**Ενδεικτικές Απαντήσεις και Μετρήσεις**

## Μετρήσεις Μάζας - Τα Διαγράμματα για τον Εκπαιδευτικό

Ειδικοί στόχοι

Επιδιώκεται οι μαθητές: να διακρίνουν το φυσικό μέγεθος μάζα από το φυσικό μέγεθος βάρος - να γνωρίσουν πειραματικά τον τρόπο μέτρησης της μάζας και τον τρόπο υπολογισμού του βάρους ενός σώματος με τη χρήση ζυγού και δυναμόμετρου, με τις σωστές μονάδες - να εξοικειωθούν με την κατασκευή και χειρισμό αυτοσχέδιου ζυγού και τη βαθμονόμηση αυτοσχέδιου δυναμόμετρου - να συμπληρώνουν και να χρησιμοποιούν διαγράμματα επιμήκυνσης - μάζας.

Εκτός των ειδικών στόχων ανά θεματική ενότητα, έχουν τεθεί και γενικοί στόχοι ανά μεθοδολογικό βήμα που συμπληρώνουν τον σκοπό του μαθήματος, αναφέρονται δε αναλυτικά στις "Οδηγίες για τον Εκπαιδευτικό".

Υπάρχει, γενικότερα, σύγχυση σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης και στην καθημερινή ζωή, διαχρονικά, μεταξύ των φυσικών μεγεθών "μάζα" και "βάρος", επιδιώκεται δε ειδικότερα η άρση αυτής της σύγχυσης.

Προφανώς και η μάζα και το βάρος είναι δυνατόν να μετρηθούν και να υπολογισθούν τόσο με το ζυγό όσο και με το δυναμόμετρο. Είναι όμως θέμα εκπαιδευτικής επιλογής η πρόταξη η μη μερικών εννοιών, φυσικών μεγεθών και γνώσεων, με κριτήρια ηλικιακά, γνωστικά ή γνωσιακά. Μην ξεχνάμε ότι και ο ζυγός ισορροπίας μετρά μάζα "έμμεσα" λειτουργώντας επειδή υπάρχει το πεδίο βαρύτητας. Όμως, παραβλέπεται συχνά το θεώρημα των ροπών δυνάμεων και συγκρίνονται μάζες. Έτσι και στο δυναμόμετρο ζύγισης παραβλέπουμε το νόμο του Hooke και συγκρίνουμε πάλι μάζες. Εξάλλου, στα κοινά σταθμά που προσφέρονται και χρησιμοποιούνται για σύγκριση και δημιουργία διαγραμμάτων βαθμονόμησης αναγράφεται μόνο η μάζα τους.

Η επιλογή της μέτρησης της μάζας και του υπολογισμού του βάρους σε αυτό το επίπεδο γνώσεων έγινε με στόχο την απάλειψη της σύγχυσης που υπάρχει στην καθημερινή ζωή: ζητάμε 5 κιλά κρέατος που ο πωλητής μετράει είτε με ζυγό ισορροπίας είτε με δυναμόμετρο ζύγισης και μας δίνει μάζα κρέατος 5 κιλών (διαβάζοντας 5 kg και μην αναφέροντας το βάρος σε Newton!). Εξάλλου και τα κοινά δυναμόμετρα ζύγισης (κανταράκια) μετρούν συνήθως τη μάζα (σε kg) κατευθείαν, μερικά δε μόνο δίνουν και το βάρος (σε N) του μετρούμενου σώματος.

Γνώσεις / Δραστηριότητες / Πειράματα από το Δημοτικό Σχολείο

«Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» Ε’ τάξης, βιβλίο μαθητή: υλικά σώματα σελ. 12-17, μάζα - βάρος σελ. 109 και 111, τετράδιο εργασιών: μάζα σελ. 23-25, όγκος σελ. 20-22, πυκνότητα σελ. 26­27, μέτρηση δύναμης βάρους σελ. 174-176, βιβλίο εκπαιδευτικού: υλικά σώματα σελ. 62-66, μάζα σελ. 69-70, όγκος σελ. 67-68, πυκνότητα σελ. 71-72, μέτρηση δύναμης βάρους σελ. 227-228.

