

Επιστημονικό μέρος

Η έννοια της δύναμης

Μια δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα είναι δυνατό να το παραμορφώσει, να το σταματήσει όταν κινείται, να το κινήσει όταν αυτό είναι ακίνητο, να επιταχύνει ή να επιβραδύνει την κίνηση του όταν αυτό κινείται. Για να ασκηθεί μια δύναμη σε ένα σώμα είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός δεύτερου σώματος. Η δύναμη είναι αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης δύο σωμάτων τα οποία βρίσκονται σε επαφή ή σε κάποια απόσταση μεταξύ τους.

Δυνάμεις από επαφή (παραδείγματα)	Δυνάμεις από απόσταση (παραδείγματα)
<ul style="list-style-type: none">• Η δύναμη που δέχεται ένα σώμα από τεντωμένο νήμα στο άκρο του οποίου είναι δεμένο (τάση του νήματος)	<ul style="list-style-type: none">• Η δύναμη της Γης που αναγκάζει τη Σελήνη να κινείται σε τροχιά γύρω της.
<ul style="list-style-type: none">• Η τριβή	<ul style="list-style-type: none">• Η δύναμη που ασκεί η Γη σε κάθε σώμα που βρίσκεται στο βαρυτικό της πεδίο.
<ul style="list-style-type: none">• Η άνωση που δέχεται ένα σώμα από το υγρό στο οποίο είναι βυθισμένο.	<ul style="list-style-type: none">• Η δύναμη με την οποία έλκονται δύο ετερόνυμα ηλεκτρικά φορτία.
<ul style="list-style-type: none">• Η αντίσταση του αέρα που δέχεται ένα σώμα όταν κινείται.	<ul style="list-style-type: none">• Η δύναμη με την οποία έλκει ένας μαγνήτης τα σιδερένια αντικείμενα.

Η έννοια της δύναμης χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη^v αλληλεπίδραση μεταξύ δύο σωμάτων. Ο Νεύτωνας πίστευε ότι:

«Όταν δυο σώματα αλληλεπιδρούν και το πρώτο ασκεί δύναμη (F) στο δεύτερο, τότε και το δεύτερο ασκεί δύναμη ($-F$) στο πρώτο».

Η διατύπωση αυτή αποτελεί το νόμο της Δράσης - Αντίδρασης.
Για παράδειγμα όταν σπρώχνουμε ένα κιβώτιο τότε ασκούμε σ' αυτό

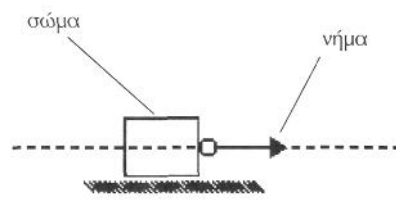
μια δύναμη (F) και ταυτόχρονα το κιβώτιο ασκεί σε μας μια ίση αλλά αντίθετης κατεύθυνσης δύναμη ($-F$). Οι δυνάμεις της δράσης αντίδρασης ενεργούν σε διαφορετικά σώματα, επομένως δεν έχει νόημα να μιλάμε για συνισταμένη των δύο αυτών δυνάμεων.

Η δύναμη είναι διανυσματικό μέγεθος, δηλαδή για τον προσδιορισμό της απαιτείται η κατεύθυνση (διεύθυνση και φορά) και η τιμή της (πόσο πολύ μια δύναμη έλκει ή σπρώχνει ένα σώμα).

Η μονάδα μέτρησης της δύναμης στο Διεθνές Σύστημα (S.I.) είναι το 1 Newton (νιούτον) ή 1N. Η ονομασία προέρχεται από το όνομα του Νεύτωνα.

Μια δύναμη μπορεί να μετρηθεί με το δυναμόμετρο ή με το ζυγό.

Η μέτρηση της δύναμης με αυτά τα όργανα στηρίζεται στην ελαστική παραμόρφωση που προκαλεί η δύναμη στο ελατήριο του δυναμόμετρου ή του ζυγού. Η παραμόρφωση ενός σώματος λέγεται ελαστική όταν το σώμα επανέρχεται στην αρχική του μορφή, μόλις πάψει να επενεργεί σ' αυτό η δύναμη που προκάλεσε την παραμόρφωση.



Το νήμα ασκεί δύναμη (F) στο σώμα. Η διακεκομμένη γραμμή δηλώνει τη διεύθυνση της δύναμης. Το βέλος δηλώνει τη φορά της δύναμης. Το μήκος του βέλους δηλώνει την τιμή της δύναμης

Σύνθεση συγγραμμικών δυνάμεων

Όταν σε ένα σώμα επενεργούν ταυτόχρονα δύο ή περισσότερες δυνάμεις (F_1, F_2, \dots), στο ίδιο σημείο, υπάρχει μια δύναμη που μπορεί να αντικαταστήσει τις δυνάμεις αυτές και να επιφέρει το ίδιο αποτέλεσμα. Η δύναμη αυτή λέγεται συνισταμένη (ΣF) και οι δυνάμεις που αντικαθιστά λέγονται συνιστώσες της. Όταν οι συνιστώσες δυνάμεις έχουν την ίδια διεύθυνση λέγονται συγγραμμικές δυνάμεις. Επειδή η δύναμη είναι διανυσματικό μέγεθος οι δυνάμεις προστίθενται διανυσματικά.

Για παράδειγμα, στο παιχνίδι της διεκυσσίνδας (βλ. βιβλίο μαθητή σελ. 60) εάν συμμετέχουν 3 παιδιά σε κάθε ομάδα τότε η πρώτη ομάδα ασκεί στο



μαντήλι δύναμη $F_A = F_1 + F_2 + F_3$ και η δεύτερη ομάδα ασκεί στο μαντήλι συγγραμμική με την F_A δύναμη $F_B = F_4 + F_5 + F_6$. Λόγω του ότι οι δύο συνιστώσες δυνάμεις F_A και F_B έχουν αντίθετη κατεύθυνση, μπορεί να συμβούν τα εξής:

οι δυνάμεις που επενεργούν στο μαντήλι	αποτέλεσμα των δυνάμεων
1. Η δύναμη της πρώτης ομάδας είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη της δεύτερης ($F_A > F_B$).	Η συνισταμένη των δυνάμεων θα έχει κατεύθυνση προς το μέρος της πρώτης ομάδας κι έτσι το μαντήλι θα κινηθεί προς την πρώτη ομάδα ($\Sigma F = F_A - F_B$).
2. Η δύναμη της δεύτερης ομάδας είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη της πρώτης ($F_B > F_A$).	Η συνισταμένη των δυνάμεων θα έχει κατεύθυνση προς το μέρος της δεύτερης ομάδας κι έτσι το μαντήλι θα κινηθεί προς τη δεύτερη ομάδα ($\Sigma F = F_B - F_A$).
3. Οι δύο ομάδες τραβούν το σχοινί με ίσες δυνάμεις αλλά αντίθετης κατεύθυνσης ($F_A = F_B$).	Η συνισταμένη των δυνάμεων έχει μηδενική τιμή και το μαντήλι παραμένει ακίνητο ($\Sigma F = F_A - F_B = 0$).

	συγγραμικές δυνάμεις	σύνθεση συγγραμικών δυνάμεων
A		
B		
Γ		
Δ		

Ο θεμελιώδης νόμος της Μηχανικής

Ο θεμελιώδης νόμος της Μηχανικής, ο οποίος διατυπώθηκε από το Νεύτωνα αναφέρει ότι:

«Η επιτάχυνση που αποκτά ένα σώμα είναι ανάλογη με τη δύναμη που ασκείται πάνω σ' αυτό».

Για παράδειγμα, αν διπλασιάσουμε τη δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα, τότε αυτό θα κινηθεί με διπλάσια επιτάχυνση.

Έστω ότι μελετάμε την κίνηση ενός φορτηγού στις παρακάτω περιπτώσεις: α) όταν το φορτηγό δεν έχει φορτίο και β) όταν το φορτηγό έχει φορτίο. Υποθέτουμε ότι και στις δύο περιπτώσεις η κίνηση προκα-

λείται από ίσες δυνάμεις. Στην πρώτη περίπτωση το φορτηγό θα αποκτήσει μεγάλη ταχύτητα σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα(δηλ. θα έχει μεγάλη επιτάχυνση). Στη δεύτερη περίπτωση θα απαιτηθεί περισσότερος χρόνος για να αποκτήσει το φορτηγό μεγάλη ταχύτητα (δηλ. θα έχει μικρή επιτάχυνση).

Η σχέση της δύναμης (F) που ασκείται σε ένα σώμα μάζας (m) και της επιτάχυνσης (γ) που αποκτά το σώμα αποτυπώνεται στην ακόλουθη εξίσωση:

$$F = m \cdot \gamma$$

Αν στην παραπάνω εξίσωση θέσουμε $m = 1\text{kg}$ και $\gamma = 1\text{m/sec}^2$ τότε προκύπτει $F = 1\text{N} = 1\text{kg} \cdot \text{m/sec}^2$ (1 Νιούτον).

Η ελεύθερη πτώση των σωμάτων

Είναι γνωστό ότι αν αφήσουμε ένα σώμα ελεύθερο από κάποιο ύψος αυτό θα πέσει στη Γη. Αυτό συμβαίνει διότι η Γη έλκει όλα τα σώματα που βρίσκονται στο βαρυτικό της πεδίο. Η δύναμη αυτή που ασκεί η Γη ονομάζεται βάρος. Ένα σώμα λέμε ότι πέφτει ελεύθερα όταν πάνω σ'αυτό επενεργεί μόνο το βάρος του και η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα. Η ελεύθερη πτώση επακριβώς πραγματοποιείται στο κενό.

Σύμφωνα με το θεμελιώδη νόμο της Μηχανικής η επιτάχυνση που αποκτά ένα σώμα είναι ανάλογη της δύναμης που προκάλεσε την κίνηση του. Επειδή το βάρος ενός σώματος παραμένει αμετάβλητο σε ένα ορισμένο τόπο, κατά συνέπεια και η επιτάχυνση που αποκτά το σώμα κατά την ελεύθερη πτώση του θα είναι σταθερή. Αυτή η σταθερή επιτάχυνση λέγεται επιτάχυνση της βαρύτητας και συμβολίζεται με το γράμμα g. Η επιτάχυνση της βαρύτητας για γεωγραφικό πλάτος 45° έχει τιμή ίση με $9,81\text{ m/sec}^2$.

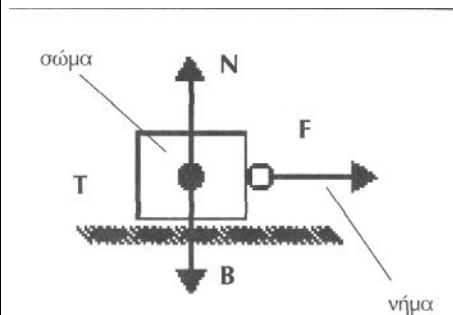
Είναι κοινή παρατήρηση πως δεν πέφτουν με την ίδια επιτάχυνση όλα τα σώματα. Για παράδειγμα ένα φύλλο δέντρου ή ένα κομμάτι χαρτί πέφτουν αργά προς το έδαφος. Αυτό συμβαίνει λόγω της αντίστασης του αέρα. Η κίνηση όμως βαρύτερων σωμάτων δεν επηρεάζεται αισθητά από την αντίσταση του αέρα και έτσι μπορούμε να υπολογίσουμε την ταχύτητα(u) και το χρόνο (t) της κίνησης τους χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις

της ελεύθερης πτώσης ($v=gt$ ή $s = \frac{1}{2}gt^2$). Με βάση την παραπάνω σημείωση αν δύο σώματα διαφορετικού βάρους αφεθούν να πέσουν ελεύθερα από το ίδιο ύψος τότε θα φτάσουν στο έδαφος σε ίσους χρόνους.

Η δύναμη της τριβής

Όταν ένα σώμα ολισθαίνει πάνω σε μια επιφάνεια υπάρχει μια δύναμη στο σώμα που αντιστέκεται στην κίνηση του. Η δύναμη αυτή λέγεται τριβή ή τριβή ολίσθησης. Η τριβή είναι μια πολύ σημαντική δύναμη γιατί επιτρέπει σε μας να περπατάμε, να κρατάμε αντικείμενα στα χέρια μας, να κινούνται τα τροχοφόρα.

