



ΔΥΝΑΜΗ - ΠΙΕΣΗ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ

18 διδακτικές ώρες

ΕΝΟΤΗΤΕΣ

1. Ταχύτητα (2 διδακτικές ώρες)
2. Οι δυνάμεις (2 διδακτικές ώρες)
3. Δυνάμεις με επαφή - Δυνάμεις από απόσταση (2 διδακτικές ώρες)
4. Πώς μετράμε τη δύναμη (2 διδακτικές ώρες)
5. Η τριβή - μια σημαντική δύναμη (1 διδακτική ώρα)
6. Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τριβή (2 διδακτικές ώρες)
7. Τριβή - επιθυμητή ή ανεπιθύμητη (2 διδακτικές ώρες)
8. Η πίεση (2 διδακτικές ώρες)
9. Η υδροστατική πίεση (1 διδακτική ώρα)
10. Η ατμοσφαιρική πίεση (2 διδακτικές ώρες)

Τα φύλλα Εργασίας 9 και 10 κατά την άποψη των συγγραφέων δεν είναι απαραίτητο να διδαχθούν, καθώς οι έννοιες που παρουσιάζονται σε αυτά είναι ιδιαίτερα δύσκολες για μαθητές του Δημοτικού σχολείου. Περιλαμβάνονται στο βιβλίο, επειδή η συγγραφική ομάδα όφειλε να τηρήσει πιστά το αναλυτικό πρόγραμμα.

ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ

- | | | |
|-------------------------------|-----------------------|----------------------|
| • ταχύτητα | • μάζα | • πίεση |
| • χρόνος | • ηλεκτρικές δυνάμεις | • υδροστατική πίεση |
| • απόσταση | • μαγνητικές δυνάμεις | • βάθος |
| • κίνηση | • ελατήριο | • αέρας |
| • κινητό | • κλίμακα | • ατμοσφαιρική πίεση |
| • δύναμη | • δυναμόμετρο | • υψόμετρο |
| • αλλαγή κινητικής κατάστασης | • τριβή | |
| • αύξηση της ταχύτητας | • αντίσταση | |
| • μείωση της ταχύτητας | • φθορά | |
| • αλλαγή κατεύθυνσης | • εμβαδόν | |
| • μόνιμη παραμόρφωση | • είδος επιφάνειας | |
| • προσωρινή παραμόρφωση | • επιθυμητή τριβή | |
| • δύναμη με επαφή | • ανεπιθύμητη τριβή | |
| • δύναμη από απόσταση | • τραχιά επιφάνεια | |
| • βάρος | • λιπαντικά | |

ΓΕΝΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

- Να γνωρίσουν οι μαθητές τα σημαντικότερα φυσικά φαινόμενα που σχετίζονται με τις δυνάμεις, καθώς και τις εφαρμογές τους στην καθημερινή ζωή.

ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- Να αναφέρουν οι μαθητές παραδείγματα κίνησης σωμάτων με μεγάλη ή μικρή ταχύτητα.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι η ταχύτητα ενός σώματος εξαρτάται από το χρονικό διάστημα που χρειάζεται ένα σώμα, για να διανύσει μια συγκεκριμένη απόσταση.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τα αποτελέσματα των δυνάμεων που ασκούνται στα σώματα.
- Να διακρίνουν οι μαθητές τα αποτελέσματα των δυνάμεων σε δύο γενικές κατηγορίες: στην αλλαγή της κινητικής κατάστασης των σωμάτων και στην παραμόρφωση των σωμάτων.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά την ύπαρξη δυνάμεων που ασκούνται από απόσταση και δυνάμεων που ασκούνται με επαφή.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά πώς μετράμε τις δυνάμεις.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά την εμφάνιση της τριβής, όταν προσπαθούμε να θέσουμε σε κίνηση ένα σώμα.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τα αποτελέσματα της τριβής.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τριβή.
- Να διακρίνουν οι μαθητές περιπτώσεις στις οποίες η τριβή είναι επιθυμητή και περιπτώσεις στις οποίες είναι ανεπιθύμητη.
- Να προτείνουν οι μαθητές τρόπους με τους οποίους μπορούμε να αυξήσουμε ή να μειώσουμε την τριβή.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η πίεση εξαρτάται από τη δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα, καθώς και από το μέγεθος της επιφάνειας επαφής.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι τα υγρά λόγω του βάρους τους δημιουργούν πίεση.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι την πίεση που δημιουργείται στα υγρά λόγω του βάρους τους την ονομάζουμε υδροστατική.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι η υδροστατική πίεση αυξάνεται, όσο μεγαλώνει το βάθος.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι ο αέρας λόγω του βάρους του προκαλεί πίεση.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι την πίεση που δημιουργείται στον αέρα λόγω του βάρους του την ονομάζουμε ατμοσφαιρική.

ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

- Η ταχύτητα είναι το μέγεθος που πληροφορεί για την απόσταση που διανύει ένα κινητό στη μονάδα του χρόνου. Όσο μικρότερος είναι ο χρόνος που απαιτείται, για να διανύσει ένα κινούμενο σώμα μια απόσταση, τόσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητά του.
- Τις δυνάμεις δε μπορούμε να τις δούμε. Καταλαβαίνουμε ότι ασκούνται από τα αποτελέσματά τους, που είναι παρατηρήσιμα. Μία δύναμη μπορεί:
 - να αλλάξει την κινητική κατάσταση ενός σώματος:
 - να αυξήσει την ταχύτητά του
 - να μειώσει την ταχύτητά του
 - να αλλάξει την κατεύθυνση της κίνησής του
 - να παραμορφώσει ένα σώμα:
 - μόνιμα
 - προσωρινά
- Η Γη ασκεί σε όλα τα σώματα που έχουν μάζα μια δύναμη με κατεύθυνση προς το κέντρο της. Τη δύναμη αυτήν την ονομάζουμε βάρος. Η δύναμη της βαρύτητας μειώνεται όσο ένα σώμα απομακρύνεται από το κέντρο της Γης. Το βάρος του ίδιου σώματος είναι συνεπώς μεγαλύτερο, όταν αυτό βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας και μικρότερο, όταν αυτό βρίσκεται σε ένα ψηλό βουνό.
- Οι δυνάμεις ασκούνται με δύο τρόπους, με επαφή και από απόσταση.
- Το βάρος, οι ηλεκτρικές δυνάμεις και οι μαγνητικές δυνάμεις μπορεί να ασκούνται με επαφή αλλά και από απόσταση.
- Για να μετράμε τις δυνάμεις, παρατηρούμε το μέγεθος της προσωρινής παραμόρφωσης που αυτές προκαλούν σε ένα ελαστικό σώμα, συνήθως σε ένα ελατήριο.
- Τα όργανα που συνήθως χρησιμοποιούμε για τη μέτρηση των δυνάμεων ονομάζονται δυναμόμετρα. Το δυναμόμετρο αποτελείται από το ελατήριο, που επιμηκύνεται, όταν ασκείται σ' αυτό δύναμη, από την κλίμακα, με την οποία μετράμε το μέγεθος της παραμόρφωσης και από το άγκιστρο, με το οποίο συνδέεται το ελατήριο με άλλα σώματα.
- Όταν προσπαθήσουμε να θέσουμε σε κίνηση ένα σώμα που εφάπτεται με ένα άλλο, προκαλείται δύναμη που ανθίσταται στην κίνηση. Τη δύναμη αυτήν την ονομάζουμε τριβή. Η τριβή προκαλεί ήχο και θερμότητα και φθείρει τα σώματα.

- Η τριβή που ασκείται σε ένα σώμα, όταν αυτό ολισθαίνει πάνω σε μία επιφάνεια, εξαρτάται από το βάρος του σώματος και από το είδος των επιφανειών που τρίβονται. Η τριβή δεν εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας του σώματος.
- Η τριβή άλλοτε είναι επιθυμητή και άλλοτε ανεπιθύμητη. Όταν θέλουμε να αυξήσουμε την τριβή, κατασκευάζουμε τις επιφάνειες των σωμάτων από τραχύ υλικό. Για να μειώσουμε την τριβή, όταν αυτή είναι ανεπιθύμητη, χρησιμοποιούμε λιπαντικά.
- Όταν ένα σώμα ολισθαίνει πάνω σε μία επιφάνεια, ονομάζουμε την τριβή που ασκείται σε αυτό τριβή ολίσθησης.
- Πίεση ονομάζουμε το πηλίκο της δύναμης που ασκείται σε μια επιφάνεια δια του εμβαδού της επιφάνειας αυτής. Η πίεση που δημιουργείται συνεπώς λόγω του βάρους ενός σώματος εξαρτάται από το βάρος του σώματος και το εμβαδόν της επιφάνειάς του.
- Στο νερό δημιουργείται λόγω του βάρους του πίεση που ονομάζεται υδροστατική. Η υδροστατική πίεση είναι ίδια σε όλες τις κατευθύνσεις και αυξάνει όσο αυξάνει το βάθος.
- Και ο αέρας έχει βάρος. Η πίεση που δημιουργείται στον αέρα λόγω του βάρους του ονομάζεται ατμοσφαιρική. Η ατμοσφαιρική πίεση δεν είναι ίδια σε όλους τους τόπους. Όσο πιο ψηλά βρισκόμαστε, τόσο μικρότερο είναι το βάρος των υπερκείμενων στρωμάτων αέρα, τόσο μικρότερη είναι συνεπώς και η ατμοσφαιρική πίεση.

ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ - ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

- Εκφράσεις, όπως κάτι «πηγαίνει πιο γρήγορα» ή «πηγαίνει πιο αργά» χρησιμοποιούνται με ασαφή τρόπο, άλλοτε υπονοώντας το μέτρο της ταχύτητας ενός αντικειμένου και άλλοτε την αύξηση ή μείωση της ταχύτητας σε σχέση με το χρόνο.
- Η έννοια της «δύναμης» είναι αφηρημένη. Πολλοί μαθητές, όπως άλλωστε και πολλοί ενήλικες, δυσκολεύονται να την κατανοήσουν και έχουν έντονα εδραιωμένες «αριστοτελικές» αντιλήψεις. Θεωρούν ότι, για να κινηθεί ένα σώμα, είναι απαραίτητο να ασκηθεί δύναμη και ότι, όταν δεν ασκείται δύναμη, μετά από λίγο το σώμα ηρεμεί, αντί του ορθού ότι, για να αλλάξει η κινητική κατάσταση ενός σώματος, πρέπει να ασκηθεί δύναμη. Καθώς οι μαθητές δεν αντιλαμβάνονται εύκολα την τριβή και την έννοια της «συνισταμένης» δύναμης, θεωρούν ότι πολλές καθημερινές παρατηρήσεις ενισχύουν την άποψη αυτή. Οι μαθητές παρατηρούν για παράδειγμα ότι, για να κινηθεί ισοταχώς ένα αυτοκίνητο, πρέπει να ασκείται δύναμη, αγνοώντας την αντίσταση του αέρα και τις τριβές, που έχουν σαν αποτέλεσμα η συνισταμένη δύναμη να είναι ίση με το μηδέν.
- Πολλοί μαθητές τείνουν να βλέπουν τα αντικείμενα είτε σε κατάσταση ηρεμίας είτε σε κατάσταση κίνησης. Ελάχιστα εστιάζουν σε καταστάσεις, όπως είναι η σταθερή ταχύτητα, η αλλαγή της ταχύτητας, ή ακόμα η μείωση της ταχύτητας και το σταμάτημα της κίνησης.
- Οι περισσότεροι μαθητές θεωρούν ότι η τριβή είναι πάντοτε ανεπιθύμητη και δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι σε πάρα πολλές περιπτώσεις η τριβή είναι επιθυμητή.
- Πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι ο αέρας έχει βάρος, δυσκολεύονται συνεπώς να κατανοήσουν και την έννοια της «ατμοσφαιρικής πίεσης». Καθώς δε βλέπουν τον αέρα, πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ακόμη και την υλική του υπόσταση. Αποδέχονται τον αέρα ως κάτι υπαρκτό, αφού τον εισπνέουμε και αφού παρατηρούν τα αποτελέσματα της κίνησής του όταν φυσά, έχουν όμως σημαντική δυσκολία να κατανοήσουν ότι ο αέρας, όπως όλα τα υλικά σώματα, καταλαμβάνει όγκο και έχει βάρος.
- Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι τα αέρια ασκούν δυνάμεις μόνο όταν βρίσκονται σε κίνηση, θεωρούν συνεπώς ότι ο αέρας ασκεί δυνάμεις στα σώματα μόνο όταν φυσά. Η λανθασμένη αυτή αντίληψη έχει ως συνέπεια οι μαθητές να θεωρούν ότι ο αέρας ασκεί δύναμη προς μια συγκεκριμένη μόνο κατεύθυνση, την κατεύθυνση προς την οποία κινείται.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

Φύλλο Εργασίας 1:

- μπάλα
- χρονόμετρο
- μετροταινία

- ξύλινη σανίδα
- χαρτί
- αυτοκινητάκι
- κασετίνα

- συνδετήρες
- καλαμάκια
- κλωστή
- χαρτομάντιλο

Φύλλο Εργασίας 2:

- συνδετήρας
- σχολική τσάντα
- λαστιχάκι
- κουτί αναψυκτικού
- γόμα
- σφουγγάρι

Φύλλο Εργασίας 3:

- κουτί αναψυκτικού
- αυτοκινητάκι
- λαστιχάκι
- πλαστελίνη
- ψαλίδι
- μαγνήτης

Φύλλο Εργασίας 4:

- χάρτινο ποτήρι
- ψαλίδι
- μεγάλος συνδετήρας
- λαστιχάκι
- χάρακας
- ταινία
- πετραδάκια

Φύλλο Εργασίας 5:

- χαρτί
- γυαλόχαρτο
- γόμα
- κιμωλία

Φύλλο Εργασίας 6:

- κουτί από σαπούνι
- πετραδάκια
- χάρακας
- λαστιχάκι
- ταινία
- ψαλίδι
- χαρτί
- γυαλόχαρτο

Φύλλο Εργασίας 7:

- τριβόμετρο (το οποίο κατασκευάστηκε στο προηγούμενο φύλλο εργασίας)
- γυαλόχαρτο
- υγρό σαπούνι
- λάδι
- διαφάνεια

Φύλλο Εργασίας 8:

- μικρό ταψί
- αλεύρι

- κουτάλι
- κουτί από σαπούνι
- πετραδάκια
- βαρύ βιβλίο

Φύλλο Εργασίας 9:

- μεταλλικό κουτί από γάλα
- μπαλόνι
- λαστιχάκι
- ψαλίδι
- νερό
- πλαστικό μπουκάλι (πείραμα επίδειξης)
- λεκάνη (πείραμα επίδειξης)
- ανοιχτήρι κονσέρβας

