

### 3.6 Δύναμη και μεταβολή της ταχύτητας

### 3.7 Δύναμη και αλληλεπίδραση

#### ΟΡΙΣΜΟΙ

Μάζα  $m$  ενός σώματος είναι το μέτρο της αδράνειας του, δηλαδή της αντίστασης που παρουσιάζει το σώμα στη μεταβολή της κινητικής του κατάστασης. Είναι μονόμετρο μέγεθος, θεμελιώδες στο S.I., με μονάδα μέτρησης το 1 kg.

Σχέση μάζας και βάρους (συμπληρωματική στον ορισμό του βάρους).

Το μέτρο του βάρους  $w$  ενός σώματος συνδέεται με τη μάζα του  $m$  με την εξίσωση

$$w = m \cdot g$$

όπου  $g$  είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας, η οποία μεταβάλλεται από τόπο σε τόπο. Σε συγκεκριμένο τόπο το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας, δηλαδή το πηλίκο του βάρους των σωμάτων προς τη μάζα τους, είναι σταθερό και ίδιο για όλα τα σώματα και στην επιφάνεια της γης είναι περίπου  $9,8 \text{ m/s}^2$ . (ΚΑΝΟΥΜΕ ΤΟ ΑΠΛΟ ΠΕΙΡΑΜΑ 1).

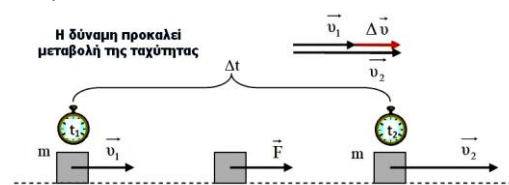
#### NOMOI

Σχέση του ρυθμού μεταβολής της ταχύτητας με τη δύναμη και με τις μάζες των σωμάτων (Δεύτερος νόμος του Νεύτωνα):

Η μεταβολή της ταχύτητας:

α) σε ένα σώμα ορισμένης μάζας γίνεται πιο γρήγορα, όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που ασκείται σ' αυτό,

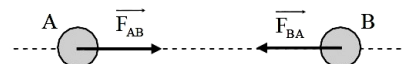
β) σε διάφορα σώματα που δέχονται την ίδια δύναμη για το ίδιο χρονικό διάστημα είναι τόσο μικρότερη, όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα τους (δηλαδή όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα ενός σώματος, τόσο δυσκολότερα μπορεί να μεταβληθεί η ταχύτητα του).



Τρίτος νόμος του Νεύτωνα:

Όταν ένα σώμα A ασκεί δύναμη σ' ένα άλλο σώμα B (δράση), τότε και το δεύτερο σώμα ασκεί δύναμη ίσου μέτρου και αντίθετης κατεύθυνσης στο πρώτο (αντίδραση).

Ή διαφορετικά: Σε κάθε δράση αντιστοιχεί πάντα μια αντίθετη αντίδραση.



#### ΑΠΛΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

1. Μέτρηση της σταθεράς αναλογίας βάρους και μάζας (δηλαδή του πηλίκου βάρους προς μάζα) των αντικειμένων.

Αν δεν διαθέτουμε τα υλικά, κάνουμε εικονικά τη μέτρηση με βαρίδια του 1 kg στην προσομοίωση: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/6203>.

Παίρνουμε δέκα πανομοιότυπα βαρίδια (σταθμά), καθένα από τα οποία έχει μάζα 100 g (ή 0,1 kg) και ένα δυναμόμετρο. Κρατώντας το δυναμόμετρο κατακόρυφο μετράμε τα βάρη για διαφορετικό κάθε φορά αριθμό βαριδιών. Για ένα βαρίδι (0,1 kg) το δυναμόμετρο δείχνει βάρος περίπου 1 N. Για δυο βαρίδια (0,2 kg) δείχνει περίπου 2 N, δηλαδή διπλάσια ένδειξη. Για τρία βαρίδια (0,3 Kg) δείχνει 2,9 N, δηλαδή σχεδόν τριπλάσια ένδειξη. Για πέντε βαρίδια (0,5 Kg) δείχνει 4,9 N, δηλαδή σχεδόν πενταπλάσια ένδειξη. Για δέκα βαρίδια (1 Kg) το δυναμόμετρο δείχνει 9,8 N.

Το βάρος και η μάζα, λοιπόν, είναι ποσότητες ανάλογες και το πηλίκο  $\frac{\text{β\alpha\rho\sigma}}{\text{μ\alpha\zeta\alpha}}$  είναι

σταθερό. Αυτή η σταθερά αναλογίας είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας ( $\frac{w}{m} = g$ ) και

σύμφωνα με τα παραπάνω, κοντά στην επιφάνεια της Γης έχει τιμή περίπου  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

#### ΑΣ ΣΚΕΦΤΟΥΜΕ ...

1. Αναζητήστε πληροφορίες για το φυσικό μέγεθος που δείχνει το πόσο γρήγορα αλλάζει η ταχύτητα ενός σώματος, καθώς και για τη σχέση του με τη συνολική δύναμη, σύμφωνα με τον 2ο νόμο του Νεύτωνα.