Έστω ότι δοκιμάζουμε να ασκήσουμε μια μικρή οριζόντια δύναμη σε ένα βιβλίο που βρίσκεται πάνω σε μια οριζόντια επιφάνεια (θρανίο). Παρατηρούμε ότι το βιβλίο παραμένει ακίνητο. Αυτό δείχνει ότι εκτός από τη δύναμη που



το νήμα ασκεί δύναμη F στο σώμα προκειμένου να το κινήσει πάνω στην οριζόντια επιφάνεια. Στο σώμα, επίσης, ασκούνται το βάρος του (B) και η κάθετη δύναμη (N) από το επίπεδο, οι οποίες έχουν συνισταμένη με μηδενική τιμή. Η δύναμη της τριβής (O αντιστέκεται στην κίνηση του σώματος και επομένως η δύναμη που κινεί το σώμα είναι η συνισταμένη της δύναμης F και της τριβής.

ασκούμε, υπάρχει και κάποια άλλη οριζόντια δύναμη που είναι αντίθετη της δύναμης αυτής. Η δύναμη αυτή εμφανίζεται στις διαχωριστικές επιφάνειες των σωμάτων τα οποία εφάπτονται και λέγεται στατική τριβή.

(F-T).

Η τριβή (T) εξαρτάται από τη φύση των επιφανειών που βρίσκονται σε επαφή καθώς και από την τιμή της κάθετης δύναμης (N) που ασκεί η επιφάνεια στο σώμα που ολισθαίνει. Η σχέση αυτή μπορεί να αποτυπωθεί στην εξίσωση:

$$T = \mu \cdot N$$

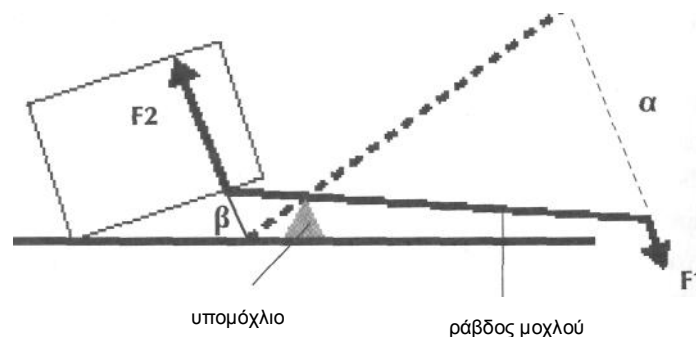
Όπου μ είναι ο συντελεστής τριβής ολίσθησης και εξαρτάται από τη φύση των επιφανειών που είναι σε επαφή.

Πρέπει επίσης να αναφερθεί, ότι η τριβή ολίσθησης δεν εξαρτάται από το εμβαδόν των τριβόμενων επιφανειών.

Οι απλές μηχανές (μοχλοί, τροχαλίες)

Μηχανές, γενικά, καλούνται συστήματα σωμάτων μέσω των οποίων ενέργεια μιας μορφής μετασχηματίζεται σε ενέργεια άλλης μορφής. Για παράδειγμα, οι βενζινοκινητήρες που μετατρέπουν τη θερμότητα καύσης σε μηχανικό έργο.

Απλές μηχανές καλούνται τα συστήματα σωμάτων στα οποία τόσο η προσφερόμενη όσο και η ενέργεια που αποδίδουν βρίσκεται με τη μορφή μηχανικού έργου. Οι απλές μηχανές χρησιμοποιούνται για να μεταβάλλουν τη διεύθυνση μιας δύναμης (απλή τροχαλία) ή για να μεταβάλλουν το μέτρο των δυνάμεων (μοχλοί).



Το προσφερόμενο έργο ($\Pi \cdot \alpha$) είναι ίσο με το παραγόμενο έργο ($F_1 \cdot \alpha, F_2 \cdot \beta$). Η δύναμη (F_1) που εφαρμόστηκε είναι πολύ μικρότερη από την απαιτούμενη

Η απλούστερη μηχανή είναι ο μοχλός. Εφαρμόζοντας μικρή δύναμή μέσω μεγάλης απόστασης μπορούμε να ασκήσουμε μεγάλη δύναμη μέσω μικρής απόστασης.

Το προσφερόμενο έργο (δύναμη που εφαρμόζεται X απόσταση μετακίνησης της ράβδου του μοχλού) είναι ίσο με το παραγόμενο έργο (δύναμη που ασκείται X απόσταση μετακίνησης του σώματος) μόνο

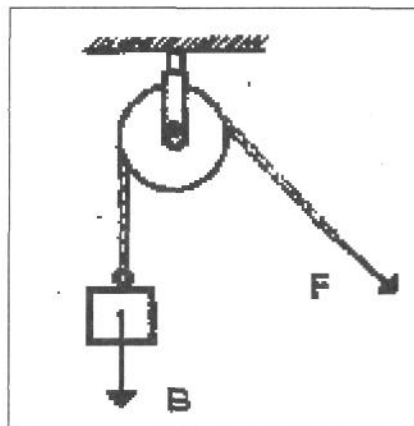
Που η δύναμη, η οποία εφαρμόζεται, είναι πολύ μικρότερη από την δύναμη που απαιτείται για να παραχθεί το ίδιο έργο χωρίς τη χρήση του μοχλού.

Η απόσταση μετακίνησης της ράβδου του μοχλού εξαρτάται από τη θέση του υπομόχλιου. Όσο πλησιέστερα στο σώμα βρίσκεται το υπομόχλιο τόσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση μετακίνησης της ράβδου του μοχλού και επομένως τόσο λιγότερη δύναμη χρειάζεται να εφαρμοστεί.

Ο καρυοθραύστης, οι διαφόρων ειδών λαβίδες, η τανάλια, το ψαλίδι κ.ά. είναι μερικοί από τους μοχλούς που χρησιμοποιούμε σε καθημερινές μας δραστηριότητες.

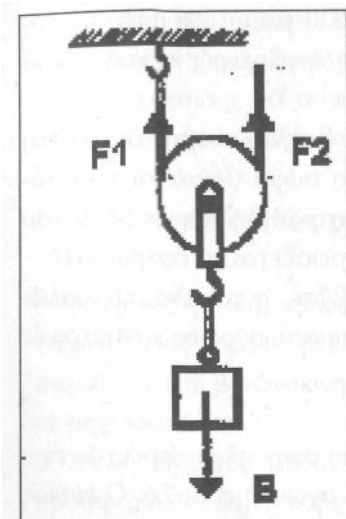
Η τροχαλία αποτελείται από ένα δίσκο που στην περιφέρεια του έχει ένα αυλάκι από το οποίο μπορεί να διέρχεται σχοινί ή αλυσίδα. Ο δίσκος περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα ο οποίος στερεώνεται σε στέλεχος σχήματος Π που λέγεται τροχαλιοθήκη. Οι τροχαλίες ανάλογα με τον τρόπο στήριξης τους διακρίνονται σε ακίνητες και κινητές.

Στην ακίνητη τροχαλία, η τροχαλιοθήκη στερεώνεται μόνιμα. Στο ένα άκρο του σχοινιού τοποθετούμε το σώμα που θέλουμε να ανυψώσουμε (βάρους B) και στο άλλο άκρο ασκείται η δύναμη (F) που ανυψώνει το σώμα. Με την ακίνητη τροχαλία δεν επιτυγχάνεται ελάττωση της δύναμης που ασκείται, απλώς μεταβάλλεται η διεύθυνση της δύναμης. Αυτό είναι πολύ χρήσιμο διότι ο άνθρωπος κουράζεται λιγότερο όταν τραβά ένα σχοινί προς τα κάτω παρά προς την αντίθετη κατεύθυνση.



ακίνητη τροχαλία
($F = B$)

Στην κινητή τροχαλία το ένα άκρο του σχοινιού στερεώνεται σε σταθερό σημείο. Το σχοινί διέρχεται από το αυλάκι της τροχαλίας και το σώμα(βάρους B) που θέλουμε να ανυψώσουμε τοποθετείται στο άγκιστρο της τροχαλιοθήκης. Στο άλλο άκρο του σχοινιού ασκείται η δύναμη (F) που ανυψώνει το σώμα. Για να ανυψώσουμε ένα σώμα με τη βοήθεια της κινητής τροχαλίας χρειάζεται



να ασκήσουμε δύναμη ίση με το μισό του βάρους του σώματος.

Το πολύσπαστο είναι ένα σύστημα ακίνητων και κινητών τροχαλιών με το οποίο μπορούμε να ασκήσουμε πολύ μικρότερη δύναμη από το βάρος του σώματος που θέλουμε να ανυψώσουμε.

κινητή τροχαλία
($F_2 = B/2$)

Περιγράφοντας τις δυνάμεις

Η λέξη δύναμη έχει πολλές σημασίες για τα παιδιά όπως έχει και στον καθημερινό λόγο.

Οι αντιλήψεις των παιδιών για τις δυνάμεις προέρχονται από την καθημερινή εμπειρία της κίνησης, των συγκρούσεων και των προσπαθειών που καταβάλλονται για τη μετακίνηση των σωμάτων. Οι ιδέες τους επηρεάζονται ακόμα και από τις σημασίες που αποδίδονται στη λέξη "δύναμη" στην καθημερινή τους ζωή. Κατά συνέπεια, είναι πολύ πιθανόν οι αντιλήψεις αυτές να σταθεροποιούνται για μια μεγάλη ποικιλία εμπειριών. Οι μαθητές εμφανίζουν μεγάλη προσκόλληση σε αυτές και φυσικά δύσκολα επηρεάζονται από τις διάφορες διδακτικές στρατηγικές.

Τα μικρότερα παιδιά, ηλικίας 7-9 ετών, διαπιστώθηκε ότι εξετάζουν τις δυνάμεις στα πλαίσια του θυμού ή των συναισθημάτων. Ωστόσο, την ίδια στιγμή, ορισμένα παιδιά 7 και 8 ετών υποστηρίζουν την άποψη του Φυσικού, που θεωρεί τη δύναμη ως κάτι που ενεργεί και προκαλεί αλλαγή στην κίνηση, παρόλο που τείνουν να θεωρούν πως οι δυνάμεις προκαλούν το ξεκίνημα και όχι το σταμάτημα των πραγμάτων (R. Driver et al).

Πολλές μελέτες αναφέρουν ότι η δύναμη συσχετίζεται συχνά από τα παιδιά με την πίεση ή την αντίδραση. Επίσης οι δυνάμεις συχνά συνδέονται με τους ζωντανούς οργανισμούς. Ερευνητές διαπίστωσαν πως οι μαθητές συχνά συσχετίζουν τις δυνάμεις με τις φυσικές δραστηριότητες και τη μουσική δύναμη.

Πολλοί ερευνητές έχουν διαπιστώσει ότι οι μαθητές συσχετίζουν τις δυνάμεις μόνο με την κίνηση, χωρίς να αναγνωρίζουν την ύπαρξη των δυνάμεων που εμπλέκονται σε καταστάσεις ισορροπίας (πχ. ένα ακίνητο βιβλίο πάνω σ' ένα τραπέζι). Οι μαθητές παρουσιάζονται απρόθυμοι να δεχθούν την παρουσία δυνάμεων εκεί όπου δεν υπάρχει κίνηση. Η ηρεμία θεωρείται γενικά ως μια "φυσική" κατάσταση, κατά την οποία καμία δύναμη δεν επιδρά πάνω στο αντικείμενο. Ακόμα και οι μαθητές εκείνοι που αναγνώρισαν την ύπαρξη μιας δύναμης που κρατάει τα σώματα στην κατάσταση που βρίσκονται φαίνεται να πιστεύουν ότι μια τέτοια δύναμη είναι τελείως διαφορετική από τη δύναμη που τραβάει ή σπρώχνει ένα αντικείμενο.