Φύλλο Εργασίας 10:

- χάρακας
- σπάγκος
- εφημερίδα
- βεντούζα
- γυαλόχαρτο
- πλαστελίνη
- βιβλία
- μεταλλικό δοχείο με βιδωτό καπάκι (πείραμα επίδειξης)
- καμινέτο (πείραμα επίδειξης)
- νερό (πείραμα επίδειξης)



ΔΥΝΑΜΗ - ΠΙΕΣΗ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Ο κλάδος της Φυσικής στον οποίο μελετάμε τις κινήσεις των σωμάτων και τις δυνάμεις που προκαλούν αλλαγές στην κίνησή τους ονομάζεται Μηχανική. Ακριβέστερα στη Μηχανική μελετάμε την κίνηση σωμάτων που είναι μεγάλα σε σύγκριση με τις διαστάσεις των ατόμων και τα οποία κινούνται με ταχύτητες πολύ μικρές σε σύγκριση με την ταχύτητα του φωτός. Η Μηχανική είναι ο πρώτος τομέας της Φυσικής με τον οποίο ασχολήθηκε ο άνθρωπος ήδη από την αρχαιότητα.

Η **ταχύτητα** είναι το φυσικό μέγεθος που μας πληροφορεί για την απόσταση που διανύει ένα **κινητό** στη μονάδα του χρόνου. Η ταχύτητα ενός σώματος εκφράζει δηλαδή το λόγο της απόστασης που διανύει το σώμα δια του χρόνου που χρειάζεται, για να διανυθεί αυτή η απόσταση. Έτσι, αν ένα αυτοκίνητο κινείται με ταχύτητα 80 χιλιομέτρων την ώρα, αυτό σημαίνει ότι θα καλύψει μια απόσταση 80 χιλιομέτρων σε χρόνο μιας ώρας. Μονάδα μέτρησης της ταχύτητας είναι το χιλιόμετρο ανά ώρα (km/h) ή το μέτρο ανά δευτερόλεπτο (m/s).

Τις **δυνάμεις** δεν μπορούμε να τις «δούμε». Καταλαβαίνουμε ότι στα σώματα ασκούνται δυνάμεις από τα αποτελέσματά τους. Τα αποτελέσματα των δυνάμεων τα γνωρίζουμε από την καθημερινή μας εμπειρία. Ένα καρότσι αρχίζει να κινείται, όταν το σπρώχνουμε, όταν δηλαδή του ασκούμε μία δύναμη. Η μπάλα τίθεται σε κίνηση και «φεύγει» με μεγάλη ταχύτητα, επειδή ο ποδοσφαιριστής την κλωτσά, επειδή δηλαδή της ασκεί μία δύναμη. Μπορούμε να λυγίσουμε ένα λεπτό μεταλλικό ελασμα ή ένα συνδετήρα ασκώντας δύναμη. Ο αέρας ασκεί δύναμη στα δέντρα, με αποτέλεσμα να λυγίζουν. Γενικά, όταν σε ένα σώμα ασκείται μια δύναμη, το αποτέλεσμα μπορεί να είναι:

- η αλλαγή της κινητικής κατάστασης του σώματος:
 - η αύξηση της ταχύτητάς του
 - η μείωση της ταχύτητάς του
 - η αλλαγή της διεύθυνσης της κίνησής του
- η παραμόρφωση του σώματος:
 - προσωρινά
 - μόνιμα

Όταν σε ένα σώμα ασκούνται περισσότερες από μία δυνάμεις, είναι δυνατό να μην παρατηρούμε αλλαγή στην κινητική του

κατάσταση ή παραμόρφωσή του. Αν, για παράδειγμα, δύο παιδιά σπρώχνουν ένα καρότσι προς αντίθετες κατευθύνσεις (δηλαδή στην ίδια διεύθυνση αλλά με αντίθετη φορά) με δυνάμεις ίσες κατά μέτρο, το καρότσι θα παραμείνει ακίνητο. Στην περίπτωση αυτή λέμε ότι η **συνισταμένη**, η συνολική δηλαδή δύναμη που ασκείται στο καρότσι, είναι ίση με το μηδέν. Το γεγονός ότι κάποιες δυνάμεις, όπως για παράδειγμα η τριβή και η αντίσταση του αέρα, δε γίνονται εύκολα αντιληπτές μας παρασύρει σε λανθασμένο συμπεράσματα σχετικά με τα αποτελέσματα των δυνάμεων. Έτσι πολλές φορές έχουμε την εντύπωση ότι αποτέλεσμα μιας δύναμης μπορεί να είναι η ισοταχής κίνηση ενός σώματος. Για παράδειγμα, έχουμε την εντύπωση ότι για την ισοταχή κίνηση ενός αυτοκινήτου πρέπει να ασκείται δύναμη στην κατεύθυνση της ταχύτητας. Η εντύπωση αυτή είναι λανθασμένη. Το αποτέλεσμα της άσκησης μιας δύναμης είναι η μεταβολή της κινητικής κατάστασης ενός σώματος, η αλλαγή δηλαδή του μέτρου ή της διεύθυνσης της ταχύτητας. Αν σε ένα σώμα δεν ασκούνται δυνάμεις ή αν η συνισταμένη δύναμη ισούται με το μηδέν, τότε το σώμα ηρεμεί ή συνεχίζει να κινείται με σταθερή ταχύτητα. Στο παράδειγμα δηλαδή του αυτοκινήτου, και μόνο από το γεγονός ότι αυτό κινείται με σταθερή ταχύτητα, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η συνισταμένη δύναμη ισούται με το μηδέν. Το άθροισμα της αντίστασης του αέρα και της τριβής, των δυνάμεων δηλαδή με αντίθετη κατεύθυνση από την ταχύτητα του αυτοκινήτου, είναι ίσο κατά μέτρο και αντίθετης φοράς από τη δύναμη που ασκείται στην κατεύθυνση της κίνησης. Η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο αυτοκίνητο είναι μηδενική.