2. Σε τι διαφέρουν ο 1ος νόμος του Νεύτωνα και ο 2ος νόμος του Νεύτωνα, σχετικά με αυτό που δείχνουν για την κινητική κατάσταση ενός σώματος;

3. Αναζητήστε πληροφορίες για την επιτάχυνση της βαρύτητας  $g$  και τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται.

4. Η δράση και η αντίδραση είναι δυνάμεις με ίσα μέτρα και αντίθετες κατευθύνσεις και όλες οι δυνάμεις στη φύση εμφανίζονται κατά ζεύγη τέτοιων δυνάμεων. Γιατί τότε υπάρχουν κινήσεις στη φύση;

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ένας μαγνήτης και μια καρφίτσα αλληλεπιδρούν. Ποιο από τα δυο αντικείμενα δέχεται μεγαλύτερη δύναμη;

2. Ένα σώμα Σ βάρους  $w = 5 \text{ N}$  ισορροπεί σε οριζόντιο επίπεδο, ενώ είναι δεμένο με κατακόρυφο δυναμόμετρο το οποίο δείχνει  $3 \text{ N}$ , όπως δείχνει το σχήμα. Έστω  $F$  η δύναμη που δέχεται το σώμα Σ από το δυναμόμετρο και  $N$  η δύναμη από το επίπεδο. Αφού σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα Σ, να συμπληρώσετε τα κενά στο παρακάτω κείμενο:

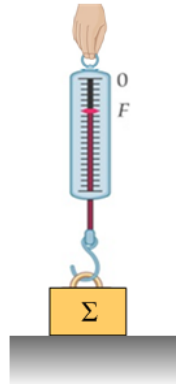
Η δύναμη  $F$  έχει διεύθυνση ....., φορά προς τα ..... και μέτρο ....  $\text{N}$ .

Η δύναμη  $N$  έχει διεύθυνση ....., φορά προς τα ..... και μέτρο ....  $\text{N}$ .

Η αντίδραση της  $F$  ασκείται στο ....., έχει διεύθυνση ....., φορά προς τα ..... και μέτρο ....  $\text{N}$ .

Η αντίδραση της  $N$ , ασκείται στο ..... έχει διεύθυνση ....., φορά προς ..... και μέτρο ....  $\text{N}$ .

Η αντίδραση του βάρους, ασκείται στ... ..... έχει διεύθυνση ....., φορά προς τα ..... και μέτρο ....  $\text{N}$ .



### ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Ένα σώμα έχει μάζα  $m = 27 \text{ g}$ . Πόσο είναι το βάρος του, αν θεωρήσουμε ότι το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας είναι  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;

2. Αν το βάρος ενός σώματος είναι  $w = 500 \text{ N}$  και το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας είναι  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , πόση είναι η μάζα του σώματος σε  $\text{kg}$  και σε  $\text{g}$ ;

3. Ένα σώμα κρέμεται από οροφή με ένα νήμα και η τάση του νήματος έχει μέτρο  $T = 7 \text{ N}$ . Αν το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας είναι  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , να βρεθεί η μάζα του σώματος.

[ Απ:  $m = 0,7 \text{ kg}$  ]

4. Πόσο είναι το μέτρο της δύναμης που ασκεί στο έδαφος ένας άνθρωπος μάζας  $m = 80 \text{ kg}$ , όταν στέκεται ακίνητος; Το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας είναι  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

[ Απ:  $N' = 800 \text{ N}$  ]

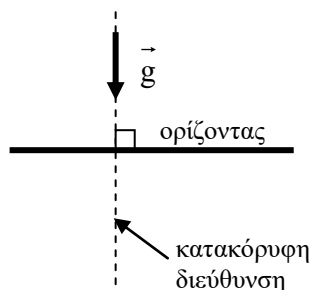
## ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ «ΑΣ ΣΚΕΦΤΟΥΜΕ ...»

1. Το φυσικό μέγεθος που δείχνει πόσο γρήγορα αλλάζει η ταχύτητα ενός σώματος (κατά μέτρο ή κατεύθυνση) είναι η επιτάχυνσή του  $\vec{a}$ . Ο 2ος νόμος του Νεύτωνα συνδέει τη δύναμη  $\vec{F}$  που ασκείται σε ένα σώμα με την επιτάχυνση  $\vec{a}$  που αποκτά με την εξίσωση  $\vec{F} = m \vec{a}$ . Όταν σε ένα σώμα ασκούνται πολλές δυνάμεις, τότε ο 2ος νόμος γράφεται με τη μορφή  $\vec{F}_{ολ} = m \vec{a}$ , όπου  $\vec{F}_{ολ}$  η συνολική δύναμη. Η εξίσωση αυτή είναι γνωστή ως βασική εξίσωση της δυναμικής ή Θεμελιώδης Νόμος της Μηχανικής (Θ.Ν.Μ.).