Οι έρευνες αποκαλύπτουν μια ευρέως επικρατούσα άποψη ότι υ-

πάρχει κάτι το οποίο συνήθως ονομάζεται "δύναμη" μέσα σε κάθε κινούμενο αντικείμενο. Αυτή η "δύναμη" θεωρείται ότι διατηρεί το σώμα σε κίνηση και φαίνεται να έχει κάποια κοινά σημεία με την "ορμή" όπως την αντιλαμβάνονται οι Φυσικοί. Τα κινούμενα αντικείμενα θεωρούνται ότι σταματούν όταν τελειώνει η "δύναμη" της κίνησης που βρίσκεται μέσα τους - όπως περίπου τελειώνουν και τα καύσιμα.

Ορισμένοι ερευνητές βρήκαν ότι οι μαθητές διακρίνουν διάφορες περιπτώσεις στα κινούμενα αντικείμενα: εκείνα τα οποία κινούνται "ενεργητικά" από μόνα τους, όπως είναι οι μπάλες ή τα ανεμόπτερα και εκείνα που σύρονται ή ωθούνται και θεωρούνται ως παθητικά.

Το έργο ενός μεγάλου αριθμού ερευνητών έχει αποκαλύψει τις ακόλουθες γενικά αποδεκτές αντιλήψεις που έχουν τα παιδιά για τη δύναμη (R. Driver et al):

1. "Εάν υπάρχει κίνηση, υπάρχει και μια δύναμη που ενεργεί". Αυτή η αντίληψη των μαθητών, όλων σχεδόν των ηλικιών, είναι μια έμμονη άποψη.
2. "Δεν μπορεί να υπάρχει δύναμη χωρίς κίνηση" και "εάν δεν υπάρχει κίνηση, τότε δεν επιδρά καμία δύναμη". Οι μαθητές συχνά δεν μπορούν να φανταστούν ότι μια δύναμη ενεργεί χωρίς να προκαλεί, ή τουλάχιστον να υπάρχει η πιθανότητα να προκαλέσει, κίνηση. Έτσι όταν ένα αντικείμενο ηρεμεί πάνω σε ένα τραπέζι, το βάρος του αντικειμένου θεωρείται ότι δρα με φορά προς τα κάτω (επειδή το αντικείμενο θα έπεφτε κάτω εάν το τραπέζι δε βρισκόταν εκεί). Δε διακρίνουν όμως καμία δύναμη από το τραπέζι με φορά προς τα πάνω, καθώς το τραπέζι από μόνο του δεν μπορεί να σηκωθεί.
3. "Όταν ένα αντικείμενο κινείται, υπάρχει μια δύναμη που ενεργεί κατά την κατεύθυνση της κίνησης του". Αυτή η έμφυτη αντίληψη που υιοθετήθηκε από τον Buridan κατά το δέκατο τέταρτο αιώνα, αναδύεται μέσα από πολλές μελέτες, τόσο σε μαθητές, όσο και σε φοιτητές Πανεπιστημίου, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που σπουδάζουν Φυσική.
4. "Ένα κινούμενο αντικείμενο έχει μέσα του μια δύναμη, η οποία το διατηρεί σε κίνηση". Αυτή η άποψη, η οποία συνδέεται με τη θεωρία του Buridan περί εσωτερικής δύναμης.
5. "Ένα κινούμενο αντικείμενο σταματάει όταν καταναλωθεί η δύναμη του".
6. "Η κίνηση είναι ανάλογη της δύναμης που ενεργεί" και "μια σταθερή

ταχύτητα είναι αποτέλεσμα μιας σταθερής δύναμης". Η αντίληψη ότι η δύναμη προσδιορίζει την ταχύτητα, ότι δηλαδή μια ισχυρότερη δύναμη αναγκάζει ένα αντικείμενο να κινηθεί γρηγορότερα, και αντιστρόφως, ότι προκειμένου ένα αντικείμενο να κινηθεί γρηγορότερα χρειάζεται μια μεγαλύτερη δύναμη.

Όσον αφορά τις διαφορετικές εκδηλώσεις των δυνάμεων, οι μαθητές δεν τις αναγνωρίζουν απαραίτητα όλες ως δυνάμεις. Ερευνητές βρήκαν ότι τα παιδιά του Δημοτικού Σχολείου δε συνδέουν το "κλωτσώ" ή το "ρίχνω" με το "σπρώχνω". Επίσης έπειτα από έρευνα σε μαθητές ηλικίας 6-14 ετών, βρέθηκε πως τα παιδιά διαχωρίζουν τις δυνάμεις που τραβούν από εκείνες που απλά συγκρατούν κάτι.

Δυνάμεις σε ζεύγη

Από επιστημονική άποψη οι δυνάμεις στη φύση εμφανίζονται πάντοτε σε ζεύγη. Για κάθε δύναμη υπάρχει μια ίση και αντίθετη αντίδραση: ένα ποτήρι πάνω σε ένα τραπέζι ασκεί μια δύναμη σ' αυτό - το τραπέζι ασκεί μια ίση και αντίθετη δύναμη στο ποτήρι. Εντούτοις, από τις έρευνες φαίνεται καθαρά πως οι μαθητές έχουν την τάση να θεωρούν τη δύναμη ως μια μεμονωμένη οντότητα, που αποτελεί ιδιότητα ενός μεμονωμένου αντικειμένου και όχι το χαρακτηριστικό της αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε δύο αντικείμενα.. Η ύπαρξη της αντίδρασης δεν αναγνωρίζεται εύκολα από τους μαθητές.

Ερευνητής κατέγραψε τις ακόλουθες αντιλήψεις που υιοθετούν οι μαθητές αναφορικά με ένα βιβλίο σε ακινησία: η πίεση του αέρα διατηρεί το βιβλίο σε ακινησία, η βαρύτητα διατηρεί το βιβλίο σε ακινησία, το τραπέζι "παρεμβάλλεται" και εμποδίζει το βιβλίο να πέσει. Ένα αντικείμενο που βρίσκεται σε επαφή με τη Γη, όπως για παράδειγμα ένα βιβλίο που ακουμπάει στο έδαφος, δε δέχεται πλέον την επίδραση της δύναμης της βαρύτητας. Η κατακόρυφη δύναμη με φορά προς τα κάτω, που επιδρά πάνω στο βιβλίο, πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη που επιδρά με φορά προς τα πάνω, διαφορετικά το βιβλίο θα πετούσε. Η αντίληψη ότι το τραπέζι "παρεμβάλλεται" φαίνεται να είναι η πιο κοινά αποδεκτή άποψη.

Η βαρύτητα της Γης

Οι ιδέες των παιδιών για τη βαρύτητα παρουσιάζουν αρκετό ενδιαφέρον γιατί συνδέονται όχι μόνο με το βάρος αλλά και με την πτώση

των σωμάτων. Τα παιδιά συνδέουν τη βαρύτητα με σπρώξιμο ή τράβηγμα ή κράτημα. Η άποψη ότι η βαρύτητα "συγκρατεί" φαίνεται να είναι η πιο διαδεδομένη ιδέα των παιδιών για τη βαρύτητα, η οποία κατά τη δική τους άποψη, συνδέεται με τον αέρα που πιέζει προς τα κάτω και με μια ατμοσφαιρική ασπίδα, η οποία εμποδίζει τα σώματα να φύγουν από τη Γη.

Η ιδέα ότι πρέπει να υπάρχει αέρας για να μπορεί να ενεργεί η βαρύτητα, φαίνεται να είναι πολύ διαδεδομένη ανάμεσα στα παιδιά. Ο συσχετισμός της βαρύτητας με τον αέρα φαίνεται να τους παρέχει μια εξήγηση που θεωρεί ότι η βαρύτητα βρίσκεται έξω από τα αντικείμενα και δεν εκλαμβάνεται ως μια ιδιότητα αυτών. Επίσης η άποψη ότι η βαρύτητα, με κάποιο τρόπο συνδέεται με τον αέρα, έχει φυσικά, πολλές επιπτώσεις στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές αντιλαμβάνονται την επίδραση της στο διάστημα, στους άλλους πλανήτες και στη Σελήνη. Μόνο ένας μαθητής από τους 42 ενός δείγματος είχε υιοθετήσει την άποψη ότι όλα τα αντικείμενα ασκούν μια βαρυτική δύναμη.

Ένας σημαντικός αριθμός μελετών έχουν γίνει προς την κατεύθυνση των ιδεών των παιδιών που αφορούν τον τρόπο με τον οποίο η βαρύτητα μεταβάλλεται με το ύψος πάνω από την επιφάνεια της Γης. Πάρα πολλοί μαθητές φαίνεται να υιοθετούν την άποψη του Φυσικού ότι η δύναμη της βαρύτητας ελαττώνεται από την επιφάνεια της Γης. Εντούτοις φαίνεται ότι οι μαθητές που υιοθετούν αυτή την άποψη έχουν την τάση να αναμένουν μια πολύ μεγαλύτερη μείωση της δύναμης της βαρύτητας με την αύξηση του ύψους απ' ότι συμβαίνει στην πραγματικότητα.

Στις ίδιες έρευνες ήταν σημαντικός όμως και ο αριθμός των μαθητών που υποστήριξε την ιδέα ότι η βαρύτητα αυξάνεται με το ύψος. Οι μαθητές που υιοθετούν αυτή την "όσο πιο ψηλά τόσο πιο ισχυρή" θεώρηση της βαρύτητας, υποθέτουν ότι αυτό ισχύει έως ότου τα αντικείμενα βγουν έξω από την ατμόσφαιρα της Γης. Φαίνεται όμως ότι συγχέουν τη βαρύτητα με τη δυναμική ενέργεια, υποθέτοντας ότι στα σώματα ασκείται μεγαλύτερη δύναμη όταν αυτά βρίσκονται σε μεγαλύτερο ύψος.

Τέλος ορισμένοι μαθητές υποστήριξαν σε έρευνα ότι τα πουλιά μπορούν και στέκονται στον αέρα επειδή η βαρύτητα βρίσκεται μόνο στην επιφάνεια της Γης.

Βάρος

Η αντίληψη του Φυσικού ότι το βάρος ενός αντικειμένου είναι μια δύναμη - η δύναμη με την οποία η Γη έλκει το σώμα - δε φαίνεται να είναι πολύ διαδεδομένη ανάμεσα στους μαθητές. Πράγματι φαίνεται να υπάρχει σε μεγάλη κλίμακα ένας διαχωρισμός των ιδεών που αφορούν το βάρος από τις ιδέες που αφορούν τη βαρύτητα. Ερευνητές βρήκαν ότι ορισμένοι μαθητές ηλικίας 15 ετών, θεωρούσαν ότι η βαρύτητα επιδρά μόνο στα βαριά σώματα. Μερικοί πίστευαν πως είναι δυνατό να υπάρχει βάρος χωρίς βαρύτητα (λέγοντας πως οι αστροναύτες στη Σελήνη φοράνε μπότες "για να τους δίνουν βάρος εκεί όπου δεν υπάρχει βαρύτητα") και ορισμένοι θεωρούσαν πως τα πουλιά στέκονται στον αέρα λόγω βαρύτητας.

Τα παιδιά πιστεύουν ότι δεν υφίσταται δύναμη βαρύτητας στο νερό, κι έτσι εξηγείται γιατί τα σώματα επιπλέουν. Επίσης κάποια παιδιά υποστηρίζουν είτε ότι υπάρχει λιγότερη βαρύτητα στο νερό, είτε ότι υπάρχει βαρύτητα στο νερό που όμως δρα κατακόρυφα με φορά προς τα πάνω. Από την ίδια μελέτη, φάνηκε ότι τα παιδιά έχουν την άποψη ότι η βαρύτητα ενεργεί μόνο στα μέρη του σώματος που βρίσκονται έξω από την επιφάνεια του νερού, όπως π.χ. στο κεφάλι του κολυμβητή.

Η πτώση των σωμάτων

Οι μαθητές δεν αισθάνονται πάντα την ανάγκη να αναγνωρίσουν μια δύναμη ως υπεύθυνη για την πτώση των σωμάτων. Πιστεύουν ότι τα πράγματα "απλώς πέφτουν φυσιολογικά" ή ότι το άτομο που αφήνει το αντικείμενο να πέσει προκαλεί την πτώση.