Η λανθασμένη άποψη που περιγράφηκε παραπάνω, γνωστή ως αριστοτελική αντίληψη για την κίνηση των σωμάτων, ήταν για περισσότερο από 2000 χρόνια η κυρίαρχη άποψη. Η θεωρία του Αριστοτέλη σχετικά με την κίνηση βασιζόταν σε δύο θεμελιώδεις αρχές, στο ότι η κίνηση δεν είναι ποτέ αυθόρμητη και στο ότι υπάρχουν δύο είδη κίνησης, η φυσική και η βίαιη. Η φυσική κίνηση ήταν κατά τον Αριστοτέλη η ευθύγραμμη και κατακόρυφη κίνηση των σωμάτων προς το φυσικό τους τόπο, τον τόπο δηλαδή στον οποίο, όταν βρεθεί ένα σώμα, μένει ακίνητο για πάντα. Αντίθετα, εξαναγκασμένη ή βίαιη ήταν κατά τον Αριστοτέλη κάθε κίνηση που παρέκκλιε από τη φυσική κίνηση ενός σώματος και γινόταν υπό την επίδραση εξωτερικής

δύναμης. Σήμερα γνωρίζουμε ότι η θεώρηση του Αριστοτέλη δεν είναι σωστή. Πρώτος ο Newton διατύπωσε τους νόμους που περιγράφουν σωστά την κίνηση των σωμάτων. Σύμφωνα με τον Newton, όταν η συνολική δύναμη¹, η συνισταμένη, που ασκείται σε ένα σώμα είναι ίση με το μηδέν, το σώμα είναι ακίνητο ή κινείται με σταθερή ταχύτητα. Όταν δε συμβαίνει αυτό, όταν δηλαδή η συνολική δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα είναι διαφορετική από το μηδέν, τότε μεταβάλλεται το μέτρο ή η διεύθυνση της ταχύτητας του σώματος.

Στα παραδείγματα που αναφέρθηκαν παραπάνω οι δυνάμεις ασκούνται στα σώματα με **επαφή**. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις στις οποίες ασκείται δύναμη σε ένα σώμα χωρίς αυτό να βρίσκεται σε επαφή με κάποιο άλλο, η δύναμη ασκείται δηλαδή από **απόσταση**. Πλησιάζοντας ένα μαγνήτη σε μία μεταλλική ράβδο που κρέμεται από ένα σχοινί, παρατηρούμε ότι ο μαγνήτης έλκει τη ράβδο χωρίς να εφάπτεται σε αυτή, καθώς η μαγνητική δύναμη ασκείται στη ράβδο από απόσταση. Δύο όμοια ηλεκτρικά φορτισμένα πλαστικά καλαμάκια απωθούνται χωρίς να εφάπτονται. Στα καλαμάκια ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις από απόσταση. Εάν κόψουμε το σχοινί που συγκρατεί ένα αντικείμενο, το αντικείμενο θα πέσει στο έδαφος, καθώς έλκεται από τη Γη. Η δύναμη με την οποία η Γη έλκει κάθε σώμα προς το κέντρο της ονομάζεται **βάρος** του σώματος.

