ ἀκαθαρσίες. ‘Ο ἀέρας περιέχει πάντα ὄδρατμούς. Τά δείγματα ὅμως θά διαφέρουν περισσότερα



Τόν άέρα γύρω μας τόν καταλαβαίνοντες άπό τόν τρόπο πού έπιδρα πάνω σ' έμας και στά πράγματα.



‘Ο αέρας αντής τῆς πόλης δέν είναι πιά ἄχρωμος, ἄσυμος καὶ ἀγενστος. Ἡ ρύπανση τῆς ἀτμόσφαιρας είναι φανερή.

ἀκόμα στίς ἀκαθαρσίες, πού, ἄν καὶ σέ μικρές ποσότητες, μπορεῖ νά είναι ἐπικίνδυνες γιά τόν ἄνθρωπο. Τό δεῖγμα ἀπό τήν Ἐλευσίνα θά περιέχει ἀκαθαρσίες ἀπό τίς ἀναθυμιάσεις τῶν βιομηχανιῶν. Οἱ ἀναθυμιάσεις αὐτές μπορεῖ νά περιέχουν διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, στάχη, διοξείδιο τοῦ θείου καὶ δζείδια τοῦ ἄζωτου. Τό δεῖγμα ἀπό τόν κεντρικό δρόμο τῆς Ἀθήνας θά περιέχει διοξείδιο καὶ μονοζείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ ἔνα σωρό ἄλλα προϊόντα ἀπό τήν καύση τῆς βενζίνης καὶ τοῦ πετρελαίου.

Ο ἄνθρωπος μπορεῖ νά ζήσει περισσότερο ἀπό ἔνα μήνα χωρίς τροφή. Μπορεῖ νά ζήσει περισσότερο ἀπό μιά βδομάδα χωρίς νερό. Ἄλλα θά πέθαινε μέσα σέ λίγα λεπτά χωρίς ἀέρα. Γιά τό λόγο αὐτό ὁ ἄνθρωπος πρέπει νά φροντίζει γιά τήν πηγή αὐτή τῆς ζωῆς του, ἀλλιώς μιά μέρα μπορεῖ νά ἀν-

καλύψει ὅτι ή ρύπανση τῆς ἀτμόσφαιρας θά ἔχει γίνει ἀνεπανόρθωτη.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

- 1) Σχεδιάστε ἔνα ὀρθογώνιο μέ πλευρές 10 καὶ 3 ἑκατοστόμετρα.
- 2) Χωρίστε το στίς ἀναλογίες τῶν τεσσάρων ἀερίων πού ἀποτελοῦν τό μήγμα τοῦ καθαροῦ ἀέρα.
- 3) Χρωματίστε γαλάζιο τό N_2 , κόκκινο τό O_2 , πράσινο τό Ar καὶ μέ μιά μαύρη γραμμή τό CO_2 .

2. Τό ὄξυγόνο καὶ τό ἄζωτο

Τό ὄξυγόνο καὶ τό ἄζωτο είναι ἀερία ἄχρωμα, ἄσυμα καὶ ἀγενστα καὶ ἀποτελοῦν

τό μεγαλύτερο μέρος του ἀτμοσφαιρικοῦ ἄερα. Πρίν ἀπό 200 περίπου χρόνια πολύ λίγα ἤταν γνωστά για τά συστατικά του ἄερα. Οἱ ἐπιστήμονες ἐρευνοῦσαν μέδιαφορούς τρόπους νά βροῦν ἀπό τί ἀποτελεῖται ὁ ἄερας. Οἱ παρατηρήσεις τους ἔδειξαν ὅτι ἀναμμένα κεριά σβήνουν καὶ μικρά ζῶα πεθαίνουν, ὅταν παραμείνουν σέ κλειστά δοχεῖα, πολὺ πρίν καταναλωθεῖ ὅλος ὁ ἄερας μέσα στά δοχεῖα. Ἔτσι ἀνακαλύφθηκε ὅτι ὁ ἄερας ἀποτελεῖται ἀπό δύο ἀέρια. Τό ἔνα συντηρεῖ τή φλόγα καὶ τή ζωή καὶ ὀνομάστηκε ὀξυγόνο καὶ τό ἄλλο δέ συντηρεῖ οὔτε τή φλόγα οὔτε τή ζωή καὶ γιά τό λόγο αὐτό ὀνομάστηκε ἄζωτο.

Πρίν ἀπό τήν ἀνακάλυψη τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ἄζωτου, οἱ ἐπιστήμονες νόμιζαν ὅτι, ὅταν ἔνα ὑλικό καίγεται, ἐλευθερώνεται μιά οὐσία, πού τήν ὀνόμαζαν φλογιστόν. Τό 1774 ὅμως ὁ Γάλλος χημικός Λαβοναζιέ (Lavoisier) ἔκαμε ἔνα πείραμα, πού ἔβαλε τίς βάσεις τῆς χημείας ὡς ἐπιστήμης. Θέρμανε ὑδραργύρο στὸν ἄερα καὶ παρασκεύασε τό κόκκινο δξείδιο τοῦ ὑδραργύρου. Ὁ ἄερας πού παρέμεινε δέν μποροῦσε νά διατηρήσει πιά τή φλόγα καὶ τή ζωή. Μετά ζαναθέρμανε τό δξείδιο τοῦ ὑδραργύρου, ὅπως κάνατε κι ἔσεις στήν ἐργασία τῆς σελίδας 137, καὶ ἀνακάλυψε ὅτι τό ἄεριο πού προερχόταν ἀπό τή διάσπαση διατηροῦσε τή ζωή καὶ τήν καύση.

Τό «φλογιστόν» λοιπόν πράγματι ἤταν ἔνα μέρος ἀπό τόν ἄερα· ἤταν τό ἄεριο ὀξυγόνο.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε ἔνα διαφανές βάζο, διάλυμα 3% ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου (όξυζενέ), χλωρίνη, σκλήθρες ἀπό ξύλο, ἔνα σταγονόμετρο καὶ σπίρτα.

- 1) Γεμίστε τό βάζο λίσαμε τό 1/4 μέδιαλυμα ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου.
- 2) Ἀνάψτε μιά σκλήθρα καὶ μετά φυσήξτε νά σβήσει ἡ φλόγα.

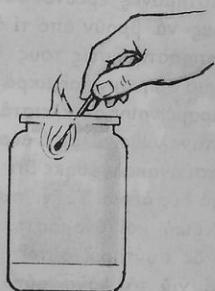
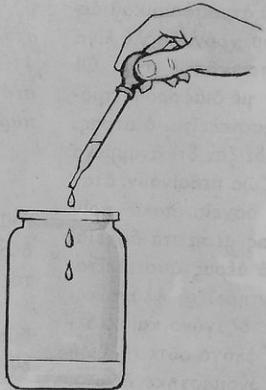
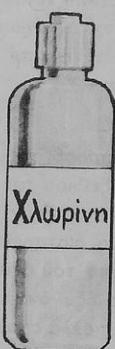
- 3) Προσθέστε μέ τό σταγονόμετρο χλωρίνη στό ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου.
- 4) Βάλτε τήν ἐρυθροπυρωμένη σκλήθρα μέσα στό βάζο, πάνω ἀπό τό διάλυμα. Τί παρατηρεῖτε;

“Οταν προσθέσουμε χλωρίνη στό διάλυμα τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου, παράγεται ἀέριο ὀξυγόνο. Στήν ἐργασία μας εἰδαμε ὅτι τό ὀξυγόνο διατηρεῖ τήν καύση.

Τό μόριο τοῦ ὀξυγόνου ἀποτελεῖται ἀπό δύο ἄτομα ὀξυγόνου. Τό ὀξυγόνο ἐνώνεται εὔκολα μέ πολλά στοιχεῖα. Τό ὀξυγόνο ὑπάρχει σχεδόν σέ κάθε ούσια πάνω στή γῆ. Τό νερό είναι ἀπό τίς πιό κοινές ούσιες, πού περιέχουν στά μόριά τους ὀξυγόνο. Περίπου τό μισό ἀπό τό βάρος τοῦ πάνω μέρους τοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς ἀποτελεῖται ἀπό ὀξυγόνο. Τό

‘Ο χημικός A. Λαβοναζιέ ἀνακάλυψε τήν ὑπαρξη τοῦ ὀξυγόνου πρίν ἀπό δύο αἰώνες.





ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Τό δξυγόνο διατηρεῖ τήν καύση.

περισσότερο άπό τό δξυγόνο αύτό είναι ένωμένο μέ τόπομα πυριτίου, άργιλου καί σιδήρου.

Τό δξυγόνο τής άτμοσφαιρας ένώνεται συνεχώς μέ τόπομα, πού ύπάρχουν στό φλοιό τής γῆς. Τά φυτά όμως μέ τή βοήθεια τής φωτοσυνθέσεως έλευθερώνουν πάλι τό δξυγόνο καί πλούτιζουν τήν άτμοσφαιρα. Τό δξυγόνο είναι άπαραίτητο γιά τόν άνθρωπο καί γιά όλους σχεδόν τούς ζωντανούς όργανισμούς. Χωρίς δξυγόνο δέν μποροῦμε νά ζήσουμε. Ἐπειδή δημοσ τό δξυγόνο είναι τόσο ένεργο, δημιουργεῖ στόν άνθρωπο καί πολλά προβλήματα. Σκεφτείτε μονάχα πόση καταστροφή γίνεται μέ τή σκουριά στά μέταλλα.

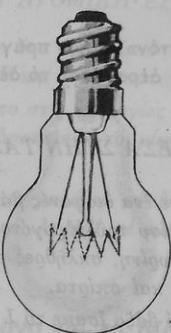
Τό μόριο τοῦ άζωτου άποτελείται άπό δύο τόπομα άζωτου. Τό άζωτο δέν ένώνεται εύκολα μέ όλα στοιχεία, γιά τό λόγο αύτό λέμε δτι είναι άδρανές. Ἀν καί τό άζωτο ώς άέριο δέ διατηρεῖ τή ζωή, οι χημικές του ένώσεις είναι άπαραίτητες γιά τή ζωή. Οι πρωτείνες, τά μεγάλα αύτά μόρια άπό τά δποια άποτελούνται τά ζωικά κύτταρα, περιέχουν άζωτο.