Μεταξύ των μαθητών, όπως και των φοιτητών που σπουδάζουν Φυσική, είναι πολύ συνηθισμένη άποψη ότι τα βαρύτερα αντικείμενα πέφτουν γρηγορότερα στη Γη, καθώς έχουν μεγαλύτερη επιτάχυνση εξαιτίας της βαρύτητας.

Επίσης πολλά παιδιά θεωρούν ότι η πτώση οφείλεται στο βάρος και ότι όχι μόνο η Γη, αλλά επίσης και το ίδιο το βάρος του σώματος τραβάει το αντικείμενο προς τα κάτω.

Ερευνητές σε ένα δείγμα μαθητών 12 και 13 ετών βρήκαν ότι περίπου ίσα ποσοστά μαθητών εξήγησαν την πτώση των σωμάτων με μία από τις παρακάτω ιδέες (R. Driver et al, 1998):

- * η βαρύτητα ενεργεί στο βάρος του αντικειμένου και προκαλεί την πτώση
- * η βαρύτητα και το βάρος του αντικειμένου ενεργούν χωριστά και προκαλούν την πτώση
- * η πτώση αποτελεί φυσική κίνηση λόγω απουσίας υποστηρίγματος (αυτά τα παιδιά δεν αναγνωρίζουν ότι το βάρος είναι δύναμη γιατί κατά τη γνώμη τους όλα τα σώματα πέφτουν από την απουσία στήριξης).

Μαγνητισμός

Από την καθημερινή τους εμπειρία όλοι οι μαθητές είναι καλά ενημερωμένοι για την χρήση των μαγνητών. Έχουν αρκετές εμπειρίες σχετικά με την έλξη των μαγνητών, ενώ έχουν πολύ λιγότερες όσον αφορά την άπωση.

Πριν από τη διδασκαλία οι περισσότεροι μαθητές δεν μπορούν να δώσουν καμιά εξήγηση για τον μαγνητισμό. Μετά τη διδασκαλία τα παιδιά τείνουν να συνδέουν το μαγνητισμό με τη βαρύτητα. Οι μαθητές δικαιολογούν τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν οι μαγνήτες, θεωρώντας τον μαγνητισμό ένα είδος βαρύτητας. Ερευνητές έχουν διαπιστώσει πως το επίπεδο κατανόησης των μαθητών για τις χρήσεις των μαγνητών δε βελτιώνεται σημαντικά με τη διδασκαλία.

Σ' ένα πιο εξελιγμένο επίπεδο οι μαθητές υιοθετούν την αντίληψη μιας αόρατης δύναμης (δισαιθητική αντίληψη της δράσης από απόσταση) που έχει τη δυνατότητα να "τραβά αντικείμενα". Επίσης θεωρούν ότι οι μαγνήτες "σηκώνουν" μάλλον τα αντικείμενα παρά "κολλάνε" πάνω σ' αυτά.

Γενικά, οι μαθητές φαίνεται σταδιακά να αποδέχονται ορισμένες ιδέες που σχετίζονται με το μαγνητισμό, χωρίς να κατανοούν απολύτως τη γλώσσα και τη χρήση των λέξεων "έλκω", "απωθώ" ή "μαγνητίζω".

Τριβή

Από έρευνα σε μια ομάδα μαθητών ηλικίας 12 έως 13 ετών, το 50% των μαθητών ηλικίας 13 ετών, βρέθηκε ότι συνέδεε την τριβή με το τρίψιμο.

Ερευνητές σε μια μελέτη με 47 μαθητές ηλικίας 11-16 ετών σχετικά με

τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνονταν τη δύναμη της τριβής, βρήκαν ότι οι 9 από αυτούς είχαν συσχετίσει τη δύναμη της τριβής με τη δύναμη της αντίδρασης. Οι αντιλήψεις των παραπάνω μαθητών αναφορικά με την τριβή, περιλάμβαναν τις ακόλουθες απόψεις:

- * η τριβή είναι μια δύναμη
- * η τριβή είναι το ίδιο πράγμα με την αντίδραση
- * η τριβή εξαρτάται από την κίνηση
- * η τριβή συνδέεται με την ενέργεια, και ειδικότερα με τη θερμότητα
- * η τριβή εμφανίζεται μόνο σε στερεά σώματα
- * η τριβή εμφανίζεται στα υγρά, αλλά όχι στα αέρια σώματα
- * η τριβή προκαλεί ηλεκτρισμό
- * η τριβή "κάνει" αυτό κι εκείνο, σαν να ήταν κάποιο αντικείμενο
- * η τριβή "προσπαθεί" να κάνει αυτό κι εκείνο

Η τριβή δεν αναγνωρίστηκε ως δύναμη από τους μαθητές εκείνους που θεωρούσαν πως οι δυνάμεις μόνο "θέτουν τα πράγματα σε κίνηση" και όχι ότι τα "σταματούν". Ακόμα, ορισμένοι μαθητές θεώρησαν την τριβή ως μια αντίσταση στην κίνηση που δεν εφαρμόζεται σε κάποια κατεύθυνση και τη διαχώρισαν από μια δύναμη που αντιστέκεται στην κίνηση.

Βιβλιογραφία

1. Driver, E. Guesne and A. Tiberghien (1993). Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες, Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Τροχαλία
2. Driver, A. Squires, P. Rushworth, V. Wood-Robinson (1998) (επιμέλεια Π. Κόκκοτας). Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, Τυπωθήτω, Αθήνα
3. Π. Κόκκοτα (1999). Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Αθήνα
- 4 Μίχας Π., Αγγελίδης Δ. "Οι ιδέες των παιδιών για την πτώση των σωμάτων στο πεδίο βαρύτητας" Οι Φυσικές Επιστήμες και η Τεχνολογία στην Α΄/θμια Εκπαίδευση", (1997), σσ.26-29
5. Αποστολίδου Μ., Ασβεστά Ε., Ραβάνης Κ. "Βιωματικές νοητικές αναπαράστασεις για την έννοια της τριβής. Μια εμπειρική έρευνα με μαθητές/τριες νηπιαγωγείου" Νέα Παιδεία, τχ. 88 (1998), σσ. 152-163 /

Σημειώσεις

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Γνωριμία με τις δυνάμεις (I)

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να ανακαλύψουν ότι οι δυνάμεις προκαλούν αλλαγή στην κινητική κατάσταση των σωμάτων ή την παραμόρφωση τους.
- Να ανακαλύψουν ότι δυνάμεις ασκούνται από όλα τα σώματα (ζωντανά και μη ζωντανά).

Υλικά

• 1 αυτοκινητάκι	• 1 κομμάτι χαρτί
• πλαστελίνη	• 1 κιμωλία
• 1 βώλος	

Σημείωση:

- Ο αριθμός των υλικών αφορά μία ομάδα εργασίας.

Περιγραφή δραστηριοτήτων

εισαγωγική
δραστηριότητα
(σελ. 52)

Η εισαγωγική δραστηριότητα έχει στόχο την ανάδειξη των ιδεών των μαθητών που αφορούν τις δυνάμεις. Καθώς η γλώσσα είναι σημαντικός φορέας των ιδεών των παιδιών, οι μαθητές καλούνται να γράψουν μια πρόταση με τη λέξη δύναμη.

Ο δάσκαλος καταγράφει στον πίνακα τις προτάσεις των παιδιών και καλεί τους μαθητές να ταξινομήσουν τις ιδέες τους με βάση κοινά χαρακτηριστικά των δυνάμεων, που έχουν αναφέρει στις προτάσεις τους. Η ταξινόμηση θα μπορούσε να αφορά τα εξής χαρακτηριστικά:

- προτάσεις στις οποίες φαίνεται να κινείται ή να σταματάει να κινείται ένα σώμα εξαιτίας μιας δύναμης, π.χ. Έσπρωξα με δύναμη το αυτοκί-

νητο και αυτό άρχισε να τρέχει. Ο γερανός τράβηξε με δύναμη το φορτηγό και το σήκωσε.

- προτάσεις στις οποίες φαίνεται να παραμορφώνεται ένα σώμα εξαιτίας μιας δύναμης, π.χ. Ένα αυτοκίνητο έπεσε με δύναμη πάνω σ' ένα άλλο και το τσαλάκωσε.
- προτάσεις στις οποίες χρησιμοποιείται η μεταφορική σημασία της έννοιας δύναμη π.χ. Ο Γιώργος είναι δυνατός στα Μαθηματικά. Οι ήρωες έχουν δύναμη στο σώμα και στη ψυχή.

Οι ιδέες των παιδιών θα μπορούσαν στη συνέχεια να ταξινομηθούν και ως προς τους δράστες των δυνάμεων που αναφέρονται στις προτάσεις τους. Με την ερώτηση, ποιος φαίνεται να βάζει δύναμη, οι μαθητές μπορούν να οδηγηθούν στην παρακάτω ταξινόμηση:

Υπάρχει πιθανότητα να μην προκύψουν από

• ο άνθρωπος	• άλλος ζωντανός οργανισμός	• σώματα που δεν είναι ζωντανά
--------------	-----------------------------	--------------------------------

τις προτάσεις των παιδιών όλες οι παραπάνω κατηγορίες ιδεών που αφορούν τις δυνάμεις. Κατά την ταξινόμηση ο δάσκαλος διευκολύνει τη διαδικασία με κατάλληλα ερωτήματα αποφεύγοντας να αξιολογήσει τις ιδέες των παιδιών.

μολύβι
(σελ.52-53)

Στη συνέχεια, κάθε μαθητής περιγράφει τις ενέργειες που θα έκανε αν έβαζε δύναμη σε κάποια σώματα που υπάρχουν στην τάξη. Για παράδειγμα, «Σπρώχνω την καρέκλα μου». Τα ρήματα που χρησιμοποίησε κάθε παιδί στις περιγραφές του καταγράφονται από τους μαθητές στον πίνακα της σελ. 53, ώστε να δημιουργηθεί ένας κατάλογος ενεργειών που ταυτίζονται με τη σημασία της φράσης «βάζω δύναμη». Η δραστηριότητα αυτή έχει στόχο να διαπιστώσουν οι μαθητές την ποικιλία των ενεργειών που αφορούν τις δυνάμεις

(σπρώχνω, σηκώνω, τραβώ, τσαλακώνω, ανοίγω, κλείνω κ.ά.).

ομαδική εργασία
(σελ. 53)

Κάθε ομάδα συζητά για τους τρόπους που θα ασκήσει δυνάμεις στα σώματα που έχει στη διάθεση της. Τα παιδιά καταγράφουν κάθε ενέργεια ξεχωριστά στον πίνακα που ακολουθεί. Για παράδειγμα:

Περιγράφουμε τις ενέργειες μας.	Περιγράφουμε το αποτέλεσμα.
Ασκήσαμε δύναμη στο βώλο.	Ο βώλος κινήθηκε
Ασκήσαμε δύναμη στην πλαστελίνη	Η πλαστελίνη παραμορφώθηκε

Στη συνέχεια, συζητούν στην τάξη και ταξινομούν τα αποτελέσματα των δυνάμεων που άσκησαν, ανάλογα με τις αλλαγές που συνέβησαν στα σώματα.

Ο δάσκαλος μπορεί να καταγράψει στον πίνακα της τάξης τους χαρακτηρισμούς στους οποίους κατέληξαν τα παιδιά. Για παράδειγμα:

αποτέλεσμα	χαρακτηρισμός
το αυτοκινητάκι ήταν ακίνητο και κινήθηκε	άλλαξε η κινητική του κατάσταση
το χαρτί ήταν ένα σώμα και κόπηκε σε δύο μικρότερα	παραμορφώθηκε

συμπεραίνουμε
(σελ. 54)

Μετά από τη συζήτηση αναμένεται να οδηγηθούν οι μαθητές στο συμπέρασμα ότι:

Όταν ασκούνται δυνάμεις στα σώματα αυτά αλλάζουν την κινητική τους κατάσταση ή παραμορφώνονται.