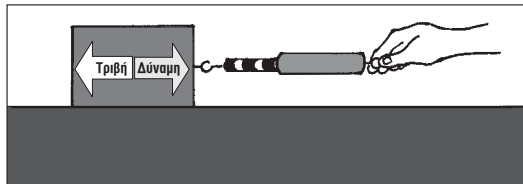
Το βάρος ενός σώματος εξαρτάται από τη μάζα του και την επιτάχυνση της βαρύτητας στον τόπο στον οποίο αυτό βρίσκεται. Ενώ η μάζα κάθε σώματος είναι σταθερή, η επιτάχυνση της βαρύτητας αλλάζει ανάλογα με την απόσταση του σώματος από το κέντρο της Γης. Όσο απομακρυνόμαστε από το κέντρο της Γης, τόσο το βάρος, η ελκτική δύναμη που ασκείται από τη γη στα σώματα, μικραίνει. Το βάρος του ίδιου δηλαδή σώματος είναι μεγαλύτερο, όταν αυτό βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας και μικρότερο, όταν αυτό βρίσκεται σε ένα ψηλό βουνό. Στους Ολυμπιακούς αγώνες που πραγματοποιήθηκαν στην πόλη του Μεξικού πριν από αρκετά χρόνια έγιναν ρεκόρ στα άλματα που χρειάστηκαν δεκαετίες, για να καταρριφθούν. Ο λόγος ήταν ότι η πόλη του Μεξικού βρίσκεται σε πολύ μεγάλο υψόμετρο, οπότε το βάρος των αθλητών ήταν μικρότερο, συνεπώς τα άλματα που έκαναν οι αθλητές στους αγώνες αυτούς ήταν μεγαλύτερα.

Οι δυνάμεις μετριοούνται με βάση τα αποτελέσματα που προκαλούν. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται τα **δυναμόμετρα**. Το δυναμόμετρο αποτελείται από ένα ελατήριο, το οποίο επιμηκύνεται εξαιτίας της δύναμης που ασκείται σε αυτό, και μια κλίμακα. Μετράμε τη δύναμη με βάση το μέγεθος της προσωρινής παραμόρφωσης την οποία αυτή προκαλεί στο ελατήριο. Η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι ανάλογη της δύναμης που ασκείται σε αυτό.

Αν προσπαθήσουμε να θέσουμε σε κίνηση ένα σώμα που βρίσκεται σε επαφή με ένα άλλο, θα παρατηρήσουμε ότι προκαλείται δύναμη που ανθίσταται στην κίνηση. Τη δύναμη αυτήν την ονομάζουμε **τριβή**. Αν, για παράδειγμα, προσπαθήσουμε να κινήσουμε προς τα δεξιά ένα σώμα ασκώντας στην κατεύθυνση αυτή δύναμη, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, θα διαπιστώσουμε ότι η τριβή ανθίσταται

στην κίνησή του, έχει δηλαδή κατεύθυνση προς τα αριστερά. Η δύναμη στο παράδειγμα που περιγράφεται στο σχήμα ασκείται μέσω ενός δυναμόμετρου, ώστε να μπορούμε να μετράμε διαρκώς την ασκούμενη δύναμη. Παρατηρούμε πως αρχικά το σώμα δεν κινείται. Η δύναμη που εμποδίζει το σώμα να κινηθεί έχει κατεύθυνση προς τα αριστερά και ονομάζεται **στατική τριβή**. Η στατική τριβή είναι ίση κατά μέτρο με την ασκούμενη δύναμη και έχει αντίθετη απ' αυτή φορά.

Αν αυξάνουμε διαρκώς τη δύναμη που ασκούμε στο σώμα, θα



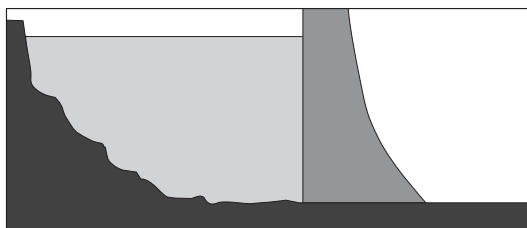
παρατηρήσουμε πως κάποια χρονική στιγμή αυτό θα αρχίσει να ολισθαίνει στο οριζόντιο τραπέζι. Η στατική τριβή παίρνει τη μέγιστη τιμή της λίγο πριν αρχίσει η ολίσθηση του σώματος. Η δύναμη που ανθίσταται στην κίνηση του σώματος όσο αυτό κινείται πάνω στο τραπέζι ονομάζεται **τριβή ολίσθησης**. Η τριβή ολίσθησης έχει σταθερό μέτρο, ανεξάρτητο του μέτρου της δύναμης που ασκούμε στο σώμα. Το μέτρο της τριβής ολίσθησης είναι λίγο μικρότερο από το μέγιστο μέτρο της στατικής τριβής. Αυξάνοντας δηλαδή τη δύναμη που ασκούμε στο σώμα, θα παρατηρήσουμε ότι, όταν αυτό αρχίζει να κινείται, η δύναμη που ασκούμε είναι λίγο μικρότερη από αυτήν που ασκούσαμε, ενώ ακόμη το σώμα ήταν ακίνητο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι μεταξύ των ανωμαλιών των επιφανειών που βρίσκονται σε επαφή ασκούνται μικρότερες δυνάμεις, όταν το σώμα κινείται. Η τριβή ολίσθησης είναι ανεξάρτητη από το μέγεθος του εμβαδού των επιφανειών που βρίσκονται σε επαφή. Αντίθετα, εξαρτάται από το βάρος του σώματος που κινείται και από το είδος των επιφανειών που βρίσκονται σε επαφή. Αν οι επιφάνειες είναι λείες, τότε η τριβή είναι μικρή, ενώ αν οι επιφάνειες είναι τραχιές, η τριβή είναι μεγαλύτερη. Η τριβή ανθίσταται στην κίνηση των σωμάτων, προκαλεί ήχο και φθείρει τα σώματα. Πολλές φορές η τριβή είναι επιθυμητή, άλλες φορές όμως είναι ανεπιθύμητη. Όταν η τριβή είναι επιθυμητή, επιλέγουμε για την κατασκευή των σωμάτων που βρίσκονται σε επαφή υλικά με τραχιά επιφάνεια. Όταν η τριβή είναι ανεπιθύμητη, την περιορίζουμε επιλέγοντας για την κατασκευή των σωμάτων που βρίσκονται σε επαφή υλικά με λεία επιφάνεια και χρησιμοποιώντας λιπαντικά υλικά, όπως για παράδειγμα στη μηχανή του αυτοκινήτου.