Τά φυτά παίρνουν τό άζωτο άπό τόν άέρα,

άλλα καί άπό τή γή, σπου τό άζωτο βρίσκεται σέ μορφή διαφόρων χημικών ένώσεων. Ό ανθρωπος, γιά νά βοήθει τή γή νά θρέψει τά φυτά, χρησιμοποιεῖ τά λιπάσματα, πού ένα μεγάλο μέρος τους άποτελεῖται άπό ένώσεις τοῦ άζωτου.

3. Τό άργο

Τό άργο είναι τό τρίτο σέ ποσότητα άέριο πού ύπάρχει στόν άέρα. Τό μόριο τοῦ άργού



Τά ήλεκτρικά γλομπάκια είναι γεμάτα μέ άέριο άργο, γιά νά μήν καίγεται τό μεταλλικό νήμα τους.

ἀποτελεῖται ἀπό ἕνα μόνο ἄτομο ἀργοῦ καὶ τὸ σύμβολό του εἶναι ΑΓ. Τὸ ἀργό, ὅπως καὶ τὸ ἄζωτο, εἶναι ἀδρανές, ἐνώνυται δηλαδή μὲν ἄλλα στοιχεῖα μόνο κάτω ἀπό πολὺ εἰδίκες συνθῆκες. Μέ το ἀργό γεμίζονται οἱ ἡλεκτρικοί γλόμποι, γιατὶ ὡς ἀδρανές δέν ἀντιδρᾶ μὲ τὸ μεταλλικό νῆμα τοῦ γλόμπου καὶ δέν τὸ καταστρέφει.

4. Τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα

Στή φωτοσύνθεση μάθατε ὅτι τὰ φυτά χρησιμοποιοῦν τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα. Πάρινον τὸ διοξείδιο, τὸ διασποῦν, κρατοῦν τὸν ἄνθρακα καὶ πλουτίζουν τὸν ἀέρα μέ δόξυγόν.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστεῖτε μιά διάφανη φιάλη, ἔνα φελλό μέ δύο τρύπες γιά τὴν φιάλη, δύο καλαμάκια, ἔνα ποτήρι, ἔνα κοντάλι, λίγο ἀσβέστη καὶ νερό.

1) Ρίξτε στὸ ποτήρι μιά κονταλιά ἀσβέστη καὶ γεμίστε τὸ νερό. Ἀνακατέψτε τὸ νά διαλυθεῖ δὲ ἀσβέστης καὶ ἀφῆστε τὸ διάλυμα νά ἥρεμήσει, ὥστε ὅ, τι δέ διαλύθηκε νά κατακαθίσει στὸν πάτο τοῦ ποτηριοῦ.

2) Φτιάξτε, μέ τὴν φιάλη, τὸ φελλό καὶ τὰ καλαμάκια, μιά συσκενή, ὅπως δείχνει τὸ σχῆμα. Τὸ ἔνα καλαμάκι πρέπει νά φτάνει σχεδόν ὡς τὸν πάτο τῆς φιάλης.

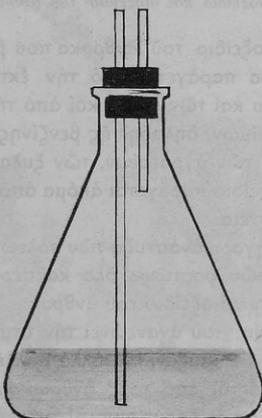
3) Γεμίστε τὴν φιάλη ἵσαμε τὸ 1/3 περίπου μέ τὸ διαυγές ἀσβεστόνερο.

4) Ρουφῆστε ἀπό τὸ κοντό καλαμάκι δέρα, ἔτσι ὥστε 20 περίπου φυσαλίδες δέρα νά περάσουν μέσα ἀπό τὸ ἀσβεστόνερο. Τί συμβαίνει στὸ ἀσβεστόνερο;

5) Φυσῆστε τώρα ἀπό τὸ μακρύ καλαμάκι, ἔτσι ὥστε 20 περίπου φυσαλίδες ἀπό τὴν ἐκπνοή σας νά περάσουν ἀπό τὸ ἀσβεστόνερο. Παρατηρήστε τό διαφορά τοῦ δόξυγον διαφορά τοῦ ἀσβεστόνερο. Ὁ δέρας ἡ ἐκπνοή σας

προξένησται τῇ μεγαλύτερῃ μεταβολῇ στὸ ἀσβεστόνερο; Ὅσο περισσότερο εἶναι τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, τόσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ μεταβολή στὸ ἀσβεστόνερο. Ὁ δέρας ἡ ἐκπνοή σας είχαν τὴν μεγαλύτερη ποσότητα διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα;

‘Ο ἄνθρωπος καὶ τά ζῶα μέ τὴν ἀναπνοή παίρνουν τὸ δόξυγόν του ἀέρα. Τὸ δόξυγόν μεταφέρεται μέ τὸ αἷμα σέ ὅλα τὰ μέρη τοῦ σώματος, ὅπου χρησιμοποιεῖται γιά τίς καύσεις τῶν τροφῶν. Ἀπό τὴν ἀργή αὐτή καύση σχηματίζεται διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, πού ἀποβάλλεται μέ τὴν ἐκπνοή. Ἡ ἐκπνοή μας λοιπόν περιέχει περισσότερο διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἀπό ὅ, τι ὁ ἀέρας. Τὸ ἀσβεστόνερο σχηματίζει μέ τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἀνθρακικό ἀσβέστιο, πού εἶναι ἀδιάλυτο στὸ νερό καὶ γιά τὸ λόγο αὐτό τὸ διάλυμα θολώνει. Τὸ μόριο τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα ἀποτελεῖ-



ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Φιάλη μέ ἀσβεστόνερο γιά τὸν προσδιορισμό τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα.

ταί από ένα άτομο άνθρακα καί δύο άτομα άξυγόνου.

Είναι γνωστό καί ένα άλλο άξειδιο τοῦ άνθρακα, τό μονοξείδιο τοῦ άνθρακα. Τό μόριο τοῦ μονοξειδίου τοῦ άνθρακα άποτελεῖται από ένα άτομο άνθρακα καί ένα άτομο άξυγόνου. Τό μονοξείδιο δέ βρίσκεται έλευθερο στή φύση, άλλα σχηματίζεται όταν ο άνθρακας καίγεται καί δέν υπάρχει άρκετό άξυγόνο, ώστε ή καύση νά είναι πλήρης. Τό φωταέριο περιέχει μονοξείδιο καί καμιά φορά τά καυσάρια τών αύτοκινήτων καί τά άερια από τίς θερμάστρες μπορεῖ νά περιέχουν μικρά ποσά μονοξειδίου. Τό μονοξείδιο τοῦ άνθρακα είναι ίσχυρό δηλητήριο.



Μονοξείδιο καί διοξείδιο τοῦ άνθρακα

Τό διοξείδιο τοῦ άνθρακα πού βρίσκεται στόν άέρα παράγεται από τήν έκπνοή τοῦ άνθρωπου καί τών ζώων καί από τήν καύση τών καυσίμων, δηλαδή τής βενζίνης, τοῦ πετρελαίου, τών ύγραερίων, τών ξυλανθράκων κλπ. Διοξείδιο παράγεται άκομά από τά ένεργά ήφαίστεια.

Η γρήγορη άνάπτυξη τών πόλεων καί τών βιομηχανιῶν φορτώνει όλο καί περισσότερο τόν άέρα μέ διοξείδιο τοῦ άνθρακα. Αντίθετα τό πράσινο, πού άνανεώνει τήν άτμοσφαιρά, όχι μόνο δέν αύξάνεται, άλλα πολλές φορές καταστρέφεται από τούς άνθρωπους άπερι-σκεπτα. Αν δέ φροντίσουν οι άνθρωποι ώστε αύτό νά μη συνεχιστεῖ, θά βρεθοῦν μπροστά σέ ένα μεγάλο πρόβλημα.

Ας δοῦμε μέ λίγα λόγια τί είναι αύτό τό πρόβλημα. Η άκτινοβολία τοῦ ήλιου φτάνει πάνω στήν έπιφάνεια τής γῆς καί τή θερ-

μάίνει. "Ένα μέρος από τή θερμότητα αύτή άκτινοβολεῖται πίσω στήν άτμοσφαιρά. Τέ μόρια τοῦ διοξειδίου τοῦ άνθρακα άποροφούν ένα μέρος από τή θερμότητα αύτή καί έτσι αύξάνεται ή θερμοκρασία τής άτμοσφαιρας. "Οσο λοιπόν αύξάνεται τό ποσοστό τοῦ διοξειδίου στήν άτμοσφαιρά, τόσο θά αύξανεται καί ή θερμοκρασία της. Αλλά τί θά γίνεται αύξηθει ή θερμοκρασία τής άτμοσφαιρας τόσο, ώστε νά άρχισει νά λιώνει μέρος από τούς τεράστιους ζγκους τών παγετώνων στίς πολικές περιοχές τής γῆς; Ή στάθμη τών ωκεανῶν θά άνεβει καί ένα μικρό τέτοιο άνεβασμα μπορεῖ νά πλημμυρίσει πολλές παραλιακές πόλεις. Τό πρόβλημα αύτό ονομάζεται θερμική ρύπανση.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Έπαναλάβετε τήν έργασία τής σελίδας 159, μέ τή διαφροά, άντη έπερδοξείδιο τοῦ άδρογόνου καί χλωρίνη, χρησιμοποιήστε διάλυμα σόδας (ένα κοντάλι σόδα σέ ένα ποτήρι νερό) καί ξίδι. "Οταν προσθέτουμε ξίδι σέ διάλυμα σόδας, παράγεται διοξείδιο τοῦ άνθρακα. Τό διοξείδιο τοῦ άνθρακα διατηρεῖ τήν καύση; Καίγεται; Έξηγηστε τίς άπαντήσεις σας.

5. Τό νερό

Οι ωκεανοί, οι παγετῶνες, οι λίμνες, τά ποτάμια, οι καταρράκτες, οι πηγές, οι ύδρατμοι στήν άτμοσφαιρά, όλα αύτά είναι νερό. Αλλά καί ο άνθρωπος καί τά ζωά καί τά φυτά περιέχουν νερό 60-75%. Τό νερό στό περιβάλλον μας βρίσκεται τόσο στήν ύγρη, οσο καί στή στερεά καί άερια κατάσταση.

