

1.2 Δυναμική σε μια διάσταση-Θεωρία

Α' Λυκείου



SCHOOLDOCTOR

1. Τι λέμε δύναμη, πώς συμβολίζεται και ποια η μονάδα μέτρησής της;

Δύναμη είναι η αιτία που προκαλεί τη μεταβολή της κινητικής κατάστασης των σωμάτων ή την παραμόρφωση τους ή και τα δύο. Συμβολίζεται με το γράμμα F , αρχικό της λέξης *Force*, και μετρείται στο S.I. με το 1 Newton (1 N). Η δύναμη είναι **διανυσματικό** μέγεθος και για την πλήρη περιγραφή της απαιτούνται το μέτρο, η διεύθυνση και η φορά.

Για να ασκηθεί μία δύναμη σε ένα σώμα είναι απαραίτητη η ύπαρξη και ενός δεύτερου σώματος που να είναι σε επαφή με το πρώτο είτε σε κάποια απόσταση από αυτό.

Η δύναμη είναι το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης δύο σωμάτων.

2. Τι είναι η ελαστική και η πλαστική παραμόρφωση των σωμάτων;

Ελαστικές λέμε τις παραμορφώσεις που παθαίνουν τα σώματα κατά τις οποίες αυτά αποκτούν ξανά το αρχικό τους σχήμα όταν πάψει να ενεργεί το αίτιο που τις προκάλεσε. Ελαστική παραμόρφωση παρουσιάζουν το ελατήριο, το σφουγγάρι, το λάστιχο, το αφρολέξ κτλ. **Πλαστική** παραμόρφωση είναι εκείνη στην οποία το σώμα δεν επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση όταν παύει να ενεργεί σε αυτά η δύναμη που προκάλεσε την παραμόρφωση. Πλαστική παραμόρφωση παρουσιάζουν η πλαστελίνη, το ξύλο κτλ.

3. Ποιος είναι ο νόμος του Hooke και πώς εφαρμόζεται στην περίπτωση ενός ελατηρίου;

Νόμος Hooke: Οι ελαστικές παραμορφώσεις είναι ανάλογες με τις αιτίες (δυνάμεις) που τις προκαλούν.

Στην περίπτωση του ελατηρίου, για παραμόρφωση θα χρησιμοποιήσουμε τη μεταβολή στο μήκος του ελατηρίου ($\Delta \ell$), ενώ σαν αιτία θα θεωρήσουμε το μέτρο της δύναμης (F) που ασκείται σ' αυτό και προκαλεί τη παραμόρφωση. Εφαρμόζοντας λοιπόν το νόμο του *Hooke* μπορούμε να γράψουμε:

$$F = k \cdot \Delta \ell \quad \text{ή} \quad F = k \cdot x$$

όπου k παριστάνει ένα μέγεθος χαρακτηριστικό της σκληρότητας του ελατηρίου και λέγεται «σταθερά του ελατηρίου».

4. Πώς μπορούμε να μετρήσουμε το μέτρο μιας δύναμης; Τι είναι το δυναμόμετρο;

Χρησιμοποιώντας ένα κατάλληλο ελατήριο μπορούμε να βασιστούμε στο νόμο του Hooke και να κατασκευάσουμε ένα δυναμόμετρο, δηλαδή ένα όργανο με το οποίο μπορούμε να μετρήσουμε το μέτρο μιας δύναμης, στηριζόμενοι στην παραμόρφωση που θα του προκαλέσει (μεταβολή του μήκους του ελατηρίου).

Άλλος τρόπος για να μετρήσουμε το μέτρο μιας δύναμης είναι να βασιστούμε στην επιτάχυνση που προκαλεί στα σώματα.

5. Τι είδους μέγεθος είναι η δύναμη και πώς καταλήγουμε στο συμπέρασμα αυτό;

Η δύναμη είναι μέγεθος διανυσματικό, δηλαδή έχει μέτρο διεύθυνση και φορά.

(Διεύθυνση + φορά = κατεύθυνση). Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι:

α) Μία δύναμη προκαλεί διαφορετικό αποτέλεσμα αν εφαρμοστεί σε διαφορετική κατεύθυνση

β) Οι δυνάμεις συντίθενται (το συμπέρασμα αυτό βγαίνει από τις πειραματικές διαδικασίες) σύμφωνα με τους κανόνες των διανυσμάτων.

