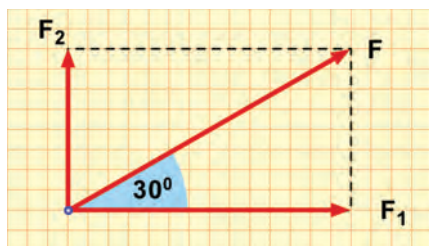




Εικόνα 3.29.

Το σκονί ασκεί δύναμη στο αυτοκινητάκι, η διεύθυνση της οποίας συμπίπτει με αυτή του νήματος.



Εικόνα 3.30.

Η δύναμη F αναλύεται στις F_1 και F_2 .



Εικόνα 3.31.

Δυνάμεις σε κεκλιμένο επίπεδο.

Ανάλυση του βάρους ενός σώματος που βρίσκεται πάνω σε κεκλιμένο επίπεδο. Αν το επίπεδο είναι λείο, όπως για παράδειγμα η παγωμένη επιφάνεια μιας χιονοδρομικής πίστας, τότε από το επίπεδο ασκείται μόνο η κάθετη δύναμη F_N .

Ανάλυση δύναμης

Κάθε δύναμη μπορεί να αναλυθεί σε δυο επιμέρους δυνάμεις που λέγονται **συνιστώσες** και την έχουν συνισταμένη. Συνήθως η ανάλυση γίνεται σε δυο διευθύνσεις κάθετες μεταξύ τους. Στην εικόνα 3.29 ένα μικρό αυτοκινητάκι τραβιέται με ένα σκονί που σχηματίζει γωνία 30° με το οριζόντιο έδαφος. Μέσω του σκονιού ασκείται στο αυτοκινητάκι δύναμη μέτρου $F = 12 \text{ N}$.

Για να αναλύσουμε τη δύναμη σε δυο κάθετες συνιστώσες, δηλαδή να βρούμε δυο δυνάμεις που θα προκαλούσαν τα ίδια αποτελέσματα με τη δύναμη F , ακολουθούμε την παρακάτω πορεία:

Σχεδιάζουμε δυο κάθετους άξονες, στην περίπτωση μας έναν οριζόντιο και έναν κατακόρυφο.

Η δύναμη F σχεδιάζεται με κατάλληλη κλίμακα και με διεύθυνση τέτοια ώστε να σχηματίζει γωνία 30° με τον οριζόντιο άξονα. Από το τέλος του διανύσματος που παριστάνει την F , φέρνουμε παράλληλες προς τους δυο άξονες. Τα σημεία τομής με τους άξονες καθορίζουν τα άκρα των διανυσμάτων της οριζόντιας και της κατακόρυφης συνιστώσας.

Μετρώντας τα μήκη των διανυσμάτων και χρησιμοποιώντας την ίδια κλίμακα με την οποία σχεδιάσαμε την F , μπορούμε να προσδιορίσουμε τα μέτρα των συνιστωσών, F_1 και F_2 (εικόνα 3.30).

Ανάλυση δύναμης σε κεκλιμένο επίπεδο

Δεν υπάρχει γενικός κανόνας που να καθορίζει ότι οι διευθύνσεις στις οποίες γίνεται η ανάλυση των δυνάμεων πρέπει να είναι η κατακόρυφη και η οριζόντια. Για παράδειγμα, όταν μελετάμε την κίνηση σε κεκλιμένο επίπεδο, μπορούμε να αναλύσουμε τις δυνάμεις σε μια διεύθυνση κάθετη και μια παράλληλη στο κεκλιμένο επίπεδο (εικόνα 3.31).

Δραστηριότητα

Διανύσματα δυνάμεων

- ▶ Δύο μαθητές της τάξης σου τραβάνε από τα δυο άκρα ένα σχοινί μήκους 10 μέτρων.