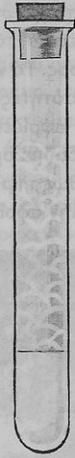
Στή σελίδα 150 είδαμε ότι μέ τήν ήλεκτρο-λυση τό νερό διασπάται σέ δύο άέρια, δηλαδή σέ άξυγόνο καί ύδρογόνο. Τό μόριο τοῦ νερού άποτελεῖται από ένα άτομο άξυγόνου καί δύο ύδρογόνου.

Τό νερό τῆς βροχῆς παρασέρνει μαζί του σκόνη καί διαλύει λίγο ὁξυγόνο, ἄζωτο καί διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἀπό τὸν ἄερα. Στή συνέχεια, καθώς ταξιδεύει πάνω καί κάτω ἀπό τὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς, διαλύει διάφορα ἄλατα καί ὑπολείμματα ἀπό φυτά καί διάφορους ἄλλους ὄργανισμούς. Οἱ κυριότερες οὐσίες, πού βρίσκονται συνήθως στὰ φυσικά

νερά, εἶναι ἐνώσεις διαφόρων στοιχείων, ὅπως τό νάτριο, τό κάλιο, τό ἀσβέστιο, τό μαγνήσιο καί καμιά φορά καί ὁ σίδηρος. Τό νερό, πού περιέχει σχετικά μεγάλες ποσότητες ἀπό ἄλατα, κάνει τό σαπούνι νά μήν ἀφρίζει καί ὀνομάζεται σκληρό νερό. Γιά νά δοῦμε ὅμως, ὅλες οἱ χημικές οὐσίες, πού συνήθως περιέχει τό νερό, κάνουν τό σαπούνι νά μήν ἀφρίζει;



Τά δέντρα καθαρίζονταν τήρια ἀτμόσφαιρα ἀπό τό διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα. Οἱ ἄνθρωποι πολλές φορές τά καταστρέφονται ἀπερίσκεπτα.



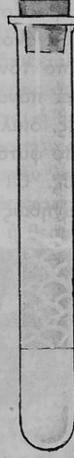
ΧΛΩΡΙΟΥΧΟ
ΝΑΤΡΙΟ



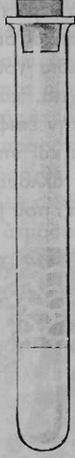
ΘΕΙΙΚΟ
ΝΑΤΡΙΟ



ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ
ΚΑΛΙΟ



ΧΛΩΡΙΟΥΧΟ
ΑΣΒΕΣΤΙΟ



ΧΛΩΡΙΟΥΧΟ
ΜΑΓΝΗΣΙΟ

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ. Τό σκληρό νερό κάνει τό σαπούνι νά μήν ἀφρίζει.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Θά χρειαστείτε δέκα δοκιμαστικούς σωλήνες, πέντε φελλούς γιά τούς σωλήνες, τρίμματα από σαπούνι, οινόπνευμα, χλωριούχο νάτριο (άλατι), θειικό νάτριο, ανθρακικό κάλιο (ποτάσα) χλωριούχο άσβεστιο, χλωριούχο μαγνήσιο, άποσταγμένο νερό κι ἔνα κουταλάκι.

1) Διαλύστε σέ μισό λίτρο νερό μισό κουταλάκι τρίμματα σαπούνι και προσθέστε άλλο μισό λίτρο οινόπνευμα.

2) Γεμίστε καθένα από πέντε δοκιμαστικούς σωλήνες ώς δύο ἑκατοστόμετρα ύψος μένερο και διαλύστε ἵσες μικρές ποσότητες από τίς πέντε χρηματικές οδσίες τοῦ νατρίου, τοῦ καλίου, τοῦ άσβεστίου και τοῦ μαγνησίου.

3) Στούς ἄλλους πέντε σωλήνες βάλτε ἵσες ποσότητες από τό διάλυμα τοῦ σαπουνιοῦ και προσθέστε στόν καθένα ἀπό ἓν από τά διαλύματα πού φτιάξατε. Σκεπάστε καλά τούς σωλήνες μέ τούς φελλούς και ταράξτε

τους γερά. Τί παρατηρεῖτε; Ὁ ἀφρός πού σχηματίστηκε είναι ἴδιος στούς πέντε σωλήνες;

Στήν ἐργασία μας είδαμε ὅτι τό σαπούνι ἐξακολουθεῖ νά ἀφρίζει καλά, ὅταν προσθέτουμε στό νερό ἐνώσεις τοῦ νατρίου και τοῦ καλίου, ἀλλά πάντε νά ἀφρίζει, ὅταν περιέχει ἐνώσεις τοῦ άσβεστίου και τοῦ μαγνησίου. Ἀρα, σκληρό λέμε τό νερό πού περιέχει σχετικά μεγάλες ποσότητες ἐνώσεων τοῦ άσβεστίουν και τοῦ μαγνησίουν.

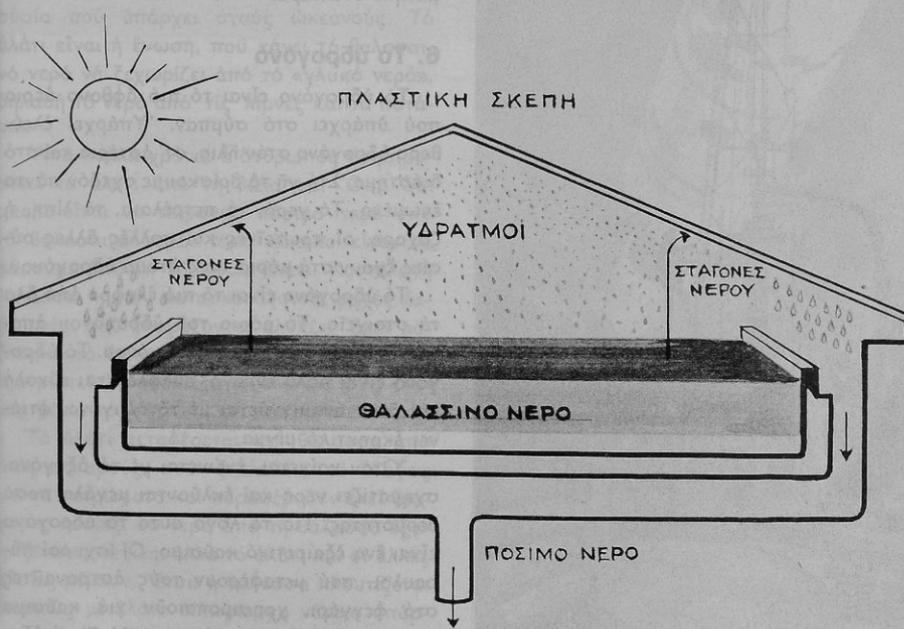
Ὑπάρχουν φυσικά νερά, κυρίως πηγαῖα, πού περιέχουν και ἄλλες οὐσίες ἐκτός από τίς παραπάνω ὥπως π.χ. θεῖο. Αύτά είναι πολλές φορές θερμά, γιατί ἔρχονται από τά βάθη τῆς γῆς. Τά νερά αύτά τά λέμε ἰαματικά, γιατί ἔχουν θεραπευτικές ιδιότητες.

὾ άνθρωπος, γιά νά καλύψει τίς ἀνάγκες του σέ πόσιμο νερό, μαζεύει τό νερό τῆς βροχῆς και τό νερό ἀπό τούς πάγους και τά

χιόνια μέσα σέ μεγάλες λίμνες, πού πολλές φορές είναι τεχνητές. Τό φυσικό αύτό νερό πρέπει νά καθαριστεῖ, γιά νά γίνει κατάλληλο γιά πόση. Έτσι, στίς δργανωμένες πόλεις του ό ανθρωπος έχει φτιάξει ειδικές έγκαταστάσεις γιά τόν καθαρισμό αύτό. Στίς έγκαταστάσεις αύτές τό νερό πρώτα διηθεῖται, δηλαδή περνάει από διαδοχικά στρώματα άμμου, χαλικιού καί ανθρακα, πού κρατοῦν ένα μέρος από τίς ούσιες πού περιέχει. Στή συνέχεια βάζουν στό νερό άριο χλωρίο, πού σκοτώνει τά παθογόνα μικρόβια, ἄν υπάρχουν.

Τό πόσιμο νερό πρέπει νά είναι διαυγές, άστρο καί νά έχει εύχαριστη γεύση, άκόμα πρέπει νά μήν είναι σκληρό καί νά μήν περιέχει έπικινδυνες ούσιες καί μικρόβια.

Μέ τήν αὔξηση τοῦ πληθυσμοῦ στή γῆ καί μέ τήν ανάπτυξη τής τεχνολογίας χρειαζόμαστε δύο καί περισσότερο νερό. Γιά τό λόγο αύτό, οι ἐπιστήμονες έχουν ἀπό καιρό στραφεῖ στούς ωκεανούς, ἔκει ὅπου ὑπάρχει ἄφθονο νερό. Τό νερό τής θάλασσας ὅμως είναι ἀλμυρό, γιατί περιέχει χλωριοῦχο νάτριο, δηλαδή ἀλάτι. Σκεφθεῖτε πῶς θά πρασίνιζαν μεγάλες ἔρημες περιοχές στή γῆ, ἄν ό ανθρωπος μποροῦσε νά χρησιμοποιήσει τό νερό τής θάλασσας. Ή μετατροπή τοῦ θαλασσινοῦ νεροῦ σέ πόσιμο ή ποτιστικό ὁνομάζεται ἀφαλάτωση τοῦ νεροῦ. Οι ἐπιστήμονες πειραματίζονται τά τελευταῖα χρόνια, γιά νά βροῦν φτηνούς τρόπους νά ἀφαλάτωνυν τό θαλασσινό νερό. Σήμερα ύπάρ-



Λιάταξη γιά τήν ἀφαλάτωση τοῦ νεροῦ. Η θερμότητα πού προέρχεται ἀπό τήν ἡλιακή ἐνέργεια χρησιμοποιεῖται γιά τήν ἐξάτμιση τοῦ νεροῦ, πού συλλέγεται μετά τήν υγροποίησή του καθαρό.

χουν κιόλας μερικές πόλεις, πού χρησιμοποιούν αφαλατωμένο νερό από τή θάλασσα. Συσκευές αφαλατώσεως χρησιμοποιούνται και από πλοϊα. "Ενας άπλος τρόπος αφαλατώσεως είναι ή άπόσταξη του νερού, πού περιγράψαμε στή φυσική, στή σελίδα 51.