συζητάμε στην
τάξη (σελ. 55)

δραστηριότητα
τάξη (σελ. 55)

Στην εισαγωγική δραστηριότητα καταγράφηκαν οι ιδέες των μαθητών για τις δυνάμεις. Από την ταξινόμηση των ιδεών μπορεί να μην προέκυψε ότι οι δυνάμεις ασκούνται και από μη ζωντανούς οργανισμούς. Τα παιδιά παρατηρούν αυτό που φαίνεται να συμβαίνει στα σώματα των εικόνων της σελ. 54. Συζητούν για το ποιος ασκεί σε κάθε περίπτωση δύναμη καθώς και για τα αποτελέσματα αυτών των δυνάμεων. Συμπληρώνουν τους αντίστοιχους πίνακες, ταξινομώντας τους δράστες των δυνάμεων σε ζωντανούς και μη ζωντανούς.

Στο τέλος οι μαθητές μπορούν να συζητήσουν για τις αρχικές τους ιδέες που αφορούν τις δυνάμεις σε σχέση με τα συμπεράσματα που κατέληξαν γι' αυτές κατά την ενασχόληση τους με τις δραστηριότητες αυτού του Φύλλου Εργασίας.

Σημειώσεις

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Γνωριμία με τις δυνάμεις (II)

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να ανακαλύψουν ότι οι δυνάμεις μπορούν να προκαλέσουν μόνιμες ή ελαστικές παραμορφώσεις σε κάποια σώματα.
- Να ανακαλύψουν έναν τρόπο μέτρησης των δυνάμεων μετρώντας τις επιμηκύνσεις ενός ελατηρίου.
- Να διαπιστώσουν τον τρόπο λειτουργίας του δυναμόμετρου.
- Να συμβολίσουν τις δυνάμεις σχεδιάζοντας βέλη που να δείχνουν την κατεύθυνση και το μέγεθος μιας δύναμης.

Υλικά

<ul style="list-style-type: none">• 1 ελατήριο• πλαστελίνη• 3 λαστιχάκια κουζίνας• 1 κομμάτι φελιζόλ (50εκ. χ 50εκ.) και πάχους 5εκ. ή 3εκ.• 1 καρφί μήκους 5εκ. ή 3εκ.	<ul style="list-style-type: none">• 1 υποδεκάμετρο ή χάρακα • 2 δυναμόμετρα (κανταράκι και κυλινδρικό δυναμόμετρο) • 1 μεγάλο μεταλλικό συνδετήρα
---	---

Σημείωση:

- Ο αριθμός των υλικών αφορά μία ομάδα εργασίας.

Περιγραφή δραστηριοτήτων

συζητάμε στην τάξη (σελ. 56)

Οι μαθητές εκφράζουν τις απόψεις τους για το τι θα συμβεί στα σώματα που φαίνονται στις εικόνες όταν τα παιδιά σταματήσουν να ασκούν δύναμη σ' αυτά.

Ελέγχουν τις απόψεις τους ασκώντας δυνάμεις

ελέγχουμε τις απόψεις μας (σελ. 56)

σε υλικά που παραμορφώνονται (πλαστελίνη, ελατήριο, λάστιχο). Καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους στον αντίστοιχο πίνακα:

Σώμα	Τι συμβαίνει στο σώμα τη στιγμή που του ασκούμε δύναμη	Τι συμβαίνει στο σώμα όταν σταματάμε να του ασκούμε δύναμη;
πλαστελίνη	παραμορφώνεται	παραμένει παραμορφωμένη
ελατήριο	παραμορφώνεται	επανέρχεται στην αρχική του μορφή
λαστιχάκι	παραμορφώνεται	επανέρχεται στην αρχική του μορφή

Σημείωση: Το ελατήριο μπορεί να παραμορφωθεί μόνιμα αν ασκηθεί σ' αυτό μεγάλη δύναμη.

Οι δραστηριότητες των σελίδων 57 και 58 έχουν ως στόχο να ανακαλύψουν οι μαθητές το πώς μετράμε τις δυνάμεις (συγκρίνοντας τις διαφορετικές δυνάμεις με βάση τις επιμηκύνσεις του ελατηρίου) και τον τρόπο λειτουργίας των δυναμόμετρων.

Σημείωση: Οι μαθητές θα κάνουν μετρήσεις με δυναμόμετρο σε επόμενα Φύλλα Εργασίας. Δεν είναι απαραίτητο να πληροφορήσουμε τους μαθητές για τις μονάδες μέτρησης των δυνάμεων. Στις μετρήσεις τους θα χρησιμοποιούν την αριθμητική ένδειξη του δυναμόμετρου.

Στην πρώτη δραστηριότητα τα παιδιά δικαιολογούν το αποτέλεσμα της σύγκρισης των δυνάμεων που φαίνονται να ασκούνται στα ελατήρια των εικόνων.

Μεγαλύτερη δύναμη ασκείται στο ελατήριο Β διότι το μήκος του φαίνεται να μεγαλώνει περισσότερο από το μήκος του ελατηρίου Α.

Στην πειραματική δραστηριότητα που ακολουθεί τα παιδιά μετρούν τις διαφορετικές επιμηκύνσεις του ελατηρίου και τις συσχετίζουν με τις δυνά-

πειραματιζόμαστε (σελ. 57)

μεις που άσκησαν σ' αυτό (μικρή, μεγάλη, μεγαλύτερη δύναμη).

Συνεργάζονται στην ομάδα τους ώστε η βάση της πειραματικής διάταξης (φελιζόλ) να παραμένει σταθερή και συμφωνούν να μην ασκούν μεγάλες δυνάμεις στο ελατήριο διότι υπάρχει κίνδυνος να παραμορφωθεί μόνιμα ή να αποσυνδεθεί από το καρφί που είναι σφηνωμένο στο φελιζόλ.

Καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους στον αντίστοιχο πίνακα. Για παράδειγμα:

Δοκιμές	Αρχικό μήκος	Τελικό μήκος του ελατηρίου όταν ασκήθηκε σ' αυτό δύναμη	Πόσο αυξήθηκε το μήκος του ελατηρίου;
1η	10εκ.	12εκ.	2εκ.
2η	10εκ.	15εκ.	5 εκ.
3η	10εκ.	16εκ.	6 εκ.

μολύβι
(σελ.5δ)

Στη συνέχεια συζητούν στην τάξη για τη σχέση της δύναμης που ασκείται σε ένα ελατήριο με την επιμήκυνση που του προκαλεί. Αναμένεται να καταλήξουν στο ότι:

πειραματιζόμαστε
(σελ. 5δ)
συζητάμε στην
τάξη (σελ.59)
πειραματιζόμαστε
(σελ. 59)

Όσο μεγαλύτερη δύναμη ασκούμε στο ελατήριο τόσο μεγαλώνει και το μήκος του.

Το συμπέρασμα των μαθητών ότι η επιμήκυνση ενός ελατηρίου εξαρτάται από τη δύναμη που την προκαλεί, θα τους βοηθήσει να ανακαλύψουν ότι η λειτουργία του δυναμόμετρου στηρίζεται στην παραπάνω σχέση.

Τα παιδιά πραγματοποιούν την πειραματική δραστηριότητα που ακολουθεί και σχεδιάζουν με κιμωλία πάνω στο θρανίο τις δυνάμεις που άσκησαν στο συνδετήρα προκειμένου να ανακαλύψουν έναν τρόπο συμβολισμού των δυνάμεων.

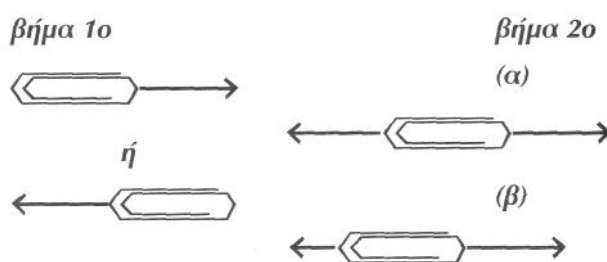
Σε κάθε βήμα της δραστηριότητας συζητούν στην ομάδα τους για το πώς θα σχεδιάσουν στο βιβλίο τη δύναμη που άσκησαν στο λαστιχάκι, δηλαδή πόσο μήκος θα έχει το βέλος που θα σχεδιάσουν, προς ποια κατεύθυνση θα δείχνει το βέλος. Στο δεύτερο δοκιμάζουν να ασκήσουν δυνάμεις στο λαστιχάκι ώστε αυτό να παραμείνει ακίνητο. Στην περιγραφή των ενεργειών τους τα παιδιά αναμένεται να γράψουν:

μολύβι
(σελ. 60)

Ασκήσαμε στο λαστιχάκι δυο ίσες δυνάμεις προς την αντίθετη κατεύθυνση.

Τ

Τα σχέδια που θα κάνουν οι μαθητές για να συμβολίσουν τις δυνάμεις μπορεί να είναι τα εξής:



Στην ερμηνεία που δίνουν οι μαθητές για τις δύο περιπτώσεις του παιχνιδιού των παιδιών που φαίνονται στην εικόνα, περιμένουμε να αναφέρουν ότι:

μολύβι
(σελ. 60)

Το μαντήλι μένει πάνω από τη γραμμή όταν οι δύο ομάδες ασκούν ίσες δυνάμεις αλλά προς την αντίθετη κατεύθυνση. Όταν το μαντήλι κινείται προς το μέρος μιας ομάδας τότε αυτή η ομάδα ασκεί μεγαλύτερη δύναμη.

Δυνάμεις επαφής και δυνάμεις από απόσταση (I)

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να ανακαλύψουν ότι κάποια σώματα (μαγνήτης, ηλεκτρισμένο πλαστικό στυλό) ασκούν δυνάμεις από απόσταση.

Υλικά

• 1 πλαστικό ποτήρι που να περιέχει σβηστήρες, μολύβια, μεταλλικούς συνδετήρες	• 1 άδειο κουτί από συνδετήρες • 1 μαγνήτης • 1 πλαστικό στυλό • 1 χαρτομάντιλο
--	---

Σημείωση:

- Ο αριθμός των υλικών αφορά μία ομάδα εργασίας.

Περιγραφή δραστηριοτήτων

εισαγωγική
δραστηριότητα
(σελ. 61)

Οι μαθητές συζητούν για τη φράση «οι δυνάμεις βάζουν τα πράγματα στη θέση τους». Αναφέρουν εμπειρίες από την καθημερινή τους ζωή στις οποίες φαίνεται ότι ακόμη και για μικρές μετακινήσεις σωμάτων ευθύνεται κάποια δύναμη. Για παράδειγμα: Σπρώχνω τη σβηστήρα για να σβήσω μια μολυβιά, βγάζω τα βιβλία μου από τη σάκα.

ομαδική εργασία
(σελ. 61)

Τα παιδιά συμφωνούν στην ομάδα τους για τους τρόπους με τους οποίους θα ασκήσουν δυνάμεις στα αντικείμενα που έχουν στη διάθεση τους. Δοκιμάζουν τους τρόπους αυτούς και περιγράφουν τις ενέργειές τους. Για παράδειγμα:

Σώμα που άσκησε δύναμη	Τρόπος που ασκήθηκε η δύναμη	Αντικείμενα που τακτοποιήθηκαν
Το χέρι	σήκωσε	τα μολύβια
Ο μαγνήτης	τράβηξε	τους συνδετήρες

Στη συνέχεια ταξινομούν τους τρόπους που ασκήθηκαν δυνάμεις στα αντικείμενα ανάλογα με το αν το σώμα που άσκησε δύναμη ήρθε ή δεν ήρθε σε επαφή μ' αυτά.

Τα παιδιά συζητούν στην τάξη για τους διαφορετικούς τρόπους που ασκήθηκαν οι δυνάμεις. Αναμένεται να καταλήξουν στην εξής ταξινόμηση:

δύναμη από απόσταση	π.χ. Ο μαγνήτης τράβηξε τους συνδετήρες.
δύναμη επαφής	π.χ. Το χέρι σήκωσε τα μολύβια και τις σβηστήρες.