Το σχοινί φαίνεται να είναι ευθύγραμμο;

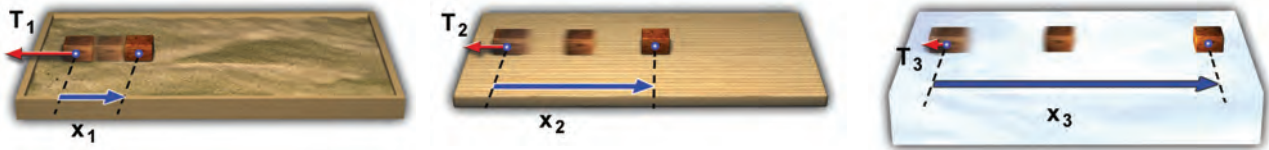
- ▶ Κάλεσε έναν από τους άλλους συμμαθητές σου να προσπαθήσει με το ένα δάχτυλο να σπρώξει το μέσο του σχοινού.
- ▶ Μπορούν οι πρώτοι μαθητές να διατηρήσουν το σχοινί ευθύγραμμο;
- ▶ Προσπάθησε να δώσεις μια εξήγηση γι' αυτό που συμβαίνει.

3.4

Δύναμη και ισορροπία

Τοποθετούμε ένα ξύλινο κιβώτιο πάνω σε τραχύ έδαφος. Σπρώχνουμε το κιβώτιο προς τα εμπρός. Το κιβώτιο θα σταματήσει σχεδόν αμέσως μόλις αφήσουμε το χέρι μας. Το κιβώτιο σταματά γιατί ασκείται σ' αυτό η δύναμη της τριβής από το έδαφος που αντιτίθεται στην κίνησή του.

Εάν σπρώξουμε το κιβώτιο σε λείο ξύλινο πάτωμα, το κιβώτιο θα ολισθήσει περισσότερο. Η τριβή που ασκείται από το πάτωμα στο κιβώτιο είναι τώρα μικρότερη. Αν κάνουμε το ίδιο



Εικόνα 3.32.

Όσο πιο λεία είναι η επιφάνεια, τόσο λιγότερο η τριβή αντιστέκεται στην κίνηση του σώματος.

στην παγωμένη επιφάνεια ενός παγοδρομίου, το κιβώτιο θα μετακινηθεί πολύ περισσότερο. Η τριβή που ασκείται από την παγωμένη επιφάνεια σ' αυτό είναι τώρα ακόμα μικρότερη (εικόνα 3.32).

Αν τοποθετήσουμε ένα νόμισμα σε μια αεροτράπεζα (εικόνα 3.33), τότε από την τράπεζα δεν ασκείται δύναμη στο νόμισμα η οποία θα μπορούσε να ελαττώσει την ταχύτητά του.

Έτσι, αυτό ολισθαίνει με σχεδόν σταθερή ταχύτητα για μια μεγάλη απόσταση χωρίς κανένα πρόσθετο σπρώξιμο από εμάς.

Ο Γαλιλαίος ισχυρίστηκε ότι **ένα τέλει λείο αντικείμενο πάνω σε μια επίσης τέλεια λεία οριζόντια επιφάνεια θα μπορούσε να κινείται επ' άπειρο σε ευθεία γραμμή.**

Υπάρχουν στη φύση τέλεια λείες επιφάνειες; Αν όχι, έχει νόημα ο ισχυρισμός του Γαλιλαίου;

Είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο ότι η δύναμη της τριβής είναι παρούσα σε κάθε κίνηση της καθημερινής μας ζωής. Φαίνεται λοιπόν ότι ο ισχυρισμός του Γαλιλαίου δεν μπορεί να εφαρμοστεί στην καθημερινή μας εμπειρία. Αυτό όμως δεν είναι αλήθεια, γιατί μπορούμε να μη λάβουμε υπόψη μας τη δύναμη της τριβής όταν αυτή είναι πάρα πολύ μικρή ή όταν ασκείται για πολύ μικρό χρονικό διάστημα, όπως συμβαίνει στις απότομες κινήσεις.