6. Τι λέμε σύνθεση δυνάμεων, τι είναι συνισταμένη δύναμη και πώς αναλύονται οι δυνάμεις;

Σύνθεση δυνάμεων ονομάζεται η διαδικασία κατά την οποία από δύο ή περισσότερες δυνάμεις

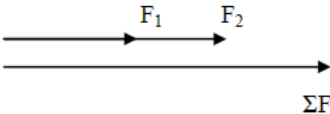
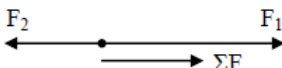
$\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n$ βρίσκουμε μια καινούργια δύναμη την $\vec{F}_{ολ}$ (την συνισταμένη), που τις αντικαθιστά, δηλαδή τη δύναμη που προκαλεί το ίδιο μηχανικό αποτέλεσμα σε κάποιο σώμα που προκαλούν όλες οι άλλες δυνάμεις μαζί σ' αυτό.

Η συνισταμένη $\vec{F}_{ολ}$ ή $\Sigma \vec{F}$ των δυνάμεων βρίσκεται από το παρακάτω διανυσματικό άθροισμα:

$$\vec{F}_{ολ} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$

Ανάλυση δύναμης σε συνιστώσες ονομάζεται η αντικατάσταση της από δύο άλλες δυνάμεις που προκαλούν το ίδιο μηχανικό αποτέλεσμα.

7. Πώς γίνεται η σύνθεση των δυνάμεων σε μία ευθεία;

Σύνθεση δύο δυνάμεων με την ίδια κατεύθυνση		Η συνισταμένη έχει την ίδια φορά και μέτρο ίσο με το άθροισμα των μέτρων των δύο συνιστωσών. $\Sigma F = F_1 + F_2$
Σύνθεση δύο δυνάμεων με αντίθετη κατεύθυνση		Η συνισταμένη έχει τη φορά της μεγαλύτερης και μέτρο ίσο με τη διαφορά των μέτρων των δύο συνιστωσών. $\Sigma F = F_1 - F_2$

8. Τι λέμε αδράνεια;

Αδράνεια ονομάζουμε την ιδιότητα των σωμάτων να αντιστέκονται σε κάθε μεταβολή της κινητικής τους κατάστασης.

Η αδράνεια είναι μια ιδιότητα που χαρακτηρίζει όλα τα υλικά σώματα, ανεξάρτητα από το αν αυτά κινούνται ή όχι. Μέτρο της αδράνειας των σωμάτων είναι η μάζα τους. Μικρή μάζα μικρή αδράνεια. Μεγάλη μάζα, μεγάλη αδράνεια.

Ένα παράδειγμα όπου φαίνεται πολύ καθαρά η αδράνεια των σωμάτων είναι το εξής:

Τοποθετούμε ένα ποτήρι πάνω στο τραπέζι και πάνω σε αυτό βάζουμε ένα φύλλο χαρτί. Πάνω στο χαρτί τοποθετούμε ένα κέρμα. Αν τραβήξουμε απότομα το χαρτί, θα δούμε ότι το κέρμα πέφτει μέσα στο ποτήρι. Αυτό συμβαίνει διότι λόγω αδράνειας το κέρμα αντιδρά στη μεταβολή της κινητικής του κατάστασης και θέλει να διατηρήσει την αρχική κατάσταση ηρεμίας.

9. Πως εκδηλώνεται η αδράνεια ενός σώματος στην χωρίς δυνάμεις κίνηση και πως στην μεταβαλλόμενη κίνηση (κίνηση με δυνάμεις):

Η αδράνεια των σωμάτων εκδηλώνεται:

α) Στην χωρίς δυνάμεις κίνηση ($\Sigma F = 0$), σαν μια τάση να διατηρήσουν την κινητική τους κατάσταση.

β) Στην κίνηση με δυνάμεις ($\Sigma F \neq 0$) η αδράνεια εκδηλώνεται ως αντίσταση στην απόκτηση επιτάχυνσης.

10. Ποιος είναι ο 1^{ος} Νόμος του Νεύτωνα;

« Αν η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα είναι μηδέν, τότε το σώμα ή ηρεμεί ή κινείται ευθύγραμμα ομαλά ».

Δηλαδή: Αν $\Sigma F = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{v} = 0 \\ \text{ή} \\ \vec{v} = \text{σταθερή} \end{cases}$

Τα βασικά συμπεράσματα του νόμου είναι:

- α) Θεωρεί την αδράνεια θεμελιακή ιδιότητα της ύλης.
- β) Εισάγει μια ισοδυναμία ανάμεσα στην κατάσταση της ακινησίας και στην κατάσταση της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης.

11. Αναφέρετε ένα παράδειγμα εφαρμογής του πρώτου νόμου της κίνησης.

Ένα διαστημόπλοιο που δεν δέχεται βαρυτικές δυνάμεις από ουράνια σώματα κινείται ευθύγραμμα ομαλά επ' άπειρο.