Αν προσπαθήσουμε να περπατήσουμε στο χιόνι χωρίς χιονοπέδιλα, θα αντιμετωπίσουμε μεγάλη δυσκολία, καθώς τα πόδια μας βυθίζονται στο χιόνι. Αντίθετα, αν φοράμε χιονοπέδιλα, τα πόδια μας δε βυθίζονται στο χιόνι. Στην πρώτη περίπτωση το βάρος του σώματός μας κατανέμεται στην επιφάνεια των παπουτσιών μας, ενώ στη δεύτερη περίπτωση στην πολύ μεγαλύτερη επιφάνεια των χιονοπέδων. Αν παρατηρήσουμε ένα καρφί, θα διαπιστώσουμε πως το σημείο στο οποίο χτυπάμε με το σφυρί έχει πολύ μεγαλύτερη

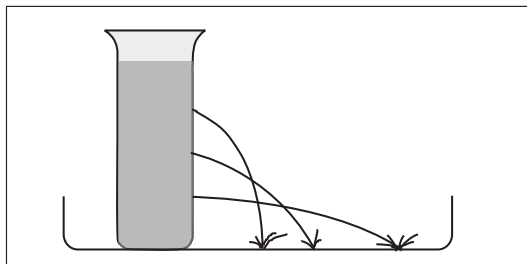
¹ Η δύναμη είναι διανυσματικό μέγεθος και κατά συνέπεια, όταν αναφερόμαστε στη συνολική δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα, θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη και την κατεύθυνση κάθε δύναμης που ασκείται σε αυτό.

επιφάνεια από τη μύτη του καρφιού που εισχωρεί στον τοίχο. Με τον τρόπο αυτό περιορίζουμε το μέτρο της δύναμης που πρέπει να ασκήσουμε, για να καρφώσουμε το καρφί στον τοίχο. Αυτό που συγκρίνουμε στα παραπάνω παραδείγματα είναι η επιφάνεια επαφής. Όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια επαφής (χιονοπέδιλα, κεφάλι του καρφιού), τόσο μικρότερη είναι η **πίεση** που δημιουργείται από την ίδια δύναμη. Όσο μικρότερη είναι η επιφάνεια επαφής (πόδια χωρίς χιονοπέδιλα, μύτη του καρφιού), τόσο μεγαλύτερη είναι η πίεση που δημιουργείται από την ίδια δύναμη. Ασκώντας δηλαδή την ίδια δύναμη, μπορούμε να επιτύχουμε διαφορετικά αποτελέσματα ανάλογα με το μέγεθος της επιφάνειας στην οποία την ασκούμε. Πίεση ονομάζουμε με άλλα λόγια το πηλίκο της δύναμης που ασκείται σε μια επιφάνεια δια του εμβαδού της επιφάνειας αυτής.

Πίεσεις δεν αναπτύσσονται μόνο μεταξύ στερεών αλλά και από τα υγρά και τα αέρια. Την πίεση που δημιουργείται στο νερό λόγω του βάρους του την ονομάζουμε **υδροστατική**. Η υδροστατική πίεση είναι ίδια σε όλες τις κατευθύνσεις και αυξάνεται με το βάθος. Γι' αυτό και η βάση ενός φράγματος πρέπει να είναι πολύ ισχυρότερη από το επάνω μέρος του. Μπορούμε να διαπιστώσουμε την αύξηση της πίεσης λόγω του



βάθους με ένα απλό πείραμα. Αν γεμίσουμε ένα δοχείο με νερό και ανοίξουμε μικρές τρύπες σε διαφορετικά ύψη, θα παρατηρήσουμε ότι όσο χαμηλότερα βρίσκεται η τρύπα, τόσο μακρύτερα πετάγεται το νερό.

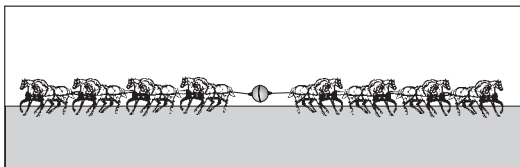


Τα ανώτερα στρώματα του νερού πιέζουν, λόγω του βάρους τους, τα κατώτερα στρώματα. Όσο μεγαλώνει το βάθος, τόσο αυξάνει και το βάρος των υπερκείμενων στρωμάτων νερού, οπότε και η πίεση είναι μεγαλύτερη.