Αργότερα ο Νεύτωνας χρησιμοποιώντας την έννοια της δύναμης διατύπωσε πιο ολοκληρωμένα την άποψη του Γαλιλαίου ως εξής:

Ένα σώμα συνεχίζει να παραμένει ακίνητο ή να κινείται ευθύγραμμα και ομαλά εφόσον δεν ασκείται σε αυτό δύναμη ή η συνολική (συνισταμένη) δύναμη που ασκείται πάνω του είναι μηδενική.

Η παραπάνω πρόταση αποτελεί τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα για την κίνηση των σωμάτων.

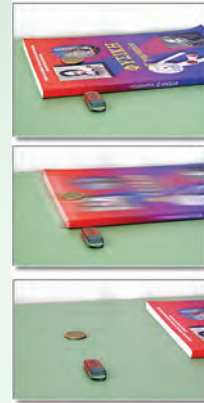
Η πρόταση αυτή του Νεύτωνα συνδέεται με μια ιδιότητα των σωμάτων που ονομάζεται αδράνεια.

Αδράνεια είναι η τάση των σωμάτων να αντιστέκονται σε οποιαδήποτε μεταβολή της κινητικής τους κατάστασης (ταχύτητας).

- Για να πετύχουμε μεγάλες ταχύτητες στα σύγχρονα μέσα μεταφοράς, προσπαθούμε να μειώσουμε όσο το δυνατόν περισσότερο τη δύναμη της τριβής.
- Αναζητήσε το κοινό χαρακτηριστικό μεταξύ των τρένων υψηλής ταχύτητας και της αεροτράπεζας.
- Γράψε ένα κείμενο για το πώς φαντάζεσαι ότι θα ήταν η ζωή και οι μεταφορές στην Ελλάδα, αν οι πρωτεύουσες των νομών της συνδέονταν με τρένα τέτοιων ταχυτήτων.

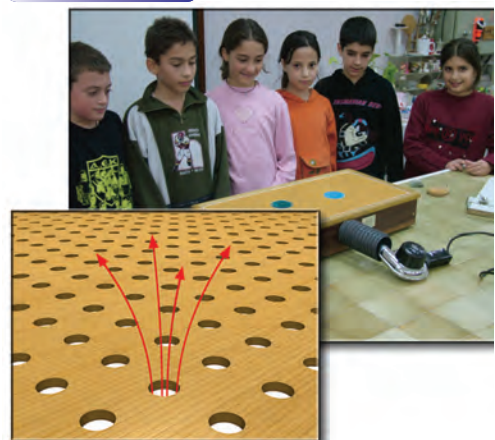
Δραστηριότητα

Αδράνεια, μια ιδιότητα της ύλης



- ▶ Πάρε ένα βιβλίο και βάλε πάνω του ένα κέρμα.
- ▶ Δίπλα στο βιβλίο και στο ύψος του κέρματος βάλε τη γόμα σου.
- ▶ Τράβηξε απότομα το βιβλίο οριζόντια. Τι παρατηρείς; Πώς το εξηγείς;
- ▶ Αν δεν τραβήξεις απότομα το βιβλίο, τι θα συμβεί; Πώς το εξηγείς;

Φυσική και Τεχνολογία



Εικόνα 3.33.

Στην αεροτράπεζα διοχετεύουμε αέρα που βγαίνει από τις μικρές τρύπες που υπάρχουν στην επιφάνειά της. Μεταξύ του σώματος που κινείται και της τράπεζας δημιουργείται στρώμα αέρα. Έτσι μειώνουμε σημαντικά τη δύναμη της τριβής.

Διατηρώντας την ηρεμία



Διατηρώντας την κίνηση



3.5

Ισορροπία υλικού σημείου



Εικόνα 3.34.