**Φύλλο Εργασίας 3** για τον εκπαιδευτικό

**α. παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι / έναυσμα ενδιαφέροντος**

Παροτρύνονται οι μαθητές να συζητήσουν, με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού, για τα φυσικά μεγέθη μάζα και βάρος. Προηγουμένως, συνεχίζοντας τη συζήτηση για τα φυσικά και μη μεγέθη, προτείνεται η συζήτηση να ξεκινήσει με μια αναφορά στον τρόπο μέτρησης της μάζας στην αρχαία Ελλάδα αλλά και στη λανθασμένη αντίληψη που υπήρχε τότε για τη δυνατότητα μέτρησης των "ψυχών" (βλ. ΦΕ 3+). Ακόμη, προτείνεται μια έρευνα και αναφορά στους παγκόσμιους νόμους όπως παρουσιάζονται σε πολλά λογοτεχνικά ή και εικαστικά έργα. Προτείνεται η συζήτηση στη συνέχεια να επικεντρωθεί στο απόσπασμα από το βιβλίο του δημοτικού σχολείου "Άλλο μάζα κι άλλο βάρος!" και η άντληση της σχετικής πληροφορίας να είναι η μεγαλύτερη δυνατή. Στη συμπλήρωση της πληροφορίας σημαντική -μπορεί να- είναι η συμβολή του/της εκπαιδευτικού. (Ο προτεινόμενος πολλαπλασιασμός της μάζας, σε χιλιόγραμμα, επί τον καθαρό αριθμό 9,8 για τον υπολογισμό του βάρους, σε Newton, φαίνεται μηχανιστικός, αλλά αναγκαίος για προφανείς λόγους, πρέπει δε να συνοδεύεται από την υπόμνηση ότι η πλήρης μελέτη της βαρύτητας θα ακολουθήσει σε άλλες τάξεις …)

**β. συζητώ, αναρωτιέμαι, υποθέτω / διατύπωση υποθέσεων**

Οι μαθητές αναμένεται να αναφερθούν στο ζυγό και στο δυναμόμετρο, ως τρόπους μέτρησης ή υπολογισμού της μάζας και του βάρους. Ευκταίο είναι να καταλήξουν στην υπόθεση ότι στην καθημερινή γλώσσα γίνεται σύγχυση μεταξύ μάζας και βάρους, καθώς και των μονάδων τους. Αναφερόμαστε στο βάρος των σωμάτων ενώ εννοούμε τη μάζα τους, δεδομένου ότι χρησιμοποιούμε μονάδες μάζας (συνήθως, γραμμάρια ή χιλιόγραμμα). Ευκταίο είναι να καταλήξουν σε υποθέσεις για τη μέτρηση της μάζας με την ισορροπία των ζυγών ή με την επιμήκυνση δυναμομέτρων, καθώς και για τον υπολογισμό του βάρους. Επισημαίνεται ότι πολλά από τα δυναμόμετρα είναι βαθμολογημένα σε μονάδες βάρους και μετράνε κατευθείαν το βάρος.

Είναι χρήσιμο ο εκπαιδευτικός να υπονοήσει ότι πρέπει να χρησιμοποιείται ένας εύκολος και γρήγορος τρόπος (υπονοώντας ασφαλώς τα σχετικά διαγράμματα, τα οποία θα μελετηθούν και θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια) για τη μετατροπή των τιμών ενός μεγέθους σε τιμές άλλου μεγέθους, όταν αυτά τα δύο μεγέθη σχετίζονται μεταξύ τους. Για παράδειγμα, μπορεί να αναφέρει την περίπτωση της μάζας των σωμάτων με την επιμήκυνση των δυναμομέτρων που προκαλεί, καθώς και την περίπτωση της μετατροπής των τιμών της μάζας σε τιμές βάρους των σωμάτων.