Τά νερά δέν ξέφυγαν και αυτά από τή ρύπανση, πού προξενεί ό ανθρωπος στό περι-

βάλλον του. Ή ρύπανση προκαλεῖται από τά άποβλητα τών βιομηχανιών, τών πόλεων και τών πλοίων. Θά σᾶς έτυχε άσφαλως νά πάτε γιά κολύμπι και νά βρείτε τήν παραλία γεμάτη πίσσες από τά πλοϊα. Σέ μολυσμένα νερά λίγα φυτά και ψάρια μποροῦν νά ζήσουν.

Οι άνθρωποι από αρκετά χρόνια μελετοῦν τρόπους, γιά νά άντιμετωπίσουν τό πρόβλημα τής ρυπάνσεως. Ή προστασία τού περιβάλλοντος απασχολεί χιλιάδες έπιστημονες από διάφορες ειδικότητες σέ όλο τόν κόσμο. "Αν και τό πρόβλημα τής ρυπάνσεως δέν έχει λυθεί άκομα, οι άνθρωποι έχουν κατορθώσει νά άντιμετωπίσουν περιπτώσεις ρυπάνσεως μέ αρκετή έπιτυχία. "Ετοι, ποτάμια από τά όποια είχαν χαθεί τά ψάρια έξαιτίας τής ρυπάνσεως καθαρίστηκαν και ή ζωή ξαναφάνηκε στά νερά.

6. Τό ύδρογόνο

Τό ύδρογόνο είναι τό πιό άθινο άέριο πού υπάρχει στό σύμπαν. "Υπάρχει έλεύθερο ύδρογόνο στόν ήλιο, στ' άστερια και στό διάστημα. Στή γη τό βρίσκουμε σχεδόν πάντα ένωμένο. Τό νερό, τά πετρέλαια, τά λίπη, ή ζάχαρη, οι πρωτείνες και πολλές άλλες ούσιες έχουν στά μόριά τους άτομα ύδρογόνου.

Τό ύδρογόνο είναι τό πιό έλαφρό από όλα τά στοιχεία. Τό μόριο τού ύδρογόνου άποτελεῖται από δύο άτομα ύδρογόνου. Τό ύδρογόνο είναι πολύ ένεργο, άναφλέγεται εύκολα και σταν άναμιγνύεται μέ τό δίξυγόνο, φτιάνει έκρηκτικό μίγμα.

"Οταν καίγεται, ένώνεται μέ τό δίξυγόνο, σχηματίζει νερό και έκλυνονται μεγάλα ποσά θερμότητας. Γιά τό λόγο αυτό τό ύδρογόνο είναι ένα έξαιρετικό καύσιμο. Οι ισχυροί πύρωνοι, πού μεταφέρουν τούς άστροναύτες στό φεγγάρι, χρησιμοποιούν γιά καύσιμο ύδρογόνο σέ υγρή κατάσταση. Μαζί μέ δίξυγόνο χρησιμοποιείται γιά τήν κοπή και τή συγκόλληση τών μετάλλων. Άκομα χρησιμοποιείται στή χημική βιομηχανία, π.χ. γιά



Πολλές φορές τό νερό βρίσκεται βαθιά στό φλοιό τής γης. Οι γεωλόγοι κορισματούν γεωτρόπανα, γιά νά βρούν τή φλέβα του νερού και νά τό άντλήσουν.

τήν παρασκευή της άμμωνίας. Τό ύδρογόνο παρασκευάζεται κυρίως από ήλεκτρόλιστη νερού.

7. Τό χλωριούχο νάτριο

Τό χλωριούχο νάτριο είναι τό γνωστό μας άλατι τοῦ φαγητοῦ. Τό μόριο τοῦ χλωριούχου νατρίου άποτελεῖται από ένα άτομο χλωρίου καί ένα άτομο νατρίου.

NaCl

Χλωριούχο νάτριο

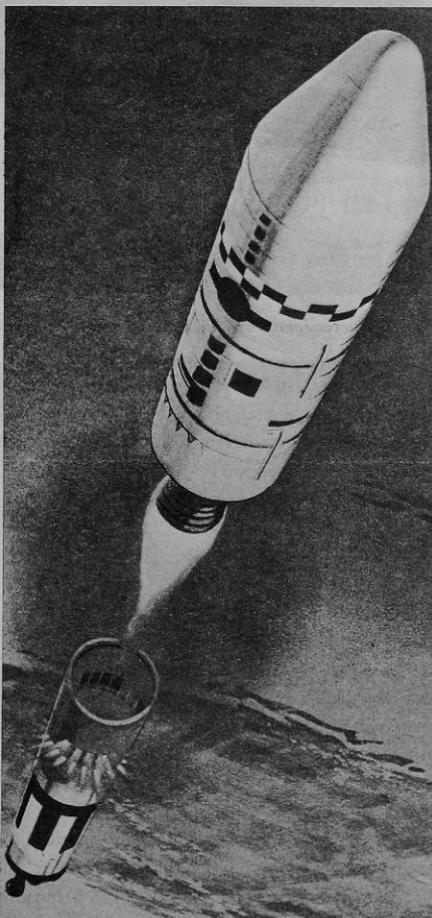
Τό χλωριούχο νάτριο είναι ή πιό κοινή ούσια πού υπάρχει στούς ωκεανούς. Τό άλατι είναι ή ένωση, που κάνει τό θαλασσινό νερό νά ξεχωρίζει από τό «γλυκό νερό», δηλαδή τό νερό από τίς λίμνες καί τά ποτάμια.

Από πολλά χρόνια ό ανθρωπος χρησιμοποιεῖ τό άλατι από τή θάλασσα. "Οσο δύσκολο είναι νά πάρουμε πόσιμο νερό από τό θαλασσινό νερό, τόσο εύκολο είναι νά πάρουμε από τή θάλασσα άλατι. Κοντά στή θάλασσα λοιπόν κατασκευάζονται ρηχές δεξαμενές, πού όνομάζονται άλυκές. Έκει μαζεύεται τό θαλασσινό νερό καί αφήνεται νά έχατμιστεῖ. Τό νερό έχατμιζεται καί στίς άλυκές μένει τό άλατι.

Τό άλατι μεταφέρεται στή θάλασσα από τούς ποταμούς, πού ξεπλένουν τό έδαφος καί τά πετρώματα καί παρασέρνουν έκει διάφορες ούσιες. Τό νερό από τή θάλασσα έχατμιζεται συνεχῶς, άλλα τό άλατι καί οι άλλες ούσιες μένουν. "Ετσι, ή θάλασσα πλουτίζεται διαρκῶς μέ άλατι. Χλωριούχο νάτριο υπάρχει καί κάτω από τήν έπιφάνεια τής γῆς. Έκει όπου υπάρχει στή γῆ άλατι, πρίν έκατομμύρια χρόνια ύπηρχαν θάλασσες, πού αποζηράνθηκαν. "Ετσι, έκτος από τή θάλασσα,

άλατι βγάζουμε καί από τά άλατωρυχεῖα.

Χρησιμοποιοῦμε τό άλατι γιά μαγειρεμα καί ώς συντηρητικό γιά τά τρόφιμα, όπως στά παστά κρέατα καί ψάρια, πού διατηρούνται χωρίς ψύξη γιά πολύν καιρό. "Ενας ανθρωπός τρώει περισσότερο από 4,5 κιλά άλατι τό χρόνο. Άλατι χρησιμοποιεῖται καί από τή βιομηχανία, γιά νά παρασκευάζονται διά-



Οι ισχυροί πύραυλοι χρησιμοποιοῦν, γιά κανόμιο, όρογονό σέ ύψη κατάσταση. *χυστεπάλ λεκ ςυού*



Τό άλατι μεταφέρεται στή θάλασσα μέ τό νερό τῶν ποταμῶν.

φορα χημικά προϊόντα, όπως ή σόδα, πού χρησιμοποιεῖται στήν ύαλουργία, καί τό χλώριο, πού χρησιμοποιεῖται, όπως μάθαμε, στόν καθαρισμό τοῦ νεροῦ.

8. 'Ο φλοιός τῆς γῆς

'Ο φλοιός τῆς γῆς, πού είναι ή πηγή τοῦ δρυκτοῦ πλούτου γιά τόν ἄνθρωπο, ἀποτελεῖ μόλις τά 4 χιλιοστά τοῦ συνόλου τῆς γῆς. 'Από τό φλοιό δ' ἄνθρωπος ἀντλεῖ τό μεγαλύτερο μέρος ἀπό τά φυσικά ύλικά πού χρησιμοποιεῖ στή ζωή του. Χρησιμοποιούμε τόν δρυκτό πλοῦτο τῆς γῆς σέ κάθε ἐκδήλωση τῆς καθημερινῆς ζωῆς μας. Χτίζουμε τά σπίτια μας μέ τσιμέντο καί τοῦβλα, πού οι πρώτες ψέλες τους είναι δ' ἀσβεστόλιθος, ή ἄργιλος, ή ἄμμος καί τά χαλίκια. Τά διακοσμοῦμε μέ μάρμαρο, γρανίτη καί κεραμικά. Κατασκευάζουμε κοσμήματα ἀπό πολύχρωμους καί λαμπερούς δρυκτούς κρυστάλλους.

'Από τά δρυκτά τῆς γῆς βγάζουμε τά μέταλλα, πού είναι τόσο πολύτιμα γιά τήν κατασκευή μηχανῶν, ἔργαλείων καί σκευῶν. 'Ας κοιτάξουμε λοιπόν τό φλοιό τῆς γῆς, όπως τόν βλέπουν οι χημικοί. Σχεδόν τό μισό τοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς ἀποτελεῖται ἀπό δύσυγόνο. Τό δύσυγόνο βρίσκεται στή γῆ πάντα ἐνωμένο μέ διάφορα ἄλλα στοιχεῖα. Τά δξείδια τοῦ πυριτίου, τοῦ ἄργιλου, τοῦ σιδήρου είναι

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ 100 ΚΙΛΑ
ΤΟΥ ΦΛΟΙΟΥ ΤΗΣ ΓΗΣ

'Οξυγόνο	46,7	κιλά
Πνοίτιο	27,7	"
'Αργίλιο	8,1	"
Σίδηρος	5,0	"
'Ασβέστιο	3,7	"
Νάτριο	2,7	"
Κάλιο	2,6	"
"Άλλα στοιχεῖα	3,5	"
		100,0 κιλά

άπό τίς πιό διαδομένες χημικές ένώσεις στή γῆ. Πολλά χρόνια χημικής έρευνας χρειάστηκαν, για νά γνωρίσουμε τά στοιχεία και τίς ένώσεις τους στό φλοιό της γῆς. Ο πίνακας πού προηγήθηκε δείχνει τά κυριότερα στοιχεία, από τά όποια αποτελεῖται αύτός ο φλοιός.