Προκειμένου να ανακαλύψουν οι μαθητές και άλλες δυνάμεις που ασκούνται από απόσταση πραγματοποιούν τη δραστηριότητα της σελ. 62. Ενδέχεται να θέσουν ερωτήματα για το πώς το στυλό αποκτά την ιδιότητα να έλκει τα χαρτάκια. Ο δάσκαλος ενημερώνει τους μαθητές ότι θα ασχοληθούν με αυτό το φαινόμενο στο κεφάλαιο του «Ηλεκτρισμού».

συζητάμε
στην τάξη
(σελ. 62)

Τα παιδιά αναφέρουν εμπειρίες από την καθημερινή τους ζωή που σχετίζονται με δυνάμεις από απόσταση. Για παράδειγμα: Ο μαγνήτης που υπάρχει σε κάποιες κασετίνες και συγκρατεί το καπάκι τους, ο μαγνήτης που τραβάει τις καρφίτσες κ.ά.

Στη συνέχεια καλούνται να δώσουν λύση στο πρόβλημα που περιγράφεται στο βιβλίο τους. Έτσι τους δίνεται η ευκαιρία να εφαρμόσουν όσα ανακάλυψαν για τις δυνάμεις από απόσταση (μαγνήτης).

Σημειώσεις

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Δυνάμεις επαφής και δυνάμεις από απόσταση (II)

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να ανακαλύψουν ότι η κατακόρυφη κίνηση των σωμάτων, που αφήνονται να κινηθούν ελεύθερα, είναι αποτέλεσμα της δύναμης με την οποία τα έλκει η Γη (βάρος).
- Να σχεδιάσουν την πορεία των σωμάτων που αφήνονται να κινηθούν ελεύθερα χρησιμοποιώντας γνώσεις που έχουν αποκτήσει στο μάθημα της Γεωμετρίας.

Υλικά

<ul style="list-style-type: none">• 1 μαγνήτης• 1 ξύστρα• 1 σβηστήρα• 1 κιμωλία• 1 λαστιχάκι κουζίνας	<ul style="list-style-type: none">• 1 τριγωνικός γεωμετρικός χάρακας (*)• 1 υδρόγειο σφαίρα(*)
---	---

Σημείωση:

- Ο αριθμός των υλικών αφορά μία ομάδα εργασίας.
- Τα υλικά με αστερίσκο αφορούν όλη την τάξη

Περιγραφή δραστηριοτήτων

συζητάμε
στην τάξη
(σελ. 63)

Τα σώματα που φαίνεται να κινούνται στις εικόνες του βιβλίου προκαλούν τη συζήτηση στην τάξη για το πώς συμβαίνει και κινούνται προς τη Γη. Τα παιδιά εκφράζουν τις απόψεις τους στις οποίες ενδέχεται να μην αναφερθεί η ύπαρξη κάποιας δύναμης που να ευθύνεται για την κατακόρυφη κίνηση τους. Για παράδειγμα, πέφτουν προς τα κάτω γιατί είναι βαριά. Μπορεί, δηλαδή να

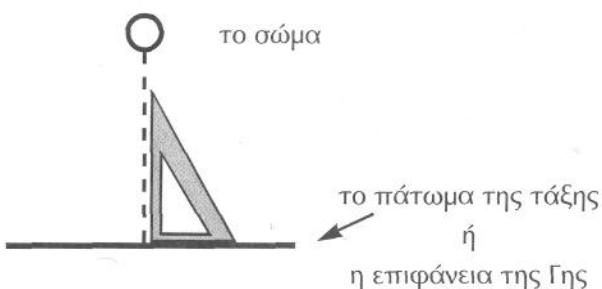
ομαδική εργασία
(σελ. 63)

αναφέρουν το βάρος των σωμάτων χωρίς όμως να δίνουν σ' αυτό χαρακτηριστικά δύναμης .

Ένα παιδί από κάθε ομάδα αφήνει μια σβηστήρα να πέσει ελεύθερα και οι υπόλοιποι μαθητές παρατηρούν και περιγράφουν την κίνηση της.

Οι μαθητές συζητούν για τις επιστημονικές πληροφορίες που αφορούν τη δύναμη του βάρους. Ο δάσκαλος μπορεί να διευκολύνει τη συζήτηση καλώντας τους μαθητές να σκεφτούν για τη δύναμη που ασκεί ή Γη στα σώματα αναλογικά με τη δύναμη που ασκεί ένας μαγνήτης σε μεταλλικά αντικείμενα. Ζητά να χαρακτηρίσουν το βάρος ως δύναμη επαφής ή ως δύναμη από απόσταση. Αναμένεται οι μαθητές να εντάξουν το βάρος στις δυνάμεις από απόσταση.

Ο δάσκαλος σημειώνει στον πίνακα τις λέξεις που χρησιμοποίησαν οι μαθητές στις περιγραφές τους για την κίνηση της σβηστήρας(ίσια προς τα κάτω, ευθεία προς το πάτωμα κλπ. Καλεί τους μαθητές να σχεδιάσουν στον πίνακα της τάξης την κίνηση των σωμάτων χρησιμοποιώντας τις γνώσεις τους από τη Γεωμετρία.



μολύβι
(σελ. 64)

Στη συνέχεια σχεδιάζουν στην εικόνα του βιβλίου τους την κίνηση της μπάλας.

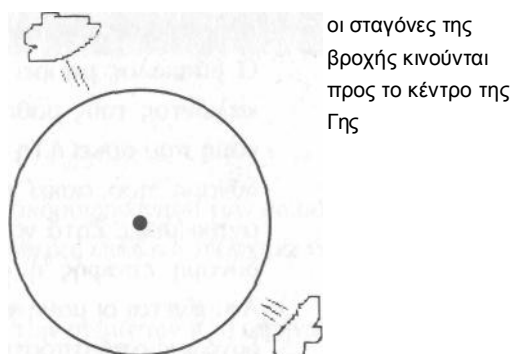
Επαναλαμβάνουν το ίδιο και στα σώματα που φαίνονται στην εικόνα της σελ. 64.

Ο δάσκαλος παρουσιάζει στην τάξη την υδρόγειο σφαίρα και καλεί τα παιδιά να συζητήσουν για

την κίνηση των σωμάτων που πέφτουν ελεύθερα σε διάφορα σημεία γύρω από τη Γη.

δραστηριότητα
(σελ. 65)

Στη συνέχεια τα παιδιά καλούνται να σχεδιάσουν την πορεία των σταγόνων της βροχής σε δύο διαφορετικές περιοχές της Γης.



συζητάμε
στην τάξη
(σελ.65)

Συζητούν στην τάξη για το τρόπο που σχεδίασαν την πορεία της βροχής σε κάθε περίπτωση και δικαιολογούν τις επιλογές τους με βάση όσα ανακάλυψαν για το βάρος των σωμάτων.

ομαδική εργασία
(σελ. 65)

Συνοψίζοντας τα όσα ανακάλυψαν για τις δυνάμεις επαφής και τις δυνάμεις από απόσταση, οι μαθητές εκτελούν τις δραστηριότητες που φαίνονται στις εικόνες της σελ. 66 και συμπληρώνουν τον αντίστοιχο πίνακα.

Φαινόμενο που παρατηρούμε	Δυνάμεις επαφής	Δυνάμεις από απόσταση	Δικαιολογούμε την επιλογή μας
α	✓		π.χ. Το σώμα που άσκησε τη δύναμη ήρθε σε επαφή με το σώμα που δέχθηκε τη δύναμη
β	✓		
γ	✓		
δ	✓		
ε		✓	

Σημείωση: Η δραστηριότητα αυτή μπορεί να δοθεί ως εργασία για το σπίτι, ζητώντας από τους μαθητές να καταγράψουν αναλυτικά τις ενέργειες τους και να χρησιμοποιήσουν στη περιγραφή τους όλα τα χαρακτηριστικά των δυνάμεων που έχουν ανακαλύψει (δράστης της δύναμης- τρόπος που ασκείται η δύναμη - αποτέλεσμα της δύναμης- είδος δύναμης π.χ. «Τα χέρια μου άσκησαν στο λαστιχάκι δύο ίσες δυνάμεις αλλά αντίθετης κατεύθυνσης και το παραμόρφωσαν. Οι δυνάμεις που ασκήθηκαν ήταν δυνάμεις επαφής και η παραμόρφωση του λάστιχου ήταν ελαστική»).

Σημειώσεις

Η δύναμη της τριβής

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να συνδέσουν τις εμπειρίες τους που αφορούν την ελάττωση στην κίνηση των σωμάτων με τη δύναμη της τριβής.
- Να ανακαλύψουν ότι η δύναμη της τριβής εμποδίζει την κίνηση των σωμάτων κατά την έναρξη της καθώς και όσο αυτή διαρκεί.

Υλικά

• 1 άδειο σπριτόκουτο	• 1 γομολάστιχα
--------------------------	-----------------

Σημείωση:

- Ο αριθμός των υλικών αφορά μ ία ομάδα εργασίας.

Περιγραφή δραστηριοτήτων

Εκφράζουμε τις
απόψεις μας
(σελ. 67)

Ο προβληματισμός πέρα θέτει το παιδί της εικόνας δίνει την αφορμή στους μαθητές να σκεφτούν και να εκφράσουν τις απόψεις τους για ένα φαινόμενο για το οποίο έχουν πολλές εμπειρίες (σπρώχνουν ένα αυτοκινητάκι κι αυτό μετά από λίγο σταματά να κινείται, κλοτσούν την μπάλα στο χώμα κι αυτή μετά από λίγο σταματά να κινείται). Συνήθως τα παιδιά δεν συνδέουν τη μείωση της ταχύτητας με την ύπαρξη μιας δύναμης(τριβή). Ενδέχεται, όμως να αναφέρουν ως αιτίες: το βάρος του σώματος που κινείται (π.χ. είναι βαρύ γι αυτό σταματάει) ή το είδος της επιφάνειας πάνω στην οποία κινείται το σώμα (π.χ. κολλάει πάνω στο πάτωμα, το έδαφος δεν είναι ίσιο).

πειραματιζόμαστε
(σελ. 67)

Στην πειραματική δραστηριότητα τα παιδιά παρατηρούν την κίνηση των σωμάτων πάνω στο θρανίο τους. Οι επιστημονικές πληροφορίες για τη δύναμη της τριβής βοηθούν τους μαθητές να ερμηνεύσουν το τι συνέβη και τα σώματα στα οποία άσκησαν δύναμη μετά από λίγο σταμάτησαν να κινούνται.

δραστηριότητα
(σελ. 68)

Πραγματοποιώντας τη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές διαπιστώνουν την ύπαρξη της δύναμης της τριβής παρατηρώντας τα αποτελέσματα της, δηλαδή τη δυσκολία στην κίνηση των βιβλίων κατά την α' δοκιμή και τη β' δοκιμή. Αναμένεται να παρατηρήσουν ότι αισθάνθηκαν τη δύναμη της τριβής και στο ξεκίνημα και κατά τη διάρκεια της κίνησης των βιβλίων.

δραστηριότητα
(σελ. 69)

Με αφορμή τις εικόνες του βιβλίου τα παιδιά συζητούν για το πού εμφανίζεται η δύναμη της τριβής. Από τη συζήτηση αναμένεται να προκύψει ότι η δύναμη της τριβής εμφανίζεται όταν ένα σώμα κινείται πάνω σε ένα άλλο.

συζητάμε
στην τάξη
(σελ. 69)

Στη συνέχεια αναφέρουν περιπτώσεις από την καθημερινή τους ζωή που σχετίζονται με τη δύναμη της τριβής (π.χ. στη μετακίνηση του θρανίου καθώς το σπρώχνουμε, στο γράψιμο με το μολύβι ή την κιμωλία, στο περπάτημα μας κ.ά.) .

Στην ερώτηση σε ποια κατηγορία δυνάμεων ανήκει η τριβή οι μαθητές αναμένεται να σημειώσουν (ν) στη δύναμη επαφής.

Σημειώσεις

Από τι εξαρτάται η δύναμη της τριβής (I)

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να ανακαλύψουν ότι η δύναμη της τριβής εξαρτάται από το είδος της επιφάνειας πάνω στην οποία κινείται το σώμα.