Ο αέρας, όπως όλα τα σώματα, έχει μάζα και βάρος. Η μάζα του αέρα που περιέχεται σε ένα κυβικό μέτρο είναι 1,3 kg. Την πίεση που δημιουργείται στον αέρα λόγω του βάρους του την ονομάζουμε **ατμοσφαιρική**. Η δύναμη που ασκείται λόγω του βάρους του αέρα στα σώματα που βρίσκονται στην επιφάνεια της Γης, συνεισφέρει και η πίεση που δημιουργείται από αυτή,

είναι τεράστια λόγω της μεγάλης ποσότητας των υπερκείμενων στρωμάτων αέρα, λόγω δηλαδή του μεγάλου πάχους της ατμόσφαιρας. Ένα από τα πιο εντυπωσιακά πειράματα σχετικά με την ατμοσφαιρική πίεση και τη μεγάλη δύναμη που ο αέρας ασκεί στα σώματα λόγω του βάρους του πραγματοποιήθηκε το 1654 από τον Otto von Guericke. Ο von Guericke έφερε σε επαφή δύο χάλκινα ημισφαίρια, φροντίζοντας να εφάπτονται έτσι, ώστε να μην μπορεί να «περάσει» αέρας ανάμεσά τους. Τα ημισφαίρια ακουμπούσαν μεταξύ τους χωρίς όμως κάτι να τα συγκρατεί σε αυτήν τη θέση. Στη συνέχεια ο von Guericke αφαίρεσε με μια αντλία κενού τον αέρα από το εσωτερικό της σφαιρας που τα δυο ημισφαίρια σχημάτιζαν. Δύο ομάδες των οκτώ αλόγων η καθεμία δεν κατάφεραν να απομακρύνουν το ένα ημισφαίριο από το άλλο, καθώς αυτά συγκρατούνταν σε αυτή τη θέση λόγω της ατμοσφαιρικής πίεσης.

Παρά το τεράστιο μέγεθός της δεν αντιλαμβανόμαστε τη δύναμη που ο αέρας ασκεί πάνω μας λόγω του βάρους του,



καθώς η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση στο εξωτερικό μέρος και στο εσωτερικό μέρος του σώματός μας. Όταν δύο παιδιά σπρώχνουν μία πόρτα και από τις δύο πλευρές, ασκώντας την ίδια σε μέτρο δύναμη, τότε η πόρτα παραμένει ακίνητη. Αν όμως ένα από τα δύο παιδιά κουραστεί και φύγει από τη θέση του, η πόρτα θα κινηθεί προς το μέρος του παιδιού που έφυγε. Στο πείραμα του von Guericke η εξήγηση είναι ανάλογη. Πριν αφαιρεθεί ο αέρας, η ατμοσφαιρική πίεση στο εσωτερικό και στο εξωτερικό μέρος της σφαιρας ήταν ίση. Όταν όμως αφαιρέθηκε ο αέρας από τη σφαίρα, ασκούνταν δύναμη από τον αέρα μόνο στο εξωτερικό της μέρος.

Ανάλογη παρατήρηση κάνουμε, όταν πίνουμε ένα χυμό με καλαμάκι. Αν το καλαμάκι είναι «σφηνωμένο» στο δοχείο του χυμού έτσι, ώστε να μην μπορεί να «περάσει» αέρας στο δοχείο, παρατηρούμε ότι, όταν πίνουμε τον χυμό, τα τοιχώματα του κουτιού παραμορφώνονται. Καθώς η ποσότητα του χυμού περιορίζεται και ο ατμοσφαιρικός αέρας δεν μπορεί να μπει στο δοχείο, ώστε να αναπληρώσει τον κενό χώρο, δημιουργείται στο δοχείο μερικό κενό. Η πίεση στο εσωτερικό του δοχείου είναι μικρότερη απ' ό,τι έξω από αυτό, με αποτέλεσμα το δοχείο να παραμορφώνεται.

Η ατμοσφαιρική πίεση μειώνεται όσο το υψόμετρο αυξάνεται. Όταν βρισκόμαστε κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας, το πάχος των υπερκείμενων στρωμάτων αέρα είναι μεγαλύτερο απ' ό,τι όταν βρισκόμαστε σε ένα ψηλό βουνό, κατά συνέπεια και η δύναμη που ασκείται σε μια επιφάνεια, άρα και η πίεση, είναι μεγαλύτερη, όταν βρισκόμαστε κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας απ' ό,τι όταν βρισκόμαστε σε ένα ψηλό βουνό. Γι' αυτό και η ατμοσφαιρική πίεση μειώνεται, καθώς απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια της Γης. Για παράδειγμα, σε ύψος 5 χιλιομέτρων από την επιφάνεια της Γης η ατμοσφαιρική πίεση έχει μειωθεί περίπου στο μισό.