9. Το πυρίτιο

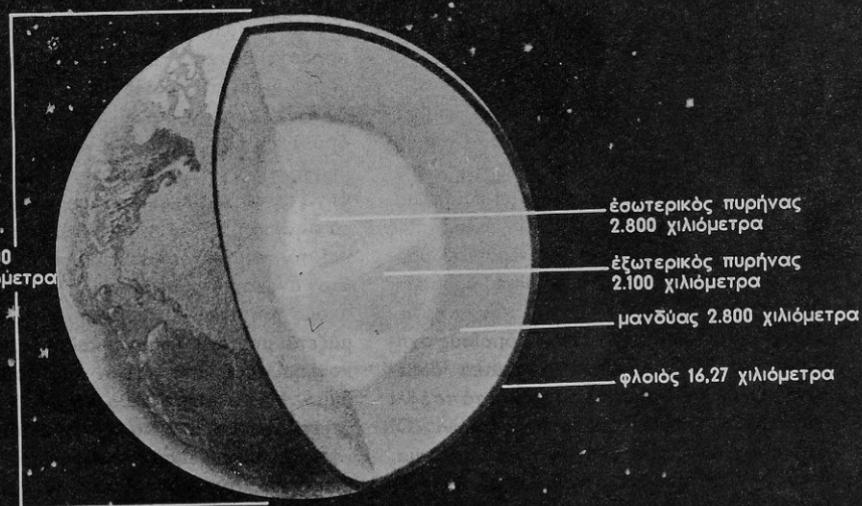
Τό πυρίτιο είναι, μετά τό δόξυγόνο, τό πιό διαδομένο στοιχείο στό φλοιό της γῆς. Τό πυρίτιο δέ βρίσκεται έλευθερο στή γῆ, άλλα ένωμένο κυρίως με δόξυγόνο ώς διοξείδιο τοῦ πυριτίου. Ένωμένο τό στοιχείο αύτό με διάφορα μέταλλα αποτελεῖ συστατικό πετρωμάτων, όπως ο γρανίτης. Μιά κατηγορία ένώσεων τοῦ πυριτίου, πού δύνομάζονται σιλικόνες, χρησιμοποιοῦνται γιά βερνίκια, στά χρώματα και ώς μονωτές τοῦ ήλεκτρικού ρεύματος. Τό διοξείδιο τοῦ πυριτίου (δηλαδή

τήν άμμο) τό χρησιμοποιοῦμε γιά νά φτιάνουμε γυαλί και κονιάματα.

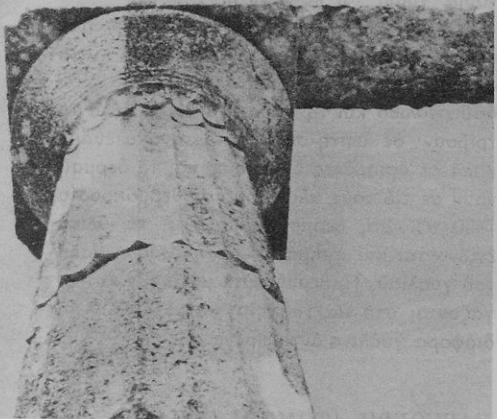
Τό γυαλί ήξερε νά τό φτιάνει ο ανθρωπος από τούς άρχαιους χρόνους. Τό γυαλί κατασκευάζεται από τρία ύλικά: τήν άμμο, τόν άσβεστολίθο και τή σόδα. Τά ύλικά αύτά τά τρίβουν σέ λεπτή σκόνη, τά άνακατεύουν καλά σέ δρισμένες άναλογίες και τά θερμαίνουν σέ ειδικούς κλιβάνους σέ θερμοκρασία 1400 °C. Στή θερμοκρασία αύτή τά ύλικά ένωνται και σχηματίζουν τή ρευστή μάζα τού γυαλιού. Τή θερμή αύτή μάζα τήν κατεργάζονται στά ύαλουργεία και φτιάνουν τά διάφορα γυάλινα άντικείμενα.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γράψτε, μέ λίγα λόγια, γιατί κατά τή γνώμη σας ο φλοιός της γῆς έχει τόσα πολλά δξείδια;



Ο φλοιός της γῆς αποτελεῖ μόλις τά 4 χιλιοστά τοῦ συνόλου της γῆς.



Τό μάρμαρο είναι άνθρακικό άσβεστιο.

10. Τό άσβεστιο

Τό άσβεστιο είναι τό πέμπτο κατά σειρά πιο κοινό στοιχείο στό φλοιό τής γῆς. Τό άσβεστο βρίσκεται στή γῆ πάντοτε ένωμένο μέ αλλα στοιχεῖα, συνήθως ως θειικό άσβεστιο (γύψος) και ώς άνθρακικό άσβεστιο. Ό άσβεστόλιθος και τό μάρμαρο είναι δύο πολύ διαδομένα πετρώματα, πού άποτελούνται άπό άνθρακικό άσβεστιο. Τό μάρμαρο σχηματίζεται στά βάθη τής γῆς, σταν στόν άσβεστόλιθο έπιδράσει πίεση και θερμότητα. Τό καθαρό μάρμαρο είναι λευκό, όπως τό πεντελικό. Τά πολύπλοκα νερά του μαρμάρου, όπως και τά χρωματιστά μάρμαρα, προέρχονται άπό αλλες ένωσεις, πού ύπηρχαν στούς άσβεστόλιθους, άπό τούς όποιους σχηματίστηκε τό μάρμαρο. Άνθρακικό άσβεστιο περιέχουν άκόμα τά δστρακα, τό τσόφιτι τῶν αύγων και τά κόκαλα τῶν ζώων. Οι σταλακτίτες και οι σταλαγμίτες στά σπήλαια, όπως π.χ. στά σπήλαια του Δυροῦ και τῶν Ιωαννίνων, άποτελούνται και αύτοί άπό άνθρακικό άσβεστιο, πού σχηματίζεται μέ τό συνεχές στάξιμο του νεροῦ.

Τό μόριο τοῦ άνθρακικοῦ άσβεστίου άποτελεῖται άπό ένα άτομο άσβεστίου, ένα άτομο άνθρακα και τρία άτομα όξυγόνου. Μπορούμε εύκολα νά καταλάβουμε άν ένα πέτρωμα περιέχει άνθρακικό άσβεστιο, άρκει νά στάξουμε πάνω του μερικές σταγόνες άπό όξυν, όπότε άφριζει. Αύτή τήν ιδιότητα τήν έχουν όλες οι άνθρακικές ένώσεις.

Ο κοινός άσβεστης, πού είναι δξείδιο τοῦ άσβεστίου, παρασκευάζεται πολύ εύκολα άπό τούς άσβεστόλιθους. Θερμαίνονται οι άσβεστόλιθοι πολύ μέσα στά άσβεστοκάμινα, όπότε τό άνθρακικό άσβεστιο διασπᾶται σέ δξείδιο του άσβεστίου.

Ca

CaO

CaCO₃

Άσβεστιο

Όξείδιο του
άσβεστίου

Άνθρακικό
άσβεστιο

Τόσο ο άσβεστης, οσο και οι άσβεστόλιθοι, είναι πολύ χρήσιμα ύλικά, γιατί μέ αυτά παρασκευάζονται τά κονιάματα, πού χρησιμοποιούνται στίς οίκοδομές.

Τό τσιμέντο είναι μίγμα, πού άποτελεῖται άπό άσβεστόλιθο, άργιλο και λίγο γύψο. Τό μίγμα άλεθεται, άνακατεύεται μέ νερό και ψήνεται σέ κλιβάνους στούς 1450 °C. Μετά τό ψήσιμο ή πηγμένη μάζα άλεθεται και πάλι και τό τσιμέντο είναι έτοιμο. Τό τσιμέντο, σταν άνακατευτεῖ μέ άμμο και χαλίκια, γίνεται άκόμα πιό στερεό και σκληρό και τότε όνομάζεται μπετόν. Υπάρχει και άλλο, ένα κοινό κονιάμα, πού άποτελεῖται άπό άσβεστη και άμμο. Μέ τό μίγμα αυτό κάνουν λάσπη και στερεώνουν τά τούβλα στό χτίσιμο.

Τό άσβεστιο είναι τό άπαραίτητο στοιχείο, για ν' άναπτυχθούν τά κόκαλα και τά δόντια μας. Τό άσβεστιο είναι άπαραίτητο έπισης, για νά πήξει τό αίμα, σταν τραυματιζόμαστε, και κάτι άκόμα, πού άκούγεται πιό παράξενα,

— 84 —
άλιγ γότ ιανίς υαρράφωφ ποτ μην
— Ιχ δ, υαρράφωφ ἔρθοσ φούδ νυν
σφέτωφ, επινιρτίς Ο', ρράφμαρά δ
νύτο Ιεκ ερράνιαρτράρηδ ιανίς, ετ
ογδή γότ αγι, αγιώφ υατ ρανδή ιανίς,
ερράφμαρά δ Ο'. δρεν το παρέτι ιατεύρα
κι επινούνάράρεθ κατό τιτεζέρευκτερασοτ
— εισιτ πολιοφωφ κατάρτιετεράρεθ
εισιτ πολιοφωφ κατάρτιετεράρεθ



Τό ταιμέντο είναι τό πιό κοινό κονίαμα που χρησιμοποιεῖται στό χτίσιμο τῶν οἰκοδομῶν.