12. Τι εννοούμε με την έκφραση « το σώμα ισορροπεί »; Πότε συμβαίνει αυτό;

Ένα σώμα λέμε ότι ισορροπεί όταν είναι ακίνητο ή όταν κινείται με σταθερή ταχύτητα. Για να ισορροπεί ένα σώμα πρέπει να μην ασκούνται σ' αυτό δυνάμεις ή αν ασκούνται να έχουν συνισταμένη μηδέν.

$$\text{Σώμα ισορροπεί} \Leftrightarrow \Sigma F = 0$$

13. Ποιος είναι ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα; (Θεμελιώδης νόμος της μηχανικής)

Ο 2^{ος} νόμος της κίνησης εκφράζεται από τη λεγόμενη θεμελιώδη εξίσωση της Δυναμικής και διατυπώνεται ως εξής:

Αν σε οποιοδήποτε σώμα μάζας m ασκηθεί δύναμη F τότε αυτό αποκτά επιτάχυνση $\vec{a}$ (που έχει την κατεύθυνση της δύναμης) και ισχύει:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \Leftrightarrow \boxed{\vec{F} = m\vec{a}}$$

Μια ισοδύναμη διατύπωση είναι και η ακόλουθη:

► « Η επιτάχυνση $\vec{a}$ που αποκτά ένα σώμα μάζας m υπό την επίδραση μιας δύναμης $\vec{F}$ (ή περισσότερων δυνάμεων που δίνουν συνισταμένη την $\vec{F}$), είναι :

α) ανάλογη προς τη δύναμη αυτή έχοντας την κατεύθυνση της και

β) αντιστρόφως ανάλογη με τη μάζα του ».

14. Ποια είναι και πως ορίζεται η μονάδα δύναμης στο S.I.;

Η μονάδα μέτρησης της δύναμης στο S.I. είναι το 1 Newton (1 N) η οποία προκύπτει από τον θεμελιώδη νόμο της Δυναμικής για $m=1 \text{ kg}$ και $a=1 \text{ m/sec}^2$ οπότε έχουμε: $1N = 1\text{kg}\cdot\text{m/sec}^2$ και εκφράζει τη δύναμη που πρέπει να ασκηθεί σε ένα σώμα μάζας 1 kg για να αποκτήσει επιτάχυνση 1 m/sec^2 .

15. Από τι εξαρτάται η μεταβολή της κινητικής κατάστασης ενός αντικειμένου σύμφωνα με το δεύτερο νόμο της κίνησης;

Σύμφωνα με το δεύτερο νόμο της κίνησης, η δύναμη επιδρά στο μέτρο και την κατεύθυνση της επιτάχυνσης. Η μάζα του σώματος επιδρά μόνο στο μέτρο της επιτάχυνσης γιατί είναι μέγεθος μονόμετρο.

16. Διερεύνηση της σχέσης : $\vec{F} = m\vec{a}$

1) Αν $\vec{F}=0$ τότε και $\vec{a}=0$ οπότε : $\rightarrow$	$\vec{v}=0 \rightarrow$ το σώμα ηρεμεί. (εφόσον αρχικά ηρεμούσε) ή $\vec{v}=\text{σταθ}$ $\rightarrow$ το σώμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.
2) Αν $\vec{F}=\text{σταθερή}$ τότε και $\vec{a}=\text{σταθερή}$ οπότε : $\rightarrow$	Αν $\vec{F}$ ομόρροπη της $\vec{v}$ έχω ευθυγρ. ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση Αν $\vec{F}$ αντίρροπη της $\vec{v}$ έχω ευθυγρ. ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση
3) Αν $\vec{F} \neq \text{σταθερή}$ τότε και $\vec{a} \neq \text{σταθερή}$ οπότε : $\rightarrow$	Η κίνηση του σώματος είναι μη ομαλά μεταβαλλόμενη

17. Τι λέμε βάρος ενός σώματος;

« Βάρος B ενός σώματος ονομάζουμε τη δύναμη με την οποία η μάζα της Γης έλκει τη μάζα του σώματος και έχει φορά πάντα προς το κέντρο της Γης ».

Αν αφήσουμε ένα σώμα μάζας m να πέσει ελεύθερα από μικρό ύψος προς την επιφάνεια της γης, θα διαπιστώσουμε ότι πέφτει με σταθερή επιτάχυνση a που λέγεται επιτάχυνση της βαρύτητας: $a=g=9,81 \text{ m/s}^2$.