2. Ενώ ο πρώτος νόμος του Νεύτωνα μας πληροφορεί για την κίνηση ενός αντικείμενου στο οποίο δεν ασκούνται συνολικά δυνάμεις (ακινησία ή κίνηση με σταθερή ταχύτητα), ο δεύτερος νόμος μας πληροφορεί για την κίνηση ενός σώματος υπό την επίδραση μη μηδενικής συνολικής δύναμης. Συγκεκριμένα είναι ένας νόμος ποσοτικός και μας δίνει τον ρυθμό μεταβολής της ταχύτητας ενός σώματος, σε σχέση με τη συνολική δύναμη που δέχεται και τη μάζα του.

3. Η δράση και η αντίδραση ασκούνται σε διαφορετικά σώματα. Έτσι δεν έχει νόημα να μιλάμε για συνισταμένη αυτών, όταν μελετάμε ένα συγκεκριμένο σώμα, δηλαδή δεν «εξουδετερώνονται». Σε ένα σώμα ασκούνται μόνο «δράσεις», οι οποίες μπορούν να έχουν συνισταμένη διάφορη του μηδενός και επομένως μπορούν να το κινήσουν. (Συνήθως χαρακτηρίζουμε δράσεις τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα που μελετάμε και αντιδράσεις τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα του περιβάλλοντός τους).

4. Επιτάχυνση της βαρύτητας  $g$  ονομάζεται η επιτάχυνση που οφείλεται στη βαρυτική δύναμη που ασκείται στα σώματα από τη Γη, δηλαδή η επιτάχυνση που αποκτούν τα σώματα όταν σ' αυτά ασκείται μόνο το βάρος τους.



Στους διάφορους τόπους έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

α) Διεύθυνση κατακόρυφη (πιο γενικά η ευθεία στην οποία βρίσκεται η ακτίνα της Γης, που αντιστοιχεί στον συγκεκριμένο τόπο).

β) Φορά προς τα κάτω (προς το κέντρο της Γης).

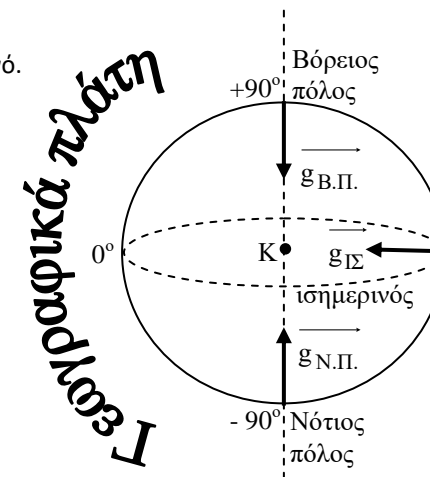
γ) Μέτρο που εξαρτάται:

i) Από το γεωγραφικό πλάτος. Συγκεκριμένα αυξάνεται με την αύξηση (κατ' απόλυτη τιμή)

του γεωγραφικού πλάτους και μέγιστο στους πόλους και ελάχιστο στον ισημερινό.

ii) Από το ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας. Συγκεκριμένα μειώνεται με την αύξηση του ύψους.

Για μικρές περιοχές η επιτάχυνση  $g$  θεωρείται σταθερή και κοντά στην επιφάνεια της Γης λαμβάνεται κατά προσέγγιση  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ

1. Ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα μας δίνει τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στις δυνάμεις που εμφανίζονται όταν δυο αντικείμενα αλληλεπιδρούν. Σύμφωνα μ' αυτόν, κατά την αλληλεπίδραση ενός μαγνήτη με μια καρφίτσα, με όση δύναμη επιδρά ο μαγνήτης στην καρφίτσα, με τόση δύναμη επιδρά και η καρφίτσα στον μαγνήτη κατά την αντίθετη κατεύθυνση. Οι δυνάμεις αυτές είναι ικανές να κινήσουν την καρφίτσα, αλλά όχι και τον μαγνήτη, γιατί έχει σχετικά μεγάλη μάζα, άρα και μεγάλη αδράνεια. Δεν πρέπει λοιπόν να θεωρηθεί ότι ο μαγνήτης ασκεί μεγαλύτερη δύναμη στην καρφίτσα, επειδή παρατηρείται μόνο κίνηση της καρφίτσας.