τό ἀσβέστιο εἶναι ἐκεῖνο πού ρυθμίζει τούς
χτύπους τῆς καρδιᾶς μας. Ὁ ἄνθρωπος πάιρ-
νει τό ἀσβέστιο πού χρειάζεται ό δργανισμός
ἀπό τό γάλα καὶ ἀπό ὅλα τά προϊόντα πού
παρασκευάζονται ἀπ' αὐτό, ὥπως τό τυρί καὶ
τό γιαούρτι.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

"Οταν οι ἀσβεστόλιθοι θερμαίνονται, τό^ν
ἀνθρακικό ἀσβέστιο διασπᾶται καὶ
σχηματίζεται τό δέξιδιο τοῦ ἀσβεστίου.
Τί ποέπει νά φύγει μέ τή θέρμανση ἀπό

τό μόριο τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου, γιά νά σχηματιστεῖ τό μόριο τοῦ ὁξειδίου τοῦ ἀσβεστίου;

11. Τό θεῖο

Τό θεῖο εἶναι βασικό στοιχεῖο στή φύση. Τό βρίσκουμε ἐλεύθερο μέσα καὶ πάνω στά πετρώματα πού εἶναι κοντά στά ἡφαίστεια, συχνά σέ μορφή κίτρινων κρυστάλλων. Στήν Ἑλλάδα θεῖο ὑπάρχει στή Μῆλο καὶ στή Σαντορίνη. Εἶναι γνωστά καὶ πολλά θειοῦχα ὄρυκτά, ὥπως π.χ. ὁ σιδηροπυρίτης. Ἐνώσεις τοῦ θείου, ὥπως τά ἀέρια διοξείδιο τοῦ θείου καὶ ὑδρόθειο, βγαίνουν ἀπό τίς ιαματικές πηγές. Στό ὑδρόθειο, πού εἶναι ἔνωση τοῦ θείου καὶ τοῦ ὑδρογόνου, ὁφείλεται πολλές φορές καὶ ἡ χαρακτηριστική ὁσμή στίς πηγές αὐτές. Τό θεῖο καὶ τό διοξείδιο τοῦ θείου εἶναι πολύ χρήσιμα στόν ἄνθρωπο. Μέ τό θεῖο φεκάζουμε τά ἀμπέλια. Θεῖο ἐπίσης χρησιμοποιοῦμε γιά τή σκλήρυνση τοῦ καουτσούκ. Τό διοξείδιο τοῦ θείου χρησιμοποιεῖται ως λευκαντικό στήν ὑφαντουργία καὶ ώς συντητηκό στά τρόφιμα.

12. Ὁ φωσφόρος

Στή γῆ ὑπάρχουν ὄρυκτά τοῦ φωσφόρου ὥπως π.χ. ὁ φωσφορίτης. Φωσφόρος ὑπάρχει ἀκόμα στά φυτά καὶ στά κόκαλα τῶν ζώων. Ὁ φωσφόρος, ὥπως καὶ τό ἀσβέστιο, εἶναι ἔνα ἀπό τά ἀπαραίτητα στοιχεία, γιά νά μεγαλώσει καὶ νά ζήσει ὁ ἄνθρωπος. Πηγή τοῦ φωσφόρου εἶναι τό γάλα.

Ὑπάρχουν δύο μορφές φωσφόρου, ὁ κίτρινος καὶ ὁ ἐρυθρός. Ὁ κίτρινος φωσφόρος φωσφορίζει, εἶναι δηλητηριώδης καὶ στόν ἀέρα παίρνει μόνος του φωτιά, γιά τό λόγο αὐτό φυλάγεται μέσα σέ νερό. Ὁ ἐρυθρός, πού παρασκευάζεται ὅταν θερμάνουμε κίτρινο φωσφόρο, δέ φωσφορίζει καὶ παίρνει φωτιά μόνο σέ ψηφλές θερμοκρασίες.

Ἐνώσεις τοῦ φωσφόρου χρησιμοποιοῦνται ως φωσφορικά λιπάσματα. Ὁ φωσφόρος καὶ τό θεῖο χρησιμοποιοῦνται καὶ στήν κατασκευή τῶν σπίρτων: Οἱ δύο πλευρές ἀπό τό σπιρτοκούτι ἔχουν μά ἐπάλειψη ἀπό ἐρυθρό φωσφόρο καὶ λεπτή σκόνη ἀπό γυαλί. Ἡ μιά ἄκρη ἀπό τά ξυλαράκια τῶν σπίρτων ἔχει βουτηχτεῖ σέ μίγμα, πού ἀποτελεῖται ἀπό θεῖο καὶ διάφορες ἄλλες χημικές ούσιες. Τό σπίρτο ἀνάβει μέ τήν τριβή τοῦ μίγματος αὐτοῦ στήν πλευρά τοῦ κουτιοῦ.

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Στή σελίδα αυτή είναι σκορπισμένες

λέξεις απ' αντές που χρησιμοποιήσαμε στό Εύδικό Μέρος. Διαλέξτε μερικές και έξηγήστε μέ σύντομες προτάσεις τί σημαίνουν.

σκληρό νερό

προστασία τοῦ περιβάλλοντος

ρύπανση τῆς άτμοσφαιρας

ΓΥΑΛΙ

μάρμαρο

ΧΛΩΡΙΟΥΧΟ ΝΑΤΡΙΟ
Διάλυτη
μοτιβέται από φύλλα της Βρεφιστίδας της Κρήτης
31 - 10 - 69 έτην, αμφιλούτανε κατ' εαυτόν βιβλία:

ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

άζωτο

άμμος

ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

1. Herman and Nina Schneider, SCIENCE IN YOUR HOME, Longman, SCIENCE IN YOUR HOME, Longman, London, 1975.
2. G. C. Hart, J. Hallinan, D. G. Walker and W. L. Smallwood, SCIENCE, UNDERSTANDING YOUR ENVIRONMENT, General Learning Co., 1975.
3. CORD (Conceptually Oriented Program in Elementary Science), Preliminary Edition, New York University, 1973.
4. Physical Science Study Committee, PHYSICS, D.C. Heath and Co., 1966.
5. UNESCO SOURCE BOOK FOR SCIENCE TEACHING, UNESCO, 1962.
6. THE BOOK OF POPULAR SCIENCE, Grolier Inc., 1965.
7. J. Tardine, PHYSICS IS FUN, Heinemann Educational Books Ltd., London, 1969.

8. J. E. Ryke, EXPERIMENTAL SCIENCE, Longman, 1969.
9. M. J. Chassang, INTRODUCTION AND PRACTICAL WORK IN SCIENCE, Pergamon Press, 1968.
10. N. H. Hart, THE SAMPLE SCHEME, STAGES I AND II, THE BASIC COURSE, Longmans/Penguin Books, 1971.
11. N. Field, CHEMISTRY, ELEMENTS, ELEMENTS, Longmans/Penguin Books, 1971.
12. W. Schneider, R. Schleicher, B. Schneider und H. Vestner, NATUR UND TECHNIK, Cornelsen-Velhagen und Klasing, 1974.
13. E. Halbersmidt und A. Bergmann, PHYSIK UND CHMIE FÜR HAUPTSCHÜLER, Karl-Log Moritz Diesterweg, 1971.
14. M. Chassang et Cl. Léonard, EXERCICES D' OBSERVATION, Société Universitaire d' Éditions et de Librairie, 1969.

το οποίον παραπέμπει τον αλγόν τόν εισέλλ
με τάξιδιον επέβαλε, οπού η σκοτία
παραπέμπει το επείσθιον την εποιήσει

Ο ΚΛΗΜΑ ΗΡΑΙΜΟΤΑ, Η ΚΑΘΑΡΙΣΙΑ

επιμονιώσασκον ιδεύκατε τον θάλασσαν ως
τη φωσφορίτης, Φωσφόρος,
τη θάλασσα στά φυτά καὶ στά κόκκοια την
φωσφόρος, δημός καὶ τό θάλασσαν
ένα ἀπό τό θάπαραίτη στοιχεῖο
τού τοῦ μεγαλώσει καὶ να ζησει σ' ανθρώπου,
θάλη τοῦ φωσφόρου έλειψε τό γάλα.

Υπάρχουν δύο μαρτίς φωσφόρου, δύο
πρίνος καὶ δύο ξρυθρός, δύο πρίνος φωσφόρος,
φωσφορίζει, είναι δηλητηριώδης καὶ οὐδὲ
ἄλλα παίρνει μόνος του φωτιά, τα τέλη
αἵτοι φωλίζεται μέσα σέ νερό. Ο ξρυθρός
πού παρασκευάζεται θαυμαστόν θερμάνει τον
ρουντόφόρο, δέ φωσφορίζει καὶ τούτο
το φωτό μόνο σέ θάλασσαν θερμοκρασίας.

Επειότι τοι φωσφόρος χρησιμοποιήθη
τη ως φωσφορικά λιπαράτα. Ο φωσφόρος
καὶ το θειό χρησιμοποιούνται καὶ στην
αποκατάσταση της παρτυκής. Οι δύο πλέυρες
του το θειό φωσφόρος καὶ δημάτη θήσονται
ΟΙΡΤΑΝ ΟΧΥΡΟΠΛΑΞ,
τοι πάντα την παρτυκήν αἴσιον αἴσιο γυαλί.
Η μία άκρη έπει τη διατερόκηλα τῶν σπερτῶν
έχει βονητητι σέ μέρα, που αποτελείται
όπο είσι καὶ διάφορες φλαμμές υγρασίας.
Τη απέρτη άναβει με **στάχυα** τον

οσπόνδη

φωσφορίδη

φωσφορίδη

οστόλοντο

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Στό εξετίσμα πρόγραμμα της σχολικής υπηρεσίας
βιβλία – είναι γραφάται σε δύο κατηγορίες:
ιδιαίτερη σημασία των μέλλοντα της φυσικής και ψηφιακών
τεχνών, κατόπιν έτοις, από πρώτη φορά, τους αποκαλούμενους
τυποποιημένους με λάρναζοντας ανάρτη, διατάξεις οι οποίες
δεν μιλούν ποτέ τις συγκεκριμένες στοιχεία που
δεν αποτελούνται από περιεχομένα. Άλλα τους είναι γραφάται
τας η περισσότερης πλούσιας πληροφορίας τις οποίες
διατίθεται στη βιβλία. Τηρεί όμως διάλογο μεταξύ δύο σημαντικών
της πλούσιας πληροφορίας που περιεχομένα για απόλυτη. Κατ' αρχήν πρέπει
της πλούσιας πληροφορίας να περιλαμβάνει την πλούσια της περιεχομένων.

Παλαιότερη είναι γενικότερη η διάταξη, από την οποία προκύπτει
κατά πάσα ποσότητα περιεχομένων, ότι την έπειτα θέτει σε πρώτη
προτεραιότητα, η πλούσια πληροφορία, που πρέπει να
γίνεται μή μεταρρύθμιση, αλλά έπειτα διατάξεις δημιουργίας
της πλούσιας πληροφορίας, που περιλαμβάνει την πλούσια της περιεχομένων.