Υλικά

<ul style="list-style-type: none">• 5 σχολικά βιβλία• 1 βιβλίο με σκληρό εξώφυλλο (για κεκλιμένο επίπεδο)• σπάγκο• 1 γυαλόχαρτο (20εκ.χ20εκ.)	<ul style="list-style-type: none">• πλαστελίνη• 1 χάρακας• 1 φύλλο φωτοτυπικού• 1 μεγεθυντικός φακός
--	---

Σημείωση:

- Ο αριθμός των υλικών αφορά μία ομάδα εργασίας.

Περιγραφή δραστηριοτήτων

εκφράζουμε τις απόψεις μας (σελ. 70)

Οι οδηγίες για τη συμπεριφορά ενός καλού οδηγού και ιδιαίτερα οι συμβουλές για την οδήγηση τις βροχερές ημέρες, δίνουν την αφορμή στους μαθητές να σκεφτούν και να εκφράσουν τις απόψεις τους για το πώς συμβαίνει τα αυτοκίνητα να γλιστρούν περισσότερο τις μέρες αυτές όταν φρενάρουν οι οδηγοί τους.

Ο δάσκαλος καταγράφει στον πίνακα τις απόψεις των ομάδων και καλεί τους μαθητές να τις ομαδοποιήσουν ανάλογα με το αν: α) στις ερμηνείες αναφέρεται η δύναμη της τριβής (π.χ. όταν ο δρό-

μος είναι βρεγμένος η δύναμη της τριβής ελαττώνεται, ή δεν υπάρχει), β) στις ερμηνείες αναφέρεται αλλαγή μόνο στην επιφάνεια και όχι στη δύναμη της τριβής (π.χ. ο βρεγμένος δρόμος γλιστράει περισσότερο από το στεγνό).

πειραματιζόμαστε
(σελ. 70-72)

Οι μαθητές πειραματίζονται προκειμένου να ελέγξουν τις απόψεις τους και να ανακαλύψουν τη σχέση της τριβής με την επιφάνεια στην οποία κινείται ένα σώμα.

Κατασκευάζουν ένα κεκλιμένο επίπεδο ακολουθώντας τις οδηγίες του βιβλίου. Προσπαθούν να στερεώσουν καλά τα μέρη(βιβλία) τις κατασκευές τους ώστε να μη μετακινούνται σε κάθε δοκιμή. Συμφωνούν στην ομάδα τους για το σημείο στην επιφάνεια του κεκλιμένου βιβλίου απ' όπου θα ξεκινά η κάθε δοκιμή. Πριν πραγματοποιήσουν τις δοκιμές τους συζητούν στην τάξη για το λόγο που θα επαναλάβουν 3 φορές την ίδια διαδικασία και θα υπολογίσουν το μέσο όρο των μετρήσεων τους. Ο δάσκαλος μπορεί να διευκολύνει τη συζήτηση αναφέροντας αντίστοιχες ενέργειες των επιστημόνων, οι οποίοι επαναλαμβάνουν μια μέτρηση πολλές φορές προκειμένου να οδηγηθούν σε ασφαλή και πιο ακριβή συμπεράσματα.

δραστηριότητα
(σελ. 72)

Αφού πραγματοποιήσουν τις δοκιμές κίνησης του νομίσματος στο χαρτί και στο γυαλόχαρτο, παρατηρούν τις επιφάνειες των σωμάτων αυτών προκειμένου να διαπιστώσουν διαφορές και να συσχετίσουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων τους με το είδος της κάθε επιφάνειας.

Οι μαθητές αναμένεται να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι:

συμπεραίνουμε
(σελ. 75)

Η δύναμη της τριβής εξαρτάται από το είδος της επιφάνειας πάνω στην οποία κινείται ένα σώμα. Όσο πιο τραχιά(ανώμαλη) είναι η επιφάνεια τόσο μεγαλύτερη δύναμη τριβής εμφανίζεται.

Από τι εξαρτάται η δύναμη της τριβής (II)

- Η τριβή στη ζωή μας

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να ανακαλύψουν ότι η δύναμη της τριβής εξαρτάται από το βάρος του σώματος.
- Να επινοήσουν τρόπους αύξησης και ελάττωσης της τριβής.
- Να συσχετίσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την τριβή με τεχνολογικά επιτεύγματα που στηρίζονται σε ανάλογες εφαρμογές.

Υλικά

<ul style="list-style-type: none">• 1 δυναμόμετρο• 2 ίδια σχολικά βιβλία• σπάγκο• γυαλόχαρτο• 1 ψαλίδι• κόλλα	<ul style="list-style-type: none">• πλαστελίνη• κρέμα χεριών• 1 κομμάτι ξύλο (10εκ. χ 5εκ. χ 5εκ.) στο οποίο έχουμε καρφώσει ένα άγκιστρο	Σημείωση: <ul style="list-style-type: none">• Ο αριθμός των υλικών αφορά μία ομάδα εργασίας.
--	---	--

Περιγραφή δραστηριοτήτων

πειραματιζόμαστε
(σελ. 74)

Οι μαθητές συνεχίζουν τη διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν τη δύναμη της τριβής. Στο 5ο Φύλλο Εργασίας ανακάλυψαν ότι η δύναμη της τριβής εμφανίζεται τόσο στο ξεκίνημα όσο και κατά τη διάρκεια της κίνησης ενός σώματος πάνω σε άλλο. Στην πρώτη πειραματική δρα-

στηριότητα τα παιδιά μετρούν τη δύναμη στο ξεκίνημα της κίνησης των βιβλίων πάνω στο θρανίο. Πριν πραγματοποιήσουν τις δοκιμές τους καλό είναι να συζητήσουν για το τι ακριβώς μετρούν με το δυναμόμετρο στο συγκεκριμένο πείραμα. Ο δάσκαλος μπορεί να διευκολύνει τη συζήτηση καλώντας τους μαθητές να ανατρέξουν στα συμπεράσματα που κατέγραψαν για τη δύναμη της τριβής στο 5ο Φύλλο Εργασίας.

Στη συνέχεια, ένας μαθητής από κάθε ομάδα τραβά με το δυναμόμετρο πρώτα το ένα και κατόπιν τα δύο βιβλία. Οι υπόλοιποι μαθητές παρατηρούν κάθε φορά την ένδειξη του δυναμόμετρου τη στιγμή που άρχισε η κίνηση του σώματος (1 βιβλίο -2 βιβλία). Καταγράφουν τις ενδείξεις του δυναμόμετρου στον αντίστοιχο πίνακα του βιβλίου. Για παράδειγμα:

	Είδος επιφάνειας	Ένδειξη του δυναμόμετρου
ένα βιβλίο	λεία επιφάνεια (θρανίο)	π.χ.150ρ
δύο βιβλία	λεία επιφάνεια (θρανίο)	π.χ.300ρ

μολύβι
(σελ. 75)

Αναμένεται να σημειώσουν ότι η δύναμη της τριβής ήταν μεγαλύτερη στη δεύτερη περίπτωση (2 βιβλία) και ότι η διαφορά αυτή οφείλεται στην αύξηση του βάρους του σώματος.

Στη συνέχεια τα παιδιά συζητούν στην τάξη για τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων τους. Το τι παρέμενε σταθερό(είδος επιφάνειας) και το τι άλλαξε (βάρος του σώματος) στην πειραματική τους διάταξη καθώς και το συμπέρασμα που κατέληξαν στο προηγούμενο Φύλλο Εργασίας, θα οδηγήσει τους μαθητές να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι η δύναμη της τριβής εξαρτάται και από το βάρος του σώματος.

πειραματιζόμαστε
(σελ. 75)

Οι μαθητές εφαρμόζουν όσα ανακάλυψαν για τη δύναμη της τριβής και τους παράγοντες που την επηρεάζουν δοκιμάζοντας να την αυξήσουν ή να την ελαττώσουν. Ο δάσκαλος καλεί τους μαθητές να συζητήσουν για το πώς θα μπορούσαν να επιτύχουν το στόχο τους χωρίς να καταστρέψουν ή να λερώσουν την επιφάνεια του θρανίου τους. Αναμένεται να σκεφτούν να προκαλέσουν αλλαγές στην επιφάνεια του σώματος η οποία έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια του θρανίου.

Τα παιδιά επινοούν τρόπους χρησιμοποιώντας τα υλικά που έχουν στη διάθεση τους και περιγράφουν τις ενέργειες και τις μετρήσεις τους στον αντίστοιχο πίνακα του βιβλίου τους. Για παράδειγμα:

Δοκιμές	Ενέργειες που κάναμε	Ένδειξη του δυναμόμετρου
A	χωρίς αλλαγές	π.χ.100ρ
B	αλείψαμε την κάτω επιφάνεια με κρέμα	π.χ.75ρ
Γ	κολλήσαμε στην κάτω επιφάνεια του ξύλου ένα κομμάτι γυαλόχαρτο	π.χ.125ρ

Για να αυξήσουμε την τριβή

Για να μειώσουμε την τριβή

δημιουργήσαμε πιο τραχιά επιφάνεια

δημιουργήσαμε πιο λεία επιφάνεια

συζητάμε
στην τάξη
(σελ. 76)

Οι εικόνες δίνουν την αφορμή στους μαθητές να συσχετίσουν τις επινοήσεις τους για την αύξηση και την ελάττωση της τριβής με ανάλογα τεχνολογικά επιτεύγματα (λάστιχα αυτοκινήτου, σόλες παπουτσιών). Αναφέρουν και άλλα παραδείγματα από τις εμπειρίες τους που αφορούν τη δύναμη της τριβής(το λάδωμα των μεντεσέδων στις πόρτες, τα ανάγλυφα σκαλοπάτια, το ταλκ που χρησιμοποιούν οι αθλητές στις ρίψεις ή στα βάρη, ανά-

γλυφές χειρολαβές, λιπαντικά για μηχανές αυτοκίνητων ή για αλυσίδες ποδηλάτων κ.ά.)

Σημείωση: Το πρόβλημα που υπάρχει στο τέλος του Φύλλου Εργασίας μπορεί να δοθεί ως εργασία για το σπίτι.

Σημειώσεις

Η σημασία του τροχού στη ζωή μας

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να συνδέσουν τη χρήση των τροχών με την ελάττωση της τριβής.
- Να συνειδητοποιήσουν τη σημασία του τροχού στην τεχνολογική εξέλιξη.

Υλικά

<ul style="list-style-type: none">• 1 κουτί με αναψυκτικό• 4 κυλινδρικά μολύβια ή 4 καρούλια από κλωστές	<ul style="list-style-type: none">• δυναμόμετρο• 1 σχολικό βιβλίο• σπάγκο
---	---

Σημείωση:

- Ο αριθμός των υλικών αφορά μία ομάδα εργασίας.

Περιγραφή δραστηριοτήτων

Σ' αυτό το Φύλλο Εργασίας οι μαθητές ανακαλύπτουν το ρόλο του τροχού σε ανθρώπινες δραστηριότητες, ακολουθώντας τα βήματα της τεχνολογικής εξέλιξης του από τα αρχαία χρόνια ως σήμερα.

συζητάμε
στην τάξη
(σελ. 77)

Οι επινοήσεις των ανθρώπων για τη μετακίνηση σωμάτων με μεγάλο βάρος στα αρχαία χρόνια αλλά και στα σημερινά, δίνουν την αφορμή να συζητήσουν οι μαθητές για τα αποτελέσματα αυτών των επινοήσεων και για τα εμπόδια που ξεπερνιούνται (η μεγάλη δύναμη της τριβής).