Σύμφωνα με το θεμελιώδη νόμο της Δυναμικής προκύπτει η σχέση: $\vec{F}=m\vec{a} \rightarrow \vec{F}=m\vec{g}$. Αυτή η δύναμη όμως είναι το βάρος του σώματος άρα:

$$\boxed{\vec{B}=m\vec{g}}$$

Πρέπει να τονιστεί ότι ενώ η μάζα m ενός σώματος είναι σταθερή οπουδήποτε στο σύμπαν, αντίθετα το βάρος ενός σώματος μεταβάλλεται από τόπο σε τόπο πάνω στη Γη και μειώνεται με το υψόμετρο.

18. Τι είναι η μάζα αδράνειας και τι η βαρυτική μάζα ενός σώματος;

Είπαμε ότι μέτρο της αδράνειας ενός σώματος είναι η μάζα του που λέγεται και **αδρανειακή μάζα**. Άρα:

► **Μάζα αδράνειας** ή **αδρανειακή μάζα** ενός σώματος ονομάζουμε το φυσικό μέγεθος που εκφράζει το μέτρο της αδράνειας του σώματος. Έτσι ένα σώμα μεγάλης μάζας έχει μεγάλη αδράνεια και γι' αυτό απαιτείται μεγάλη δύναμη προκειμένου να αποκτήσει ορισμένη επιτάχυνση. Μονάδα μέτρησής της στο S.I. είναι το 1kg .

► Η **αδρανειακή μάζα** ενός σώματος είναι μονόμετρο μέγεθος και το μέτρο της μπορεί να οριστεί μέσω του δεύτερου νόμου της κίνησης, ως το σταθερό πηλίκο της δύναμης που ασκείται στο σώμα προς την επιτάχυνση που η δύναμη προσδίδει σε αυτό: $m = \frac{F}{a}$ (δηλαδή η αδρανειακή μάζα υπολογίζεται, προσδιορίζοντας την επιτάχυνση a που αποκτά, αν ασκηθεί πάνω της μια γνωστή δύναμη μέτρου F).

► **Βαρυτική μάζα** ενός σώματος είναι η μάζα που προκύπτει μέσω της μέτρησης του βάρους του σώματος χωρίς τη χρήση επιτάχυνσης π.χ. όταν ζυγίζομαστε.

Θεωρούμε δύο σώματα με μάζες m_1 και m_2 που έχουν βάρη B_1 και B_2 αντίστοιχα στον ίδιο τόπο τότε:

$$B_1 = m_1 g \quad \text{και} \quad B_2 = m_2 g. \text{ Διαιρώντας τις σχέσεις αυτές κατά μέλη παίρνουμε: } \frac{B_1}{B_2} = \frac{m_1}{m_2}. \text{ Η τελευταία}$$

σχέση φανερώνει ότι ο λόγος των βαρών δύο σωμάτων στον ίδιο τόπο ισούται με το λόγο των μαζών τους.

Την ιδιότητα αυτή την χρησιμοποιούμε για την **έυρεση της μάζας** ενός σώματος με το ζυγό ή το δυναμόμετρο.

19. Ποια κίνηση ονομάζεται ελεύθερη πτώση;

► **Ελεύθερη πτώση** ονομάζεται η κίνηση που εκτελεί ένα σώμα αν αφεθεί ελεύθερο να κινηθεί από κάποιο ύψος κοντά στην επιφάνεια της γης με την επίδραση μόνο του βάρους του..

► Η ελεύθερη πτώση επακριβώς πραγματοποιείται μόνο στο κενό, όπου δεν υπάρχει αντίσταση από τον αέρα.

20. Ποιες είναι οι εξισώσεις της ελεύθερης πτώσης;

► Η ελεύθερη πτώση κάθε σώματος είναι **ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη** κίνηση που γίνεται με την επιτάχυνση της βαρύτητας g χωρίς αρχική ταχύτητα ($v_0 = 0$) με εξισώσεις:

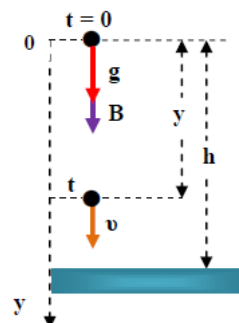
• ταχύτητας: $v = gt \quad (1)$

• μετατόπισης: $y = \frac{1}{2}gt^2 \quad (2)$

Όταν το σώμα φτάνει στο έδαφος σε χρόνο $t_{ολ}$ τότε $y = h$

οπότε από τη σχέση (2) έχουμε:

$$h = \frac{1}{2}gt_{ολ}^2 \rightarrow t_{ολ}^2 = \frac{2h}{g} \rightarrow t_{ολ} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$



21. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας g;

Εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος και από το ύψος από την επιφάνεια της γης (υψόμετρο). Συγκεκριμένα όσο βαδίζουμε από τον Ισημερινό προς τους πόλους αυξάνεται, ενώ όσο απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια της γης ελαττώνεται.