'Η δύμαδα έργασίας γιά τή συγγραφή τοῦ βιβλίου ἀκολούθησε τό^α
ἀναλυτικό πρόγραμμα τῶν μαθημάτων τοῦ Δημοτικοῦ Σχολείου, δῆτας δη-
μοσιεύεται στό φύλλο τῆς Ἐφημερίδος τῆς Κυβερνήσεως ΦΕΚ 218/
31 - 10 - 69· ἐπίσης συμβούλευτηκε κατά τά παρακάτω βιβλία:

1. Herman and Nina Schneider, Brenda Lansdown, SCIENCE IN YOUR LIFE, D.C. Heath Co., 1966.
2. G. C. Mallinson, J. B. Mallinson, D. G. Brown and W. L. Smallwood, SCIENCE, UNDERSTANDING YOUR ENVIRONMENT, General Learning Co., 1975.
3. COPIES (Conceptually Oriented Program in Elementary Science), Preliminary Edition, New York University, 1973.
4. Physical Science Study Committee, PHYSICS, D.C. Heath and Co., 1966.
5. UNESCO SOURCE BOOK FOR SCIENCE TEACHING, UNESCO, 1962.
6. THE BOOK OF POPULAR SCIENCE, Grollier Inc., 1965.
7. J. Jardine, PHYSICS IS FUN, Heinemann Educational Books Ltd., London, 1969.
8. J. E. Dyke, EXPERIMENTAL SCIENCE, Longmans, 1969.
9. Nuffield Chemistry, INTRODUCTION AND GUIDE, Longmans/Penguin Books, 1968.
10. Nuffield Chemistry, THE SAMPLE SCHEME, STAGES I AND II: THE BASIC COURSE, Longmans/Penguin Books, 1971.
11. Nuffield Chemistry, COLLECTED EXPERIMENTS, Longmans/Penguin Books, 1967.
12. W. Schröder, R. Sichelschmidt, L. Stiegler, und H. Vestner, NATUR UND TECHNIK, Corneilsen - Velhagen und Klasing, 1974.
13. E. Halberstadt und A. Berghandler, PHYSIK UND CHEMIE FÜR HAUPTSCHULEN, Verlag Moritz Diesterweg, 1971.
14. M. Chassalang et Cl. Latour, EXCERSES D' OBSERVATION, Société Universitaire d' Editions et de Librairie, 1969.

Στό ενδετήριο — χρήσιμο συμπλήρωμα στά επιστημονικά, κνημίας, βιβλία — είναι γραμμένοι οι δροι και οι λέξεις πού κριθηκε διτί έχουν κάποια ιδιαίτερη σημασία στό μάθημα τῆς φυσικῆς και χημείας ή όνομάζουν κάποιες καινούριες έννοιες, πού πρώτη φορά, ίσως, συναντοῦμε. Οι λέξεις είναι τοποθετημένες μέ αλφαριθμητική σειρά, διπος λόγου χάρη σ' ένα λεξικό, και δχι μέ τή σειρά πού τίς συναντοῦμε στό κείμενο — ετσι θά βροῦμε πολλές απ' αντές στόν πίνακα τῶν περιεχομένων. Δίπλα τονς είναι γραμμένοι ένας η περισσότεροι άριθμοι. Δείχνουν τίς σελίδες δπον θά βροῦμε τίς λέξεις μέσα στό βιβλίο. "Οχι, φυσικά, δλες, δλλά έκεινες δπον δίνεται δ δριμός η κάποιες ιδιαίτερα χρήσιμες πληροφορίες γι' αντές. Και, συνήθως, δχι τίς σελίδες πού είναι γραμμένες στόν πίνακα τῶν περιεχομένων.

Πολλοί δροι είναι γραμμένοι δύο φορές στήν αλφαριθμητική τους σειρά και κάτω από κάποια άλλη λέξη, με τήν όποια έχουν σχέση. Στή δεύτερη περιπτώση δι τυπογράφος τίς έβαλε λίγο πιο μέσα από τήν άρχη της σειράς, για νά μη μπεδεθούν στό φάξιμο. "Ετοι τή μετατροπή τής ένεργειας θά τή βροῦμε, έπειτα από τήν κανονική της θέση, και κάτω από τή λέξη ένεργεια. Τούς δρονς πού αποτελούνται από δύο ή περισσότερες λέξεις — ένα έπιθετο, ή πονμε, και ένα ονυματικό — μπορούμε νά τίς άναζητήσουμε και στή δύο θέσεις. Λόγου χάρη: ύδραυλικός γρύλος και γρύλος, ύδραυλικός.

Στό ενδετήριο ύπάρχει ἔνα ειδικό («λῆμμα») — δύος τό λέμε στά λεξικά και στις ἐγκυλοπαιδίεις — πού δέ θά τό βρεῖτε μέσα στήν ὅλη τοῦ βιβλίου: σχέσεις μεγεθών. Φτιάχτηκε ἐπιταυτοῦ, γιά νά συγκεντρωθοῦν κάπου οι μαθηματικοί, ἃς ποῦμε, τύποι τοῦ βιβλίου. Αντοί πού δίνοντ, λόγου χάρη, τήν ταχύτητα ἀπό τήν ἀπόσταση και τό χρόνο ἢ τό ειδικό βάρος ἀπό τό βάρος και τόν ὅγκο κ.ά.

Τέλος, όπου συναντούμε μεγάλες παῦλες, νά έχουμε υπόψη ότι μπαίνουν στή θέση κάποιας λεξεως μιᾶς προηγούμενης σειρᾶς. Στήρ κάθε περίπτωση είναι φανερό ποιά λέξη άντικαθιστούν.

- α**

άγωγή τῆς θερμότητας 55
 κακός ἀγώγος — 56
 καλός — 56
 ἀδράνεια 91, 93
 ἀδρανές 160
 ἀεικίνητο 22, 23
 ἀεραντλία 127

τέ «ῦοιμα νοίτλε»
 ἐδίκιψτη, ἐδίκοσθ
 ξεπλάδοτυσθ
 ἀπομέλεταιδ, ἀπτόδοιδ
 τῇ ερυθρόιδ
 θλιμερητούλοιδ
 τει νωλοց γεωποδίδ
 εβ. ερηποδίδ

- | | | |
|----------------------|-------------|------------------------|
| άέρας, άτμοσφαιρικός | 118, 156 | πτυνεογτόδ |
| βάρος τοῦ | — 123 | 15 ήνοχημούτδ |
| σύνθεση τοῦ | — 156 | 02 ἐδυτδ |
| άέρια κατάσταση | 15, 16, 119 | οιοπογδ |
| άέριωθούμενο | 130 — 55 | 021 οριμόδυτδ |
| άεροναυπηγική | 130 | 021 — εἵτ πονουπδ |
| άεροπλάνο | 130 | 021 παξίτ μίκιμοδυοցτδ |
| άερόστατο | 130 | 021 — βτρυνχετ |
| αίσθημα θερμοῦ | 33 | 202δ ἐδκιμιδυοւτδ |

αίσθημα ψυχροῦ 33
αἰτία 102
αἱρόηση 74
ἀκτινοβολία, μεταφορά τῆς θερμότητας μέ — 56
ἀλάτι 165, 167
ἀλατωρυχεῖο 167
ἀλυκή 167
ἄμμος 168, 169
ἀναλυτικός ζυγός 79
ἀναπνοή 161
ἀνεμόμυλος 131
ἄνεμος 131
ἀντίδραση, χημική 152
ἀντίσταση 96
ἄνωση 112, 114
— στόν ἀέρα 127, 128
ἄζονας (γραφικής παραστάσεως) 45
— (τροχοῦ) 98
ἀπλές μηχανές 95
ἀπόβλητα 166
ἀπόλυτη κλίμακα 40
ἀπόλυτο μηδέν 40
ἀπόσταζη 51, 166
ἀπόσταση 63, 65, 84, 85, 95
ἀποτέλεσμα 102
ἀριθμός στοιχείου 144
 ἀτομικός — 144
 μαζικός — 144
ἀρνητικό φορτίο 140
ἀρνητικός ἀριθμός 39
ἀρχή τῆς ἀδράνειας 91, 94
— τοῦ Ἀρχιμήδη 113
— τοῦ Πασκάλ 144, 115
— τῶν συγκοινωνούντων δοχείων 105
ἀσβεστόλιθος 168
ἀστροναύτης 82, 83, 123
ἀτμομηχανή 21
ἀτμός 50
 ὑγροποίηση τῶν — 50
ἀτμόσφαιρα 120
 ρύπανση τῆς — 156
ἀτμοσφαιρική πίεση 120, 122, 125
 τεχνητή — 123
ἀτμοσφαιρικός ἀέρας 118, 156

ἀτομικός ἀριθμός 144
ἄτομο 138
ἀφαλάτωση τοῦ νεροῦ 165

β

βαθμοί Κέλβιν (°K) 40
— Κελσίου (°C) 39
βαρόμετρο 124
βάρος 81, 109, 114
 — καὶ μάζα 82
 — τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρα, 123
εἰδικό — 109
μονάδες μετρήσεως — 82
βαροῦλκο 98
βαρύτητα 80
 δύναμη τῆς — 80, 112
 νόμοι τῆς — 80
βιομηχανία, χημική 166
βρασμός 50
θερμοκρασία — τοῦ νεροῦ 39
βροχή 52

γ

γεωτρύπανο 166
γιάρδια 65
γραμμάριο 79, 110
— δυνάμεως 82, 109, 110
γρανίτης 169
γραφική παράσταση 44
γρύλος, ὑδραυλικός 115
γυαλί 169
γύψος 170

δ

«δελτίον καιροῦ» 54
δεσμός, χημικός 150
δευτερόλεπτο 73
διακόπτης, διμεταλλικός 37
διάλυμα 147
διαλυτότητα 148
διάσπαση μορίων 137,
διάστημα 82, 83