<p>πειραματιζόμαστε (σελ. 77)</p>	<p>Τα παιδιά δοκιμάζουν να μετακινήσουν ένα κουτί αναψυκτικού πάνω στην επιφάνεια του θρανίου τους (το σπρώχνουν, το αφήνουν να κυλήσει). Αναμένεται να συσχετίσουν την εύκολη μετακίνηση του κουτιού με το είδος της επιφάνειας του (κυλινδρική).</p>
<p>δραστηριότητα (σελ. 78)</p>	<p>Στη συνέχεια δοκιμάζουν να κινήσουν το χέρι τους πάνω στο θρανίο και καλούνται να συνδέσουν τη δυσκολία που αισθάνονται με τη δύναμη της τριβής που εμποδίζει την κίνηση του χεριού. Τα κυλινδρικά μολύβια που χρησιμοποιούν για τη μετακίνηση του χεριού τους στο επόμενο βήμα της δραστηριότητας, τους βοηθά να συνδέσουν τη χρήση κυλινδρικών σωμάτων για τη μείωση της τριβής.</p>
<p>πειραματιζόμαστε (σελ. 79)</p>	<p>Προκειμένου να ελέγξουν την ορθότητα της υπόθεσης που έκαναν στην προηγούμενη δραστηριότητα, καλούνται να πειραματιστούν και να μετρήσουν τη δύναμη της τριβής για να εντοπίσουν πιθανές διαφορές της όταν το σώμα κινείται πάνω σε κυλινδρικά αντικείμενα(μολύβια). Συγκρίνοντας τις ενδείξεις του δυναμόμετρου σε κάθε δοκιμή, οι μαθητές αναμένεται να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι:</p>
<p>συμπεραίνουμε (σελ. 79)</p>	<p>Η μείωση της δύναμης της τριβής οφείλεται στη χρήση των κυλινδρικών αντικειμένων (μολύβια-καρούλια) κατά τη μετακίνηση του σώματος (βιβλίου).</p>
<p>συζητάμε στην τάξη (σελ. 79)</p>	<p>Η συσχέτιση της πειραματικής διάταξης που χρησιμοποίησαν τα παιδιά προηγούμενα, τα οδήγει να συνδέσουν τα κυλινδρικά αντικείμενα της διάταξης(μολύβια-καρούλια) με τους τροχούς ενός αυτοκινήτου.</p> <p>Στο 2ο βήμα της δραστηριότητας οι μαθητές παρατηρούν πως δεν είναι δυνατό να μετακινηθεί το βιβλίο σε μεγάλη απόσταση πάνω στο θρανίο, διότι οι «τροχοί» του ξεφεύγουν από το βιβλίο</p>

συζητάμε
στην τάξη
(σελ. 79)

κατά τη διάρκεια της κίνησης.

Συζητούν στην τάξη για τη δυσκολία που προέκυψε και προτείνουν λύσεις. Οι πληροφορίες στη σελ.80 παρουσιάζουν τον τρόπο που ο άνθρωπος ξεπέρασε το πρόβλημα επινοώντας τον άξονα.

Σημείωση: Η δραστηριότητα για το ρόλο του τροχού στη ζωή του ανθρώπου μπορεί να δοθεί ως εργασία για το σπίτι. Μπορεί, επίσης, να ζητηθεί να περιγράψουν οι μαθητές την εξέλιξη του τροχού συνοψίζοντας τις δικές τους ενέργειες στις δραστηριότητες αυτού του Φύλλου Εργασίας.

Σημειώσεις

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Οι μοχλοί και η χρησιμότητά τους

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να ανακαλύψουν τον τρόπο λειτουργίας ενός μοχλού.
- Να συνειδητοποιήσουν τη σημασία του μοχλού στην τεχνολογική εξέλιξη.

Υλικά

• ξύλο μήκους 1μ. ή σκουπόξυλο • υποδεκάμετρο	• μικρή πένσα • ψαλίδι • καρυοθραύστης
--	--

Σημείωση:

- Ο αριθμός των υλικών αφορά μία ομάδα εργασίας.

Περιγραφή δραστηριοτήτων

εκφράζουμε τις
απόψεις μας
(σελ. 81)

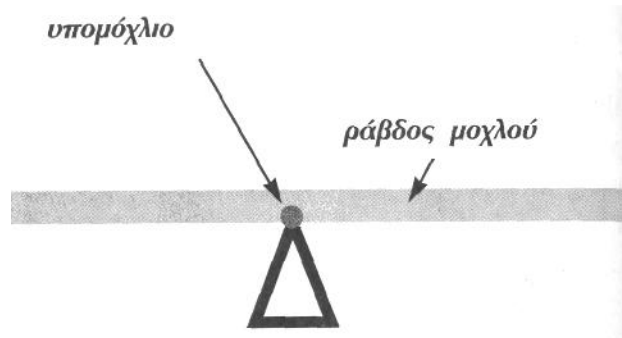
Οι εμπειρίες των παιδιών από το παιχνίδι με την τραμπάλα καθώς και ο προβληματισμός του παιδιού της εικόνας θα τα οδηγήσει να σκεφτούν και να γράψουν τις απόψεις τους για τον τρόπο λειτουργίας της τραμπάλας.

πειραματιζόμαστε
(σελ. 81}

Τα παιδιά ακολουθούν τα βήματα της πειραματικής δραστηριότητας προκειμένου να ανακαλύψουν τον τρόπο λειτουργίας ενός μοχλού. Καταγράφουν τις ενέργειες τους και ανακοινώνουν στην τάξη τα αποτελέσματα των πειραματισμών τους.

Οι επιστημονικές πληροφορίες βοηθούν τους μαθητές να αντιστοιχίσουν τα μέρη ενός μοχλού με τα μέρη της δικής τους κατασκευής, (καρέκλα- υ-

πομόχλιο, ξύλο- ράβδος μοχλού). Επαναλαμβάνουν το ίδιο για την τραμπάλα που απεικονίζεται στην εικόνα της σελ. 83. Αναμένεται να σημειώσουν ως υπομόχλιο το στήριγμα του οριζόντιου δοκαριού και ως ράβδο του μοχλού, το οριζόντιο δοκάρι της τραμπάλας.



εκφράζουμε τις απόψεις μας (σελ. 83)

Στην ερώτηση «Τι θα συνέβαινε αν η τραμπάλα στηριζόταν στη θέση Γ;» τα παιδιά αναμένεται να απαντήσουν ότι το παιδί δεν θα καταφέρει να σηκώσει το φίλο του ή ότι θα χρειαστεί να βάλει πολύ μεγαλύτερη δύναμη.

Στο 3ο βήμα της πειραματικής δραστηριότητας οι μαθητές δοκιμάζουν να ασκήσουν δυνάμεις στο μοχλό (καρέκλα- ξύλο) απομακρύνοντας το υπομόχλιο (καρέκλα) από το σημείο του ξύλου που ασκούν τη δύναμη. Προκειμένου να είναι αποτελεσματικές οι παρατηρήσεις των παιδιών, ο δάσκαλος μπορεί να προτείνει στους μαθητές:

- α) να σημειώσουν πάνω στην ξύλινη ράβδο το σημείο που θα ασκούν δύναμη σε κάθε τους δοκιμή,
- β) να ορίσουν σε κάθε ομάδα έναν παρατηρητή που θα ασκήσει δυνάμεις και στις τρεις δοκιμές (20εκ. ,40εκ. ,60εκ.).

συζητάμε στη τάξη (σελ. 84)

Οι μαθητές με βάση τα αποτελέσματα των δοκιμών τους συζητούν στην τάξη για τη σχέση της απόστασης του υπομόχλιου από το σώμα που ανυψώνεται με τη δύναμη που ασκείται στη ράβδο του μοχλού.

συμπεραίνουμε
(σελ. 84)

Όσο μικραίνει η απόσταση του υπομόχλιου από το σώμα που θέλουμε να μετακινήσουμε ή να ανυψώσουμε τόσο μικρότερη δύναμη χρειάζεται να ασκήσουμε στη ράβδο του μοχλού.

Στη συνέχεια, τα παιδιά καλούνται να ερμηνεύσουν τον τρόπο λειτουργίας της τραμπάλας (αρχικό ερώτημα του φύλλου εργασίας) με βάση τα συμπεράσματά τους για τη λειτουργία των μοχλών.

δραστηριότητα
(σελ. 84)

Προκειμένου να διαπιστώσουν οι μαθητές την εφαρμογή των ιδιοτήτων των μοχλών στην κατασκευή εργαλείων, καλούνται να παρατηρήσουν απλά εργαλεία (πένσα, ψαλίδι, καρυοθραύστη) και να περιγράψουν τον τρόπο λειτουργίας τους. Περιμένουμε να χαρακτηρίσουν ως υπομόχλιο τη βίδα που επιτρέπει να περιστρέφονται γύρω απ' αυτήν οι δυο ράβδοι.

Στη συνέχεια τα παιδιά συζητούν για τη φράση του Αρχιμήδη

«Δώστε μου πού να πατήσω και θα κινήσω και τη Γη».

Ο Αρχιμήδης θέλοντας να τονίσει την αποτελεσματικότητα των μοχλών στην μετακίνηση μεγάλων βαρών ασκώντας μικρή δύναμη, είπε την παραπάνω φράση εννοώντας πως αν υπάρξει σημείο στο διάστημα για να λειτουργήσει σαν υπομόχλιο τότε μπορεί να μετακινηθεί και η Γη.

Σημειώσεις

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Φύλλο Εργασίας 10

Οι τροχαλίες

Σημείωση: Σε περίπτωση που για τα προηγούμενα φύλλα εργασίας απαιτήθηκε περισσότερος από τον προβλεπόμενο διδακτικό χρόνο, το 7ο φύλλο εργασίας μπορεί να μη διδαχθεί.

Διδακτικοί στόχοι

Οι μαθητές:

- Να κατασκευάσουν μια απλή και μια διπλή τροχαλία.
- Να συγκρίνουν τα αποτελέσματα από τη χρήση μιας απλής και μιας διπλής τροχαλίας.

Υλικά

<ul style="list-style-type: none">• δυναμόμετρο• 3 καρούλια κουβαρίστρας• σκληρό σύρμα• άμμος• σπάγκο	<ul style="list-style-type: none">• 2 πλαστικά κυπελάκια από γιουρτί• μικρή πένσα• σπόρους φακής ή φασολιών
---	---

Σημείωση:

- Ο αριθμός των υλικών αφορά μία ομάδα εργασίας.

Περιγραφή δραστηριοτήτων

συζητάμε στην τάξη (σελ. 85)

ομαδική εργασία (σελ. &5)

Η εμπειρία των παιδιών από την ανύψωση της σχολικής σημαίας αποτελεί αφορμή για να σκεφτούν και να σχεδιάσουν στην αντίστοιχη εικόνα του φύλλου εργασίας την κατεύθυνση της δύναμης που ασκούμε στο σχοινί καθώς και την κατεύθυνση της κίνησης της σημαίας.

Τα παιδιά κατασκευάζουν μια απλή τροχαλία ακολουθώντας τις οδηγίες του φύλλου εργασίας. Ο

συζητάμε
στην τάξη
(σελ, 87)

δάσκαλος βοηθά τους μαθητές σε ενέργειες που ίσως είναι δύσκολο να πραγματοποιήσουν, (κόψιμο του σύρματος, άνοιγμα τρύπας στα πλαστικά κυπελάκια, στερέωμα των τροχαλιών σε σταθερό σημείο στην τάξη κλπ.).

Από τη σύγκριση των ενδείξεων του δυναμόμετρου πριν και μετά την ανύψωση αναμένεται να συμπεράνουν τα παιδιά ότι με τη χρήση της απλής τροχαλίας καταφέρνουμε να ανυψώσουμε ένα σώμα, αλλά η δύναμη που χρησιμοποιούμε είναι ίση με το βάρος του.

Στη συνέχεια παρατηρούν την τροχαλία που φαίνεται στην εικόνα της σελ. 87 προκειμένου να εντοπίσουν διαφορές με την απλή τροχαλία που κατασκεύασαν.

Κατασκευάζουν μια διπλή τροχαλία με σκοπό να παρατηρήσουν τον τρόπο που αυτή λειτουργεί. Πραγματοποιούν μετρήσεις με το δυναμόμετρο και συγκρίνουν τα αποτελέσματα.

Αναμένεται να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι με τη χρήση της διπλής τροχαλίας καταφέρνουμε να ανυψώσουμε ένα σώμα και ότι η δύναμη που ασκούμε είναι η μισή από το βάρος του σώματος.

Τα παιδιά παρατηρούν τις εικόνες τις σελ. 89 και συζητούν για την τεχνολογική εξέλιξη και τη σχέση της με τις απλές μηχανές.

συζητάμε
στην τάξη
(σελ. 89)

Σημειώσεις

.....
.....
.....
.....
.....
.....