Στην κασετίνα ασκούνται δυο αντίθετες δυνάμεις. Η κασετίνα ισορροπεί.

Ας θυμηθούμε το παράδειγμα με τους μαθητές που τραβούν με σκοινιά έναν κρίκο (παράγραφος 3.3). Είδαμε ότι αν η συνισταμένη των δυνάμεων που οι μαθητές ασκούν στον κρίκο είναι μηδέν, τότε αυτός θα παραμείνει ακίνητος. Με βάση αυτή την παρατήρηση, μπορούμε να πούμε ότι ο πρώτος νόμος του Νεύτωνα αποτελεί και τη διατύπωση της **συνθήκης για την ισορροπία ενός υλικού σημείου**.

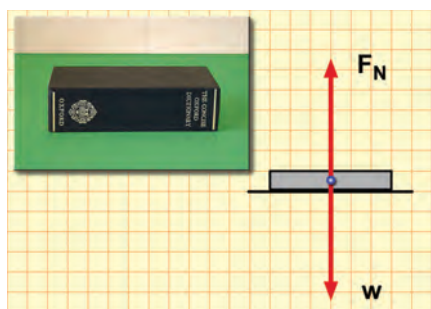
Λέμε ότι ένα σώμα, που θεωρείται υλικό σημείο, **ισορροπεί** όταν είναι ακίνητο ή κινείται με σταθερή ταχύτητα. Σε αυτή την περίπτωση, σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα, η συνισταμένη όλων των δυνάμεων που ασκούνται σε αυτό είναι ίση με το μηδέν. Συμβολικά, η συνθήκη ισορροπίας υλικού σημείου γράφεται:

$$\vec{F}_{ολικο} = 0$$

Στην εικόνα 3.35 η κασετίνα ισορροπεί διότι σε αυτή ασκούνται δυο αντίθετες δυνάμεις. Το βάρος, η δύναμη που ασκεί η γη από απόσταση και είναι ίση με 5 N και η δύναμη που ασκεί το δυναμόμετρο, που είναι επίσης ίση με 5 N.

Όταν ένα σώμα ισορροπεί, μπορούμε να εφαρμόσουμε τη συνθήκη ισορροπίας και να υπολογίσουμε κάποιες από τις άγνωστες δυνάμεις που ασκούνται σ' αυτό. Ένα βιβλίο βρίσκεται σε ηρεμία πάνω στο θρανίο σου (εικόνα 3.35). Το βάρος του βιβλίου, που είναι μια δύναμη από απόσταση, έχει μέτρο 10 N.

Ασκείται άλλη δύναμη στο βιβλίο; Αν ναι, μπορούμε να την προσδιορίσουμε; Το βάρος του βιβλίου είναι μια κατακόρυφη δύναμη με φορά προς τα κάτω. Εφόσον το βιβλίο ισορροπεί, του ασκείται μια δύναμη επαφής από το θρανίο που είναι αντίθετη με το βάρος. Δηλαδή, είναι κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω και έχει μέτρο ίσο με 10 N. Στο δυναμόμετρο που παριστάνεται στην εικόνα 3.10 ο κύβος ισορροπεί, διότι το ελατήριο ασκεί σ' αυτόν μια δύναμη αντίθετη με το βάρος του.



Εικόνα 3.35.

Το βιβλίο ισορροπεί. Οι δυνάμεις που ασκούνται σ' αυτό είναι αντίθετες.

Ανάλυση δυνάμεων και ισορροπία

Κατά την εφαρμογή της συνθήκης ισορροπίας, συχνά διευκολυνόμαστε με την ανάλυση κάποιων δυνάμεων σε δυο κάθετες συνιστώσες κατά τις διευθύνσεις x , y . Τότε, η συνθήκη ισορροπίας ισχύει χωριστά για κάθε διεύθυνση.

$$F_{ολx} = 0 \text{ και } F_{ολy} = 0$$