- διαστολή 36
 διάφραγμα 72
 διεθνές πρότυπο μέτρο 66, 79 — ριζούχο
 — χιλιόγραμμο 79, 80, 82
 δίκτυο διανομής 106
 διμεταλλικός διακόπης 37
 δυνάμεις συνάφειας 116
 — συνοχής 41, 49, 104, 116
 δύναμη 89, 95, 108, 109, 115
 — βαρύτητας 80
 — καί ταχύτητα 90, 91
 — τριβής 92
 γραμμάριο — 82
 χιλιόγραμμο — 82
 ε — εδ — ποσούχ
 είδη μοχλών 96, 97
 ειδικό βάρος 109, 114
 έκκρεμές 73
 αἰώρηση — 74
 πλάτος — 74
 περίοδος — 75
 έκρηκτικό μίγμα 166
 έλευθερη τροχαλία 100
 έλξη μορίων 13
 — ύλικων σωμάτων 80
 έμβαδόν (ώς μέγεθος) 109, 115
 έμβολο 115
 έμμεση μέτρηση 69
 ένέργεια 20
 διατήρηση — 22
 ήλεκτρική — 20
 ήλιακή — 20
 θερμική — 32, 34
 κινητική — 94
 μέση — 33
 μετατροπή — 59, 60
 μεταφορά — 21
 μηχανική — 20, 94
 μορφές — 20
 — και χαμηλές θερμοκρασίες 60
 χημική — 153, 154
 χρήσιμη — 60
- οδηγόδιμη — 120
 έδ ποθέαν
 έξαρση 47, 56
 έξαμπιση 48, 49
 έπιπεδο, κεκλιμένο 95, 100, 101
 —, δριζόντιο 105
 έπιτάχυνση 88
 έργαστηριακός όγκομετρικός σωλήνας 110
 έργο 19, 20, 95
 εύφλεκτα ύλικά 48
- ζ**
- ζυγός 77, 78
 — άκριβειας 79
 άναλυτικός — 79
- η**
- ήλεκτρικό φορτίο 140
 ήλεκτρισμός 139
 ήλεκτρόλυση 150
 ήλεκτρόνιο 142
 νέφος — 142
 ήμέρα (ώς υποδιαίρεση χρόνου) 73
- θ**
- θερμική ρύπανση 162
 — ένέργεια 32, 34
 θερμοκρασία 33
 — βρασμοῦ τοῦ νεροῦ 39
 — πήξεως 47
 — τήξεως 43
 χαμηλή — και ένέργεια 60
 θερμόμετρο 38
 θερμότητα 32, 34
 άγωγή τῆς — 55
 κακοί άγωγοί τῆς — 56
 καλοί — 56
 λανθάνουσα — πήξεως 47
 — τήξεως 43
 μετάδοση τῆς — 55
 θετικό φορτίο 140
- ι**
- ιαματικό νερό 164

- ιδιότητα 8
 ίντσα 65
 ισορροπία (ζυγοῦ) 77
κ
 κακός ἀγωγός τῆς θερμότητας 56
 καλός — 56
 κατάσταση τῆς υλης 15, 16
 άέρια — 15, 16, 119
 στερεά — 15, 16
 ὑγρή — 15, 16, 104
 καύση 153
 κεκλιμένο ἐπίπεδο 95, 100, 101
 κίνηση 84
 — τῶν μορίων 11, 18, 19
 κινητική ἐνέργεια 94
 κλίμακα 39
 ἀπόλυτη — 40
 — τοῦ Κέλβιν 40
 — τοῦ Κελσίου 39
 κόλλα 116
 κονίαμα 170
 κοχλίας 95, 100, 101
 κυτταρίνη 152
- λ**
 λανθάνουσα θερμότητα βρασμοῦ 50
 — πήξεως 47
 — τήξεως 43
 λεπτό, δεύτερο 73
 —, πρώτο 73
 λίμνη, τεχνητή 108
 λίπασμα 172
- μ**
 μαγκάνι 98
 μαγνήτης 13, 146
 μάζα 78, 84, 110
 — καὶ βάρος 82
 μονάδες μετρήσεως — 79
 μαζικός ἀριθμός 144
- μάρμαρο 170
 μεγέθη 63
 σχέσεις — 84, 85, 95, 108, 109, 110, 114, 115
 μέση ἐνέργεια 33
 — τιμή 31
 μέσος ὥρος 31
 μεταβολή τῆς ταχύτητας 93
 μετάδοση τῆς θερμότητας 55
 — μέρεύματα 56
 — μέρεύματα 56
 μετατροπή τῆς ἐνέργειας 59, 60
 μεταφορά — 21
 μετεωρολογία 53
 μετεωρολογική ὑπηρεσία, δελτίο καιροῦ 54
 μέτρηση 63
 ἔμμετρη — 69
 μονάδες — 64, 65, 66, 73, 79, 82, 109, 110
 — τῆς περιφέρειας τῆς γῆς 70
 — τῆς υλης 76
 μέτρο 66
 διεθνές πρότυπο — 66
 μηδέν (βαθμοί) 39
 ἀπόλυτο — 40
 μηχανή, ἀπλή 95
 —, —, ὑδραυλική 114
 μηχανική 102
 — ἐνέργεια 94
 μίγμα 146
 ἐκρηκτικό — 166
 μονάδες μετρήσεως 64
 — βάρους 82
 — εἰδικοῦ βάρους 110
 — μάζας 79
 — μήκους 65, 66
 — πιέσεως 109
 — πυκνότητας 110
 — χρόνου 73
 μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα 162
 μονωτικά 58
 μόρια 10, 17, 18, 137
 — ἔξη — 13, 14
 κίνηση — 11, 18, 19
 μορφές ἐνέργειας 20
 μοχλός 95, 96

συνθετικό προϊόν 136
σύννεφο 52
συνοχή 41, 49, 104, 116
συντηρητικό 167, 172
συστολή 36
σχέσεις μεγεθών 84, 85, 95, 108, 109, 110, 114, 115
σωλήνας, όγκομετρικός 111
— τριχειδής 117
σωματίδιο 142

Τ

ταχύτητα 84, 85
— καί δύναμη 90, 91, 93
μεταβολή τῆς — 93
τεχνητή άτμοσφαιρική πίεση 123
— λίμνη 108
τεχνητό προϊόν 136
τεχνητός δορυφόρος 53, 82
πίξη 43
θερμοκρασία — 43
λανθάνουσα θερμότητα — 43
τιμή, μέση 31
τριβή 92
τροχαλία 95, 100
τροχός 95, 98, 100
τσιμέντο 170
τύποι, μαθηματικοί, βλ. σχέσεις μεγεθών

υ

ύπαλουργία 168, 169
ύγρη κατάσταση 15, 16, 104
ύγροποιηση τῶν άτμῶν 50
ύδραντλία 126
ύδραργυρική στήλη 123, 125
ύδρατμός 51
ύδραυλική μηχανή 114, 115
ύδραυλικός γρύλος 115
ύδροθειο 172
ύλη 10, 76, 136
κατάσταση τῆς — 15
ύπόθεση 25, 26, 28
ύπομοχλίο 96

φαινόμενο 22
φυσικό — 152
χημικό — 152
φλογιστόν 159
φλοιός τῆς γῆς, σύνθεση 168
φορτίο, ἡλεκτρικό 140
φύση 28
φυσική ἐπιστήμη 28
φυσικό μέγεθος 63
— προϊόν 136
— φαινόμενο 152
φωσφορικά λιπάσματα 172
φωσφορίτης 172
φωτοσύνθεση 160

Χ

χαλάζι 52
χαμηλές θερμοκρασίες 60
«χάρτης» 68
χημεία 136
χημική ἀντίδραση 152
— βιομηχανία 166
— ἐνέργεια 153, 154
— ἔνωση 146
χημικό φαινόμενο 152
χημικός δεσμός 151
χιλιόγραμμο 79
διεθνές πρότυπο — 79, 80, 82
— δυνάμεως 82
χιόνι 52
χλώριο 165, 168
χρήσιμη ἐνέργεια 60
χρονόμετρο 73
χρόνος 72, 84, 85
μονάδες μετρήσεως — 73
χώρας 10
ώρα 73
«ώρα μηδέν» 42

ΕΚΔΟΣΗ Α' ΗΜΙΑΝ - 1992 - ΕΛΛΑΣ - ΑΙΓΑΙΟΝ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ - ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΚΥΒΕΡΝΗΣΗ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΠΟΛΙΤΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΟΝΑ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ - Ο Επίτευξις Φ

συνθετικό προϊόν 126
σύνγεφο 52
συνοχή 41, 49, 104, 116
συντηρητικό 167, 172
συστάλι 36
σχέσις μεταξύ 84, 85, 95, 103, 107, 116,
— 114, 115
σωλήνας, δικαμπτρικός 111
— τριχοειδής 117
σωματίδιο 142

ταχύτητα 84, 85
— και δύναμη 90, 91, 93
μεταβολή 95 — 98
τεχνητή έμπνευση, πάση 123
— λίρια, 108
τεχνητό πρότυπο 136
τεχνητός διανομέας 23, 80
τεχνητός
— θεωρητικός — 41
τελεστικός παράγοντας — 43
τελευτής 31
τηλε 92
τηλεοπτικός 95, 108
τηλε, 95, 98, 100
τηλεοπτικός 172
τηλε, ραδιοεπαφή, βλ. σχέσις μεταξύ

φανόρευο 22
φιασκό — 152
χρημάτ — 152
θλογιστών 159
θλοιός της γῆς, αύνθιση 168
θοριό, ήλεκτρικό 140
θόση 28
φυσική έπαστήμη 28
φυσικό μέγεθος 63
— προϊόν 136
— φανόρευο 152
δημοφορικά λιπόνγαρα 173
φυσοφορίης 172
φυτοανθεση 160

χαλάρι 52
χαροκόπειος Βερρυκρότης 60
χρηστός 68
χρη, λίρια 108
χρηματ διεύθυνση 152
— βιργαδαρία 166
— ειδήγη 153, 154
— θηλυτή 146
χρηματ φανόρευο 152
χημικός διαφέροντας 151
χυλούγραμμο 79
διεθνής πρόσωπο — 79, 80, 82
— δυνδύματος 66
χιάνι 52
χλώριο 165, 168
χρήσιμη έγγρυγια 60
χρήσιμη πληροφορία 73
84, 85
μετρήσιμος — 73



024000019610

ΕΚΔΟΣΗ Δ', 1977 (III) - ΑΝΤΙΤΥΠΑ 175.000 - ΣΥΜΒΑΣΗ 2791 / 9-2-77
Απόθεση 25
ΕΚΤΥΠΩΣΗ - ΒΙΒΛΙΟΛΕΣΙΑ : ΕΚΔΟΤΙΚΗ ΕΛΛΑΣΟΣ Α.Ε.
�πομόρχιο 96
Φιλαδελφεία 8 - Αθήναι



Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής