

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 3: ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Εισαγωγικό σημείωμα

Στην εισαγωγική συζήτηση του κεφαλαίου μπορώ να προκαλέσω το ενδιαφέρον των μαθητών δείχνοντας μια διαφάνεια ή την εικόνα του βιβλίου στην οποία παρουσιάζονται διαστημικά ταξίδια. Συζητώ με τους μαθητές για τις τεράστιες δυνάμεις που απαιτούνται για την ανύψωση των διαστημικών λεωφορείων, για τις δυνάμεις που συγκρατούν τους δορυφόρους και τους πλανήτες σε τροχιά γύρω από τον ήλιο και για τις δυνάμεις που συγκροτούν τα άτομα και τους πυρήνες τους.

§3.1, 3.2 Η έννοια της δύναμης – Μέτρηση της δύναμης – Ο διανυσματικός χαρακτήρας της δύναμης – Είδη δυνάμεων

Οι δύο αυτές παράγραφοι αναφέρονται στην έννοια και τη μέτρηση της δύναμης, στο διανυσματικό της χαρακτήρα και στα είδη των δυνάμεων που αναπτύσσονται μεταξύ των σωμάτων. Περιγράφονται αναλυτικότερα οι ιδιότητες του βάρους και της τριβής. Δίνονται οδηγίες για το σχεδιασμό των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα.

Εναπλακτικές ιδέες των μαθητών για τις δυνάμεις

Δύναμη: Πολλοί μαθητές συχνά συνδέουν τη λέξη δύναμη με την ανθρώπινη δραστηριότητα, οπότε δυσκολεύονται να αποδεχτούν ότι τα άψυχα αντικείμενα, όπως το έδαφος, το πάτωμα, ο τοίχος, ασκούν δυνάμεις. Θεωρούν ότι αυτά τα αντικείμενα απλώς ανθίστανται ή εμποδίζουν άλλα αντικείμενα να πέσουν. Ιδιαίτερα δύσκολα οι μαθητές κατανοούν το διανυσματικό χαρακτήρα των δυνάμεων. Έχοντας συνηθίσει να εργάζονται με μονόμετρα αριθμητικά μεγέθη, έχουν την τάση να προσθέτουν τις δυνάμεις όπως τους αριθμούς.

Δύναμη και κίνηση: Πολλοί μαθητές πιστεύουν ότι:

- Άν ένα σώμα είναι ακίνητο, δεν ασκείται σ' αυτό δύναμη.
- Κάθε κίνηση προϋποθέτει την άσκηση μιας δύναμης κατά τη διεύθυνσή της.
- Η κίνηση με σταθερή ταχύτητα προϋποθέτει την άσκηση δύναμης στο σώμα.

Οι μαθητές δηλαδή διατηρούν την άποψη του Αριστοτέλη για την κίνηση. Προετείνοντας αυτή την άποψη, θεωρούν ότι η δύναμη που ασκείται σ' ένα σώμα είναι ανάλογη με την ταχύτητα του σώματος (και όχι της επιτάχυνσης).

- Η κίνηση πραγματοποιείται πάντοτε στη διεύθυνση της δύναμης.

Βάρος: Πολλοί μαθητές θεωρούν το βάρος ως ιδιότητα κάθε σώματος και όχι ως (βαρυτική) δύναμη που ασκείται από κάποιο άλλο σώμα, όπως η Γη.

Επίσης συχνά συγχέουν το βάρος με τη μάζα.

Δράση-Αντίδραση: Οι μαθητές δεν αντιμετωπίζουν πάντοτε τη δράση και την αντίδραση ως δυνάμεις αλληλεπίδρασης. Η δράση συχνά αναφέρεται ως κάποια μεταβολή που επηρεάζει ένα σώμα, ενώ η αντίδραση ως μια μεταβολή που προκύπτει ως αποτέλεσμα της δράσης. Οι μαθητές δεν κατανοούν ότι οι δυο δυνάμεις ασκούνται σε διαφορετικά σώματα. Ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα συχνά θεωρείται ως παράδειγμα ίσων και αντίθετων δυνάμεων που προκαλούν ισορροπία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. R. Driver, A. Squires, P. Rushworth, V. Wood-Robinson. "Οικοδομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών- Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών", Εκδόσεις Τυπωθήτω, Γιώργος Δάρδανος, Αθήνα 1998.
- R. Thornton. "Conceptual Dynamics", Thinking Physics for teaching, Carlo Bernardini, Plenum Press, New York, 1995.
- Χρήστος Ιωαννίδης και Στέλλα Βοσινάδου, «Νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών για την έννοια της δύναμης», Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου, Gutenberg, Αυγούστη 1994.
- L. Viennot and S. Rozier. "Pedagogical outcomes of Research in science education: Examples in mechanics and thermodynamics", The content of science, The falmer Press, USA, 1995.

Σύνδεση με προηγούμενη γνώση

Στην κινηματική προβλήθηκε ο διανυσματικός χαρακτήρας της μετατόπισης, της ταχύτητας και της μεταβολής της ταχύτητας. Η μελέτη του διανυσματικού χαρακτήρα των μεγεθών αυτών εστιάστηκε κυρίως σε διανύσματα που βρίσκονται πάνω σε άξονα. Έτσι, η κατεύθυνση των διανυσμάτων αυτών καθορίζεται από το σχετικό προσανατολισμό τους ως προς τον άξονα πάνω στον οποίο βρίσκονται: Εκείνα που έχουν την ίδια κατεύθυνση με τη θετική κατεύθυνση του άξονα έχουν θετική τιμή (+) και τα άλλα αρνητική (-).

Στόχοι

Ο μαθητής να αποκτήσει την ικανότητα:

1. Να προσεγγίζει την έννοια της δύναμης μέσω των μεταβολών που προκαλεί στην κίνηση ή στο σχήμα των σωμάτων. Να φέρνει παραδείγματα σωμάτων πάνω στα οποία ενεργούν δυνάμεις.
2. Να περιγράφει την αλληλεπίδραση δύο σωμάτων προσδιορίζοντας τις δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους.
3. Να φέρνει παραδείγματα δυνάμεων επαφής και δυνάμεων που ενεργούν από σταση και να τις σχεδιάζει.
4. Να διατυπώνει το νόμο του Χουκ και να τον χρησιμοποιεί για να εξηγεί τη λειτουργία των δυναμομέτρων.
5. Να περιγράφει τα χαρακτηριστικά της δύναμης της βαρύτητας και να την προσδιορίζει ως δύναμη που προκύπτει από τη βαρυτική αλληλεπίδραση της γης με τα διάφορα σώματα.

ΦΥΣΙΚΗ Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

6. Να περιγράφει τα χαρακτηριστικά της δύναμης της τριβής και να τη σχεδιάζει σε συγκεκριμένες εφαρμογές.
7. Να σχεδιάζει τις δυνάμεις που ενεργούν σε ένα σώμα, σε συγκεκριμένες εφαρμογές.

Διαθεματικές έννοιες

Η αλληλεπίδραση και η μεταβολή αποτελούν τις θεμελιώδεις έννοιες της διαθεματικής προσέγγισης του Δ.Ε.Π.Π.Σ που διατρέχουν τη μελέτη της δύναμης. Η δύναμη μελετάται ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης δύο ή περισσότερων σωμάτων, που προκαλεί τη μεταβολή της κινητικής κατάστασης ή του σχήματός τους. Όλες οι περιγραφές, οι δραστηριότητες και οι διδακτικές ενέργειες που αποσκοπούν στην κατανόηση ή τον λειτουργικό χειρισμό όλων των τύπων των δυνάμεων συνδέονται με την έννοια της αλληλεπίδρασης.

Ενδεικτικά διδακτικά βήματα

**Η έννοια της δύναμης – Μέτρηση της δύναμης – Ο διανυσματικός χαρακτήρας της δύναμης
Στόχοι 1, 2, 3, 4**

Η έννοια της δύναμης

Χρησιμοποιώντας εικόνες της παραγράφου 3.1 του βιβλίου, απλές δραστηριότητες μέσα στην τάξη (μετακίνηση και παραμόρφωση αντικειμένων) και παραδείγματα από την καθημερινή ζωή και ζητώ από τους μαθητές να περιγράψουν καταστάσεις σωμάτων πάνω στα οποία ενεργούν δυνάμεις. Ο στόχος μου είναι να τους οδηγήσω σε έναν «αιτιοκρατικό» προσδιορισμό της έννοιας της δύναμης (δύναμη είναι το αίτιο ...).

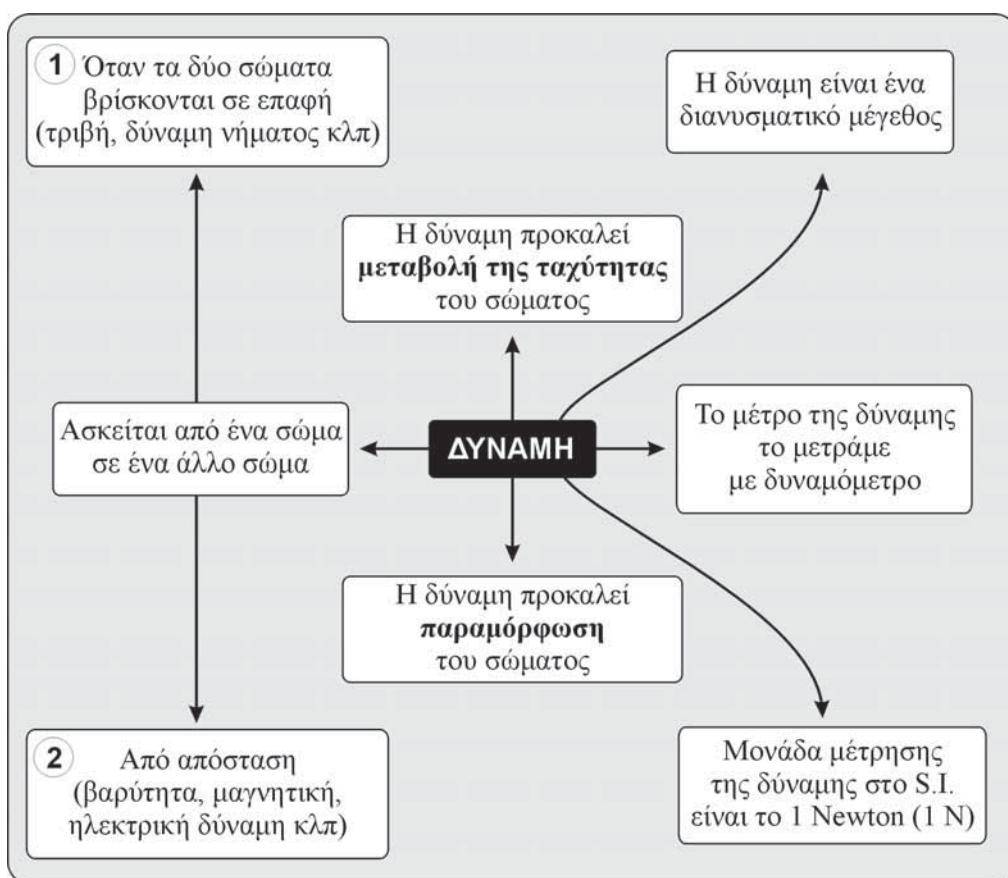
Μέτρηση της δύναμης – Νόμος του Hook

Η μέτρηση της δύναμης καλύτερα είναι να γίνει στο εργαστήριο, μέσω της αντίστοιχης εργαστηριακής άσκησης, ή με σχετικά πειράματα επίδειξης. Μπορώ να πραγματοποιήσω τον πειραματικό έλεγχο του νόμου του Hook και μέσα στην τάξη, ως πείραμα επίδειξης: Κρεμάω το ελατήριο από σταθερό σημείο (βλέπε εργαστηριακό οδηγό), σχεδιάζω τους άξονες δύναμης-επιμήκυνσης και τον πίνακα μετρήσεων στον πίνακα. Η επιμήκυνση του ελατήριου επιτυγχάνεται με βαρίδια γνωστού βάρους. Οι μαθητές καταγράφουν τις μετρήσεις στο τετράδιό τους και σχεδιάζουν το σχετικό διάγραμμα. Στη συνέχεια, με βάση το διάγραμμα, προχωρούν στον υπολογισμό της σταθεράς του ελατήριου. Τέλος, τους ζητώ να χρησιμοποιήσουν το ελατήριο και το διάγραμμα που έχουν σχεδιάσει για να υπολογίσουν το βάρος ενός σώματος που μπορούν να κρεμάσουν στο ελατήριο (για παράδειγμα ένα βιβλίο δεμένο με νήμα). Χρησιμοποιώ ένα δυναμόμετρο ή ένα ζυγό για να επιβεβαιώσω το αποτέλεσμα. Το πείραμα επίδειξης πραγματοποιεί-

ται με τη βοήθεια φύλλου εργασίας, που έχω επιμεληθεί και μοιράσει στους μαθητές (μπορώ να χρησιμοποιήσω το φύλλο εργασίας της αντίστοιχης άσκησης του εργαστηριακού οδηγού).

Συνδέω το νόμο του Hook με την κατασκευή των δυναμομέτρων και των ζυγών. Προκαλώ συζήτηση με θέμα τη σχέση Φυσικής και Τεχνολογίας: Η Φυσική περιγράφει και αναλύει τα φυσικά φαινόμενα, ενώ η Τεχνολογία χρησιμοποιεί τα πορίσματα της Φυσικής (π.χ. το νόμο του Hook) για να κατασκευάζει συσκευές (δυναμόμετρα, ζυγούς), χρήσιμες στην καθημερινή μας ζωή (ζύγιση).

Ο διανυσματικός χαρακτήρας της δύναμης αφομοιώνεται από τους μαθητές μέσω απλών δραστηριοτήτων μέσα στην τάξη, όπως αυτές που περιγράφονται στο βιβλίο του μαθητή. Δείχνω στους μαθητές ότι είναι δυνατόν να εφαρμόζω σε ένα ακίνητο σώμα δυνάμεις ίδιου μέτρου και το σώμα να κινείται κάθε φορά σε διαφορετική κατεύθυνση. Έτσι, τους καθοδηγώ στην αποδοχή του διανυσματικού χαρακτήρα της δύναμης. Επιπρόσθετα μπορώ να τους δείξω σε διαφάνεια τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά της δύναμης, χρησιμοποιώντας ένα διάγραμμα εννοιών, όπως αυτός του πιο κάτω σχήματος.



Είδη δυνάμεων – Βάρος και Τριβή – Σχεδιασμός δυνάμεων

Στόχοι 5, 6, 7

Ως έναυσμα για τη μελέτη της βαρυτικής δύναμης χρησιμοποιώ τις σχετικές εικόνες της παραγράφου 3.2 του βιβλίου του μαθητή και απλές δραστηριότητες μέσα στην τάξη. Αφήνω μια κιμωλία να πέσει και ρωτώ τους μαθητές ποια κατά την άποψή τους είναι η δύναμη που προκαλεί την κίνησή της. Χρησιμοποιώ την αντίστοιχη εικόνα του βιβλίου του μαθητή και συνδέω τη διεύθυνση του βάρους με την κατακόρυφο κάθε τόπου. Επισημαίνω τη σχετικότητα των εκφράσεων «πάνω» και «κάτω».

Με απλές δραστηριότητες και εμπειρίες από την καθημερινή ζωή δείχνω ότι όταν δύο σώματα εφάπτονται, τότε, γενικά αναπτύσσονται μεταξύ τους δυνάμεις. Προσδιορίζω τα βασικά χαρακτηριστικά της τριβής ως δύναμης επαφής και τονίζω τη σημασία της με παραδείγματα από την καθημερινή ζωή. Ζητώ από τους μαθητές να αναφέρουν δραστηριότητες από την καθημερινή τους ζωή, που έχουν σχέση με την τριβή (γράψιμο με κιμωλία ή μολύβι, περπάτημα, φρενάρισμα αυτοκινήτου κτλ).

Οι μαθητές δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ άψυχων αντικειμένων, ιδιαίτερα όταν αυτά είναι ακίνητα (π.χ. θρανίο - έδαφος, τοίχος - ανεμόσκαλα).

Ταξινομώ τις δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των σωμάτων σε δυνάμεις επαφής και δυνάμεις που ενεργούν από απόσταση. Χρησιμοποιώ πολλά παραδείγματα από την καθημερινή ζωή και τις προηγούμενες γνώσεις των μαθητών. Εισάγω την έννοια της αλληλεπίδρασης ως τη δράση δυνάμεων μεταξύ δύο σωμάτων.

Εξηγώ πώς σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται σε ένα σώμα (από απόσταση και δυνάμεις επαφής). Ζητώ από τους μαθητές να επεξεργαστούν συγκεκριμένες εφαρμογές, με σώματα που έχουν βάρος, βρίσκονται πάνω σε επιφάνειες και είναι δεμένα με νήματα.

Ερωτήσεις: 1 – Εφαρμογές: 1, 2, 3, 4

Ασκήσεις: 1

§3.3 Σύνθεση και ανάλυση δυνάμεων

§3.4, 3.5 Ισορροπία υλικού σημείου κάτω από τη δράση δυνάμεων

Εισαγωγικό σημείωμα

Στην παραγράφο 3.3 εισάγεται η έννοια της συνισταμένης δύναμης, καθώς και η ανάλυση δύναμης σε συνιστώσες. Οι μαθητές πρέπει να αφομοιώσουν τις τεχνικές σύνθεσης και ανάλυσης δυνάμεων, ώστε να μπορούν στη συνέχεια να κατανοήσουν την έννοια της ισορροπίας και να επιλύουν απλά προβλήματα ισορροπίας υλικών σημείων, κάτω από τη δράση δυνάμεων. Στις παραγράφους 3.4 και 3.5 εισάγεται η έννοια της στατικής ισορροπίας υλικού σημείου και διατυπώνεται η συνθήκη ισορροπίας. Η συνθήκη ισορροπίας

μπορεί να συνδυαστεί με τη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης «Ισορροπία υλικού στημέσου κάτω από τη δράση συγγραμμικών δυνάμεων», του εργαστηριακού οδηγού.

Στόχοι

Ο μαθητής να αποκτήσει την ικανότητα:

1. Να μπορεί να σχεδιάζει τη συνισταμένη δύο δυνάμεων και να υπολογίζει το μέτρο της όταν οι δυνάμεις είναι συγγραμμικές και όταν έχουν κάθετες διευθύνσεις. Να μπορεί να αναλύει σχηματικά μια δύναμη σε δύο κάθετες συνιστώσες.
2. Να διατυπώνει τη συνθήκη ισορροπίας δυνάμεων ή υλικού στημέσου και να τη χρησιμοποιεί στην επίλυση απλών προβλημάτων.

Ενδεικτικά διδακτικά βήματα

Εισάγω την έννοια της συνισταμένης δυνάμεων, καθώς και την ανάλυση δύναμης σε συνιστώσες, με τη βοήθεια των εφαρμογών που περιγράφονται στο βιβλίο του μαθητή. Είναι σημαντικός στόχος να αποκτήσουν οι μαθητές την ικανότητα να σχεδιάζουν δυνάμεις υπό κλίμακα με υποδεκάμετρο και μοιρογνωμόνιο, ώστε να μπορούν να συνθέτουν και να αναλύουν δυνάμεις με γραφική μέθοδο. Για να πετύχω αυτό το στόχο, χρησιμοποιώ τις σχετικές εικόνες της παραγράφου 3.3 του βιβλίου του μαθητή και βοηθώ τους μαθητές να επεξεργαστούν αρκετές εφαρμογές, με τη μορφή φύλλων εργασίας μέσα στην τάξη. Όταν οι μαθητές καλούνται να αναλύσουν μια δύναμη σε κάθετες συνιστώσες, ο υπολογισμός των μέτρων των συνιστωσών πρέπει να γίνεται με το υποδεκάμετρο και την αντίστοιχη κλίμακα.

Για την αφομοίωση της έννοιας της συνισταμένης συγγραμμικών και κάθετων δυνάμεων πραγματοποιώ τη σχετική εργαστηριακή άσκηση είτε με τη μορφή πειράματος επίδειξης, (συνοδευόμενο από το υπάρχον στον εργαστηριακό οδηγό φύλλο εργασίας), είτε ως μετωπικό εργαστήριο. Με τη διεξαγωγή της οι μαθητές θα επιβεβαιώσουν τις αντίστοιχες μαθηματικές σχέσεις για την κάθε περίπτωση.

Εισάγω την έννοια της ισορροπίας σώματος, δείχνοντας διάφορα σώματα που ισορροπούν. Επισημαίνω, μέσω παραδειγμάτων, ότι κοινό χαρακτηριστικό των σωμάτων που ισορροπούν είναι η μηδενική συνισταμένη των δυνάμεων που ενεργούν πάνω τους. Επεκτείνω τη συνθήκη ισορροπίας δυνάμεων και στην περίπτωση της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης των σωμάτων, χρησιμοποιώντας νοητικά πειράματα (για παράδειγμα: Ποια δύναμη προκαλεί το μηδενισμό της ταχύτητας σώματος που αφήνουμε να κινηθεί πάνω σε οριζόντιο επίπεδο; Τι θα συμβεί αν το σώμα κινείται πάνω σε μια παγωμένη λίμνη με ελάχιστη τριβή; Τι θα συμβεί αν η τριβή είναι μηδέν;). Διατυπώνω τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα. Ζητώ από τους μαθητές να εφαρμόσουν τη συνθήκη ισορροπίας στην επίλυση απλών προβλημάτων. Τους επισημαίνω τη διαφορά μεταξύ της συνισταμένης ενός συνόλου δυνάμεων και της δύναμης που τις εξισορροπεί (είναι η αντίθετη της συνισταμένης τους).

Ερωτήσεις: 2, 3, 4 – Εφαρμογές: 5, 6, 7, 8, 9

Άσκησεις: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

§3.6 Δύναμη και μεταβολή της ταχύτητας

§3.7 Δύναμη και αλληλεπίδραση

Εισαγωγικό σημείωμα

Στις δύο αυτές παραγράφους αναπτύσσεται περιληπτικά και χωρίς να αναφέρονται πολλές εφαρμογές, ο 2ος και ο 3ος νόμος του Νεύτωνα. Οι νόμοι αυτοί θα διδαχτούν με αρκετές λεπτομέρειες στο Λύκειο. Γίνεται μια ποσοτική συσχέτιση της συνισταμένης δύναμης που ασκείται πάνω σε ένα σώμα με τη μεταβολή της ταχύτητάς του και εισάγεται η έννοια της αδράνειας και του μέτρου της, της μάζας του σώματος. Αναπτύσσεται σύντομα η σχέση μεταξύ βάρους του ενός σώματος και της μάζας του. Στη συνέχεια αναλύεται, μέσω παραδειγμάτων, η έννοια της αλληλεπίδρασης μεταξύ δύο σωμάτων και η σχέση των δυνάμεων που ασκεί το ένα στο άλλο. Διατυπώνεται ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα.

Στόχοι

Ο μαθητής να αποκτήσει την ικανότητα:

1. Να υποστηρίζει μέσω παραδειγμάτων ότι η μεταβολή της ταχύτητας ενός σώματος είναι ανάλογη της συνισταμένης δύναμης που ασκείται σε αυτό.
2. Να προσεγγίζει μέσω παραδειγμάτων την έννοια της αδράνειας και να συσχετίζει την αδράνεια ενός σώματος με τη μάζα του.
3. Να διακρίνει τη μάζα από το βάρος και να γνωρίζει τη σχέση που συνδέει τα δύο αυτά μεγέθη.
4. Να συσχετίζει τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα με την έννοια της αλληλεπίδρασης δύο σωμάτων. Να χρησιμοποιεί παραδείγματα αλληλεπίδρασης σωμάτων για να δείχνει ότι οι δυνάμεις εμφανίζονται πάντοτε ως ζεύγη, που έχουν ίσα μέτρα και αντίθετες κατευθύνσεις.
5. Να σχεδιάζει τη δράση και την αντίδραση κατά την αλληλεπίδραση δύο σωμάτων, ως δύο δυνάμεις που ασκούνται σε διαφορετικά σώματα και να τις διακρίνει από δύο αντίθετες δυνάμεις, που ενεργούν σε ένα σώμα και προκαλούν την ισορροπία του.

Ενδεικτικά διδακτικά βήματα

Πραγματοποιώ όσο το δυνατόν περισσότερες δραστηριότητες μέσα στην τάξη και αναφέρομαι σε παραδείγματα από την καθημερινή ζωή, για να δείξω στους μαθητές ότι είναι εύλογο να **δεχθούμε** ότι η μεταβολή της ταχύτητας ενός σώματος είναι ανάλογη της συνισταμένης δύναμης που ασκείται πάνω του. Στη συνέχεια, πάλι μέσα από παραδείγματα, που έχουν κοινό παρονομαστή το αποτέλεσμα της δράσης κοινής (ίδιας) δύναμης σε διαφορετικά σώματα (οδοστρωτήρα – μικρό αυτοκίνητο, σιδερένια σφαίρα άθλησης – μπαλάκι του πινγκ πονγκ), εισάγω την έννοια της αδράνειας των σωμάτων και του μέτρου της, της μάζας. Πραγματοποιώ την πειραματική δραστηριότητα που

περιγράφεται στην παράγραφο 3.6 του βιβλίου του μαθητή. Σε αυτή επιδιώκω οι μαθητές να αφομοιώσουν ότι η μάζα είναι μέτρο της αδράνειας ενός σώματος. Αφήνω τη φαντασία των μαθητών να δουλέψει για να βρει λύση. Μια λύση είναι να φυσήξουν τα δύο κουτάκια με (σχεδόν) την ίδια δύναμη. Το άδειο θα κινηθεί, ενώ το γεμάτο θα παραμείνει σχεδόν ακίνητο.

Η διανυσματική σχέση μεταξύ της δύναμης και της μεταβολής της ταχύτητας που προκαλεί, μπορεί να γίνει κατανοητή από τους μαθητές, αν σε ένα αυτοκινητάκι που κινείται ομαλά, εξασκήσω σταθερή κατά μέτρο δύναμη και μεταβάλλω την κατεύθυνσή της (παράλληλα ή κάθετα). Οι μαθητές θα παρατηρήσουν ότι το αποτέλεσμα είναι διαφορετικό.

Εισάγω τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα και τη σχέση των δυνάμεων με τις οποίες αλληλεπιδρούν δύο σώματα, ως γενίκευση πειραματικών δραστηριοτήτων με δυναμόμετρα που πραγματοποιώ μέσα στην τάξη και παραδειγμάτων από την καθημερινή ζωή. Η διδασκαλία του τρίτου νόμου εμφανίζει σημαντικές δυσκολίες γιατί οι μαθητές εμφανίζουν στην πλειοψηφία τους ισχυρές εναλλακτικές απόψεις.

Η ανάδειξη των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών για τη δράση – αντίδραση

Ζητώ από τους μαθητές να πουν τι γνωρίζουν για τη δράση και την αντίδραση.

Διαλέγω δύο μαθητές διαφορετικών μαζών (έναν παχουλό, τον Α και ένα λεπτό, τον Β). Τους ζητώ να παίξουν τη διελκυστίνδα (να τραβά ο ένας τον άλλο παραμένοντας ακίνητοι). Ρωτώ γιατί ο δυο μαθητές παραμένουν ακίνητοι. Η απάντηση που πιθανότατα θα πάρετε είναι «διότι η δράση του Α είναι ίση με την αντίδραση του Β». Στη συνέχεια ζητώ από τους μαθητές Α και Β να ασκήσουν όλη τη δύναμη τους, ώστε να κινήσουν το συμμαθητή τους. Ρωτώ γιατί ο Α μαθητής κέρδισε τον Β. Η απάντηση πιθανότατα θα είναι «διότι η δράση του Α είναι μεγαλύτερη από την αντίδραση του Β».

Βοηθώ τους μαθητές να εξηγήσουν με βάση τον τρίτο και το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα τα αποτελέσματα της δραστηριότητας. Τους ζητώ να αναπαραστήσουν σχηματικά την αλληλεπίδραση των μαθητών Α και Β και να σχεδιάσουν τις δυνάμεις που ενεργούν στον καθένα τους.

Κατά τη διδασκαλία του τρίτου νόμου του Νεύτωνα, επιχειρώ να διευρύνω τη συζήτηση με τους μαθητές, ώστε να αναφέρουν αρκετά παραδείγματα αλληλεπίδρασης σωμάτων και να προσδιορίσουν σε κάθε περίπτωση τη δράση και την αντίδραση.

Ερωτήσεις: 5 – Εφαρμογές; 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

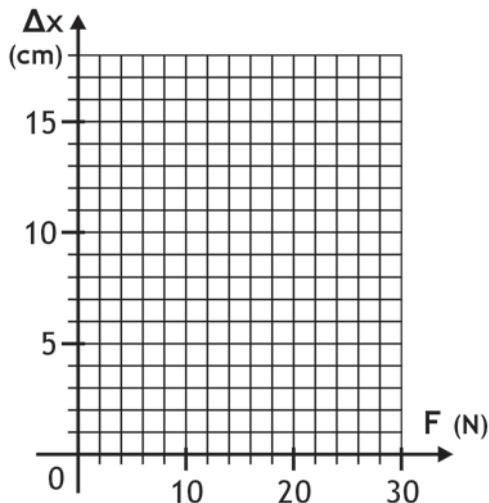
Ασκήσεις: 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**ΜΕΤΡΗΣΗ ΔΥΝΑΜΗΣ**

'Όνομα μαθητή:.....Τμήμα..... Ημερομηνία.....

- Συμπλήρωσε τον πίνακα μετρήσεων Α.
- Σύμφωνα με τις τιμές του πίνακα Α, τοποθέτησε τα πειραματικά σημεία **επιμήκυνσης (Δx)-δύναμης (F)** στο εικονιζόμενο σύστημα ορθογωνίων αξόνων. Πριν τοποθετήσεις τα σημεία, βαθμονόμησε κατάλληλα τον άξονα της επιμήκυνσης (Δx).

ΠΙΝΑΚΑΣ Α				
Μάζα m Kg	Δύναμη F N, $F=W=mg$	Θέση του άκρου του ελατηρίου, x cm	Επιμήκυνση του ελατηρίου, Δx cm	
0	0	20	0	
0,5	5	26,2		
1		32,1		
1,5		37,9		
2		44		
2,5		50,2		
3		55,8		



- Χρησιμοποίησε το διάγραμμα που σχεδίασες για να υπολογίσεις το βάρος αντικειμένου, το οποίο όταν κρέμεται από το άκρο του ελατηρίου, του προκαλεί επιμήκυνση 14 cm.

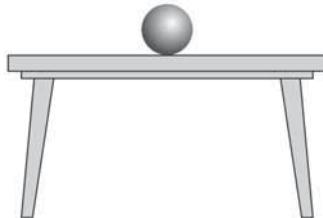
Το βάρος του αντικειμένου είναι: _____ Kg.

Φύλλο Αξιολογήσης 2

ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΥΛΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ

Όνομα μαθητή:..... Τμήμα..... Ημερομηνία.....

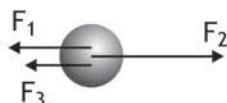
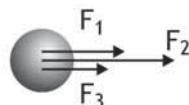
- Το σφαιρίδιο που παριστάνεται στο σχήμα **ισορροπεί** πάνω σε οριζόντιο τραπέζι. Σχεδίασε τις **δυνάμεις** που ασκούνται σ' αυτό. Αν γνωρίζεις ότι το βάρος του σφαιριδίου είναι 1,5 N, να υπολογίσεις τη δύναμη που ασκεί το τραπέζι στο σφαιρίδιο.



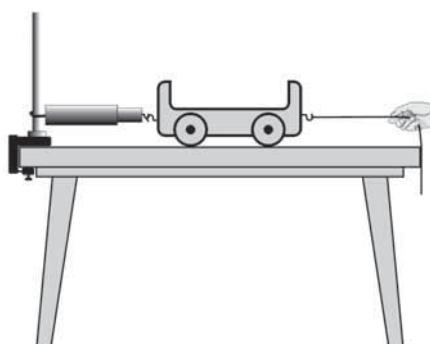
- Άφησε το σφαιρίδιο να πέσει ελεύθερα. Σχεδίασε τις **δυνάμεις** που ασκούνται σ' αυτό τη στιγμή που ξεκινά την κίνησή του.



- Υπολόγισε τη **συνισταμένη** των δυνάμεων που ασκούνται στο σφαιρίδιο, σε κάθε μια από τις εικονιζόμενες περιπτώσεις.



- Το αμαξάκι που παριστάνεται στην εικόνα **ισορροπεί**. Σχεδίασε τις **δυνάμεις** που ασκούνται σ' αυτό. Αν το βάρος του είναι 2 N και η ένδειξη του δυναμομέτρου 8 N, υπολόγισε τη δύναμη που ασκείται στο αμαξάκι από το νήμα (**τάση του νήματος**) και από το οριζόντιο τραπέζι (**κάθετη αντίδραση**).



Φύλλο Αξιολογήσεως 3

NOMOI ΝΕΥΤΩΝΑ

Όνομα μαθητή:..... Τμήμα..... Ημερομηνία.....

1. Το αυτοκίνητο, που εικονίζεται στο σχήμα, κινείται σε οριζόντιο επίπεδο δρόμο. Ξαφνικά ο οδηγός σβήνει τη μηχανή του.

- A. Σχεδίασε τις **δυνάμεις που ασκούνται στο αυτοκίνητο**.



- B. Τι είδους κίνηση θα εκτελέσει το αυτοκίνητο μέχρι ότου σταματήσει; Γιατί συμβαίνει αυτό;
-

- C. Τι θα έπρεπε να συμβαίνει, ώστε το αυτοκίνητο να κάνει κίνηση ευθύγραμμη και ομαλή; [Χρησιμοποίησε τον πρώτο και το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα για να αιτιολογήσεις την απάντησή σου.]
-
-

2. Τι πρέπει να συμβεί για να μεταβληθεί η ταχύτητα ενός κινούμενου αντικειμένου;

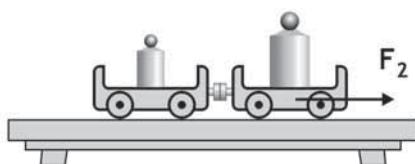
3. Ένα καρότσι μάζας $m_1=2 \text{ Kg}$ και ένα άλλο μάζας $m_2=4 \text{ Kg}$ κινούνται ευθύγραμμα και συγκρούονται μεταξύ τους.

- a. Αν κατά τη σύγκρουση, το πρώτο καρότσι ασκεί στο δεύτερο τη δύναμη (F_2) που εικονίζεται στο σχήμα, σχεδίασε τη δύναμη (F_1) που ασκεί το δεύτερο στο πρώτο.

- b. Το μέτρο της δύναμης F_2 είναι 100 N. Πόσο είναι το μέτρο της F_1 ;

- c. Ποιο από τα δύο καρότσια έχει μεγαλύτερη αδράνεια;

- d. Ποιανού καροτσιού η ταχύτητα μεταβάλλεται περισσότερο, στο ίδιο χρονικό διάστημα: Του πρώτου (μάζας 2 Kg) ή του δεύτερου (μάζας 4 Kg); [Αιτιολόγησε την απάντησή σου.]



ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ (INTERACTIVE PHYSICS)

ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΓΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ-
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΥΛΙΚΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΓΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

Όνομα μαθητή:.....Τμήμα..... Ημερομηνία.....

Μεγέθη και έννοιες που θα συναντήσεις

Δύναμη-συγγραμμικές δυνάμεις-συνισταμένη δυνάμεων-συνιστώσες δυνάμεις.

Θα μάθεις...

1. Τι είναι τα υλικά σημεία.
2. Ποιες δυνάμεις ονομάζονται συγγραμμικές.
3. Να υπολογίζεις τη συνισταμένη συγγραμμικών δυνάμεων.
4. Ποια σχέση συνδέει τις δυνάμεις που ασκούνται σε ένα υλικό σημείο το οποίο ισορροπεί.

Θυμήσου ότι:

Λέμε ότι δύναμη ασκείται σ' ένα σώμα όταν αυτό παραμορφώνεται ή μεταβάλλεται η ταχύτητά του.

Η δύναμη είναι **διανυσματικό** μέγεθος, δηλαδή για να την προσδιορίσουμε χρειαζόμαστε, εκτός από το μέτρο, την κατεύθυνσή της (ή, αλλιώς, τη διεύθυνση και τη φορά της).

Οι δυνάμεις- γενικότερα τα διανυσματικά μεγέθη – παριστάνονται με ένα βέλος. Η φορά του βέλους δείχνει την κατεύθυνση της δύναμης, ενώ το μήκος του βέλους δείχνει το μέτρο της.

Οι δυνάμεις οι φορείς των οποίων βρίσκονται στην ίδια ευθεία λέγονται **συγγραμμικές**. Οι συγγραμμικές δυνάμεις που έχουν την ίδια φορά λέμε ότι είναι **ομόρροπες**, αλλιώς λέμε ότι είναι **αντίρροπες**.

Οι δυνάμεις παριστάνονται με το σύμβολο \vec{F} , ενώ το μέτρο τους με το σύμβολο F .

Σε ένα σώμα μπορεί να ασκούνται ταυτόχρονα περισσότερες από μια δυνάμεις. Όποιο αποτέλεσμα επιφέρουν στο σώμα οι δυνάμεις αυτές μπορεί να επιτευχθεί με μια μόνο δύναμη, τη **συνισταμένη** τους.

Η διαδικασία με την οποία βρίσκουμε τη συνισταμένη λέγεται **σύνθεση** των δυνάμεων.

Σε όλες τις περιπτώσεις μπορούμε να γράψουμε για τη συνισταμένη $\Sigma F = F_1 + F_2 + F_3 \dots$ Στην περίπτωση των συγγραμμικών δυνάμεων και μόνο σε αυτή μπορούμε, επιπλέον, να γράψουμε $\Sigma F = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \dots$

Στη σχέση αυτή αντικαθιστούμε τις δυνάμεις με την **αλγεβρική τιμή** τους (προσδιορίζουμε μια φορά ως θετική). Όσες δυνάμεις έχουν αυτή τη φορά θεωρούνται θετικές, ενώ όσες έχουν την αντίθετη φορά θεωρούνται αρνητικές). Αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να βρούμε τη φορά της συνισταμένης.

Τα σώματα που μας περιβάλλουν έχουν διαστάσεις. Μερικές φορές όμως οι διαστάσεις αυτές (συγκρινόμενες με τις αποστάσεις που μπαίνουν στο πρόβλημα που εξετάζουμε) είναι πολύ μικρές. Σε αυτή την περίπτωση μπορούμε να θεωρήσουμε ότι όλη η μάζα του σώματος είναι συγκεντρωμένη σε ένα σημείο και το σώμα χαρακτηρίζεται ως **υλικό σημείο** (ισοδύναμα χρησιμοποιούνται και οι όροι **σημειακή μάζα ή σωματίδιο**). Επισημαίνεται ότι ένα σώμα άλλοτε μπορεί να θεωρηθεί ως υλικό σημείο και άλλοτε ως σώμα που έχει διαστάσεις.

Τα υλικά σημεία μπορούν μόνο να μετατοπίζονται στο χώρο. Αντίθετα, τα σώματα που έχουν διαστάσεις εκτός από τη δυνατότητά τους να μετατοπίζονται έχουν και τη δυνατότητα να αλλάζουν προσανατολισμό.

Αν οι δυνάμεις που ασκούνται σε ένα υλικό σημείο έχουν συνισταμένη ίση μηδέν, η ταχύτητά του μένει σταθερή, δηλαδή ή μένει ακίνητο ή κάνει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση. Και στις δυο περιπτώσεις λέμε ότι **ισορροπεί**.

Η προσομοίωση...

1. Άνοιξε το αρχείο «Ισορροπία».

Στην οθόνη εμφανίζεται ένα σωματίδιο (Σ) που ισορροπεί με την επίδραση των δυνάμεων που ασκούν μέσω τροχαλιών τα σώματα A, B και Γ και της δύναμης που ασκεί μια ράβδος που συνδέεται με το σωματίδιο.

Με τους μεταβολείς που υπάρχουν στην επιφάνεια εργασίας μπορούμε να ρυθμίζουμε τη μάζα του σώματος του αντίστοιχου χρώματος (ΠΡΟΣΟΧΗ! Δε μεταβάλλουμε τη μάζα του ίδιου σώματος, δεν μπορούμε να κάνουμε κάτι τέτοιο. Κάθε φορά που μεταβάλλουμε τη μάζα είναι σαν να τοποθετούμε ένα νέο σώμα.)

Οι μετρητές που βρίσκονται στην οθόνη δείχνουν ποια δύναμη ασκεί το αντίστοιχο σχοινί στο Σ .

Το διάνυσμα που εμφανίζεται όταν «τρέχει» το πρόγραμμα είναι η δύναμη που ασκεί η ράβδος, δηλαδή το αντίθετο της συνισταμένης των δυνάμεων που ασκούν τα σχοινιά στο σώμα.

2. Δώσε τυχαίες τιμές στις μάζες των σωμάτων και πάτησε το κουμπί «εκτέλεση» και αμέσως μετά το κουμπί «επαναρρύθμιση». Σημείωσε στον πίνακα τις τιμές των δυνάμεων F_A , F_B , F_Γ και $F_{ολ}$.

1 α/α μέτρησης	2 F_A (N)	3 F_B (N)	4 F_G (N)	5 $F_{\text{ολ}}$ (N)
1				
2				
3				
4				

3. Επανάλαβε το βήμα 2 άλλες τρεις φορές και καταχώρισε στον πίνακα τις τιμές των δυνάμεων. Φρόντισε κάθε φορά να παίρνεις διαφορετικές τιμές για τις μάζες των Α, Β και Γ.
4. Σχεδίασε με κλίμακα τις δυνάμεις που δέχεται το σωματίδιο Σ καθώς και τα σώματα Α, Β και Γ. (Χρησιμοποίησε τα δεδομένα της πρώτης μέτρησης).
5. Συμπίπτει το μέτρο της δύναμης που ασκεί το σκοινί στο σώμα Α με το βάρος του σώματος; Είχες προβλέψει το αποτέλεσμα;

.....

6. Πάτησε το κουμπί «ισορροπία α». Στο ερώτημα « να αποθηκευτούν οι αλλαγές στο Ισορροπία 5;» πάτησε το ΟΧΙ.
 Στην οθόνη εμφανίζεται η προηγούμενη διάταξη, χωρίς τη ράβδο αυτή τη φορά.
 Δώσε τυχαίες τιμές στις μάζες των σωμάτων Α, Β και Γ. Ισορροπεί τώρα το σωματίδιο; Αν η απάντησή σου είναι αρνητική, προς ποια κατεύθυνση θα κινηθεί;
 Πάτησε το κουμπί «**εκτέλεση**» για να ελέγξεις την ορθότητα της πρόβλεψής σου

7. Συμπίπτει τώρα η δύναμη που ασκεί το σχοινί στο σώμα Α. με το βάρος του; Μπορούσες να προβλέψεις αυτό το αποτέλεσμα; Πώς;

.....

Και τώρα σκέψου κι αυτά...

1. Υπάρχει κάποια από τις μετρήσεις σου που δείχνει ότι δεν μπορούμε να αντικαταστήσουμε τη ράβδο με ένα σκοινί; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

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

2. Τα σώματα στην προσομοίωση ήταν δεμένα στο σκοινί της τροχαλίας από το γεωμετρικό κέντρο τους. Θα μπορούσαμε να τα στηρίξουμε και οποιοδήποτε άλλο σημείο;