### γ. ενεργώ, πειραματίζομαι / πειραματισμός

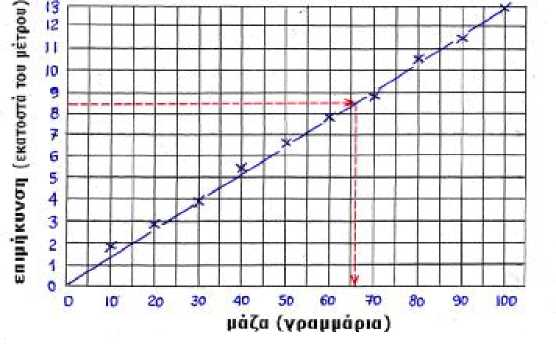
Πείραμα 1: Το άθροισμα των τιμών που αναγράφονται ανάγλυφα στα σταθμά που χρησιμοποιήθηκαν για την ισορροπία σε οριζόντια θέση του ζυγού είναι η μάζα του σώματος που ζυγίστηκε. Ο υπολογισμός του βάρους του (σε Newton) γίνεται με τον πολλαπλασιασμό της τιμής της μάζας (σε χιλιόγραμμα) επί 9,8. Εναλλακτικά, μπορεί να υπολογιστεί από το άθροισμα των βαρών των σταθμών ζύγισης που χρησιμοποιήθηκαν. Ενδεικτικά, το βάρος των σταθμών ζύγισης υπολογίζεται από τις τιμές των μαζών τους: 1 γραμμάριο = 1 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,001 χιλιόγραμμα ^ 0,001 χιλιόγραμμα x 9,8 = 0,0098 Newton, 2 γραμμάρια = 2 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,002 χιλιόγραμμα ^ 0,002 χιλιόγραμμα x 9,8 = 0,0196 Newton, 5 γραμμάρια = 5 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,005 χιλιόγραμμα ^ 0,005 χιλιόγραμμα x 9,8 =

0,049 Newton, 10 γραμμάρια = 10 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,01 χιλιόγραμμα ^ 0,01

χιλιόγραμμα x 9,8 = 0,098 Newton, ..., 50 γραμμάρια = 50 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,05 χιλιόγραμμα ^ 0,05 χιλιόγραμμα x 9,8 = 0,49 Newton, 100 γραμμάρια = 100 : 1000 χιλιόγραμμα = 0,1 χιλιόγραμμα ^ 0,1 χιλιόγραμμα x 9,8 = 0,98 Newton κ.ο.κ.

Πείραμα 2: Από τις ακόλουθες ενδεικτικές πειραματικές τιμές μάζας (σε γραμμάρια) και

επιμήκυνσης (σε εκατοστά του μέτρου): (10 και 1,9), (20 και2,9), (30 και 3,9), (40 και 5,4), (50 και 6,7), (60 και 7,9), (70 και 8,9), (80 και 10,6), (90 και 11,40), (100 και 13) προκύπτει το παρακάτω ενδεικτικό διάγραμμα. Εξυπακούεται ότι αν ελεγχθεί το σημείο ισορροπίας χωρίς σταθμά (0 και 0) πρέπει να περιληφθεί στο διάγραμμα. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να επισημάνει ότι σπάνια μια γραμμή που προκύπτει από πειραματικές μετρήσεις «περνάει» από όλα τα σημεία, πρέπει όμως να περνάει «ανάμεσά» του κατά το δυνατό (υπόμνηση, όχι απαραίτητα, της θεωρίας ελαχίστων τετραγώνων).





Από την παρατήρηση των μετρήσεων και του διαγράμματος διαπιστώνεται ότι όσο περισσότερα σταθμά βάζουμε στο πιατάκι, τόσο περισσότερο επιμηκύνεται το ελατήριο. Για διπλάσια σταθμά η επιμήκυνση είναι περίπου διπλάσια, κ.ο.κ. Η ευθεία γραμμή που σχεδιάστηκε εκφράζει γραφισπκά το νόμο του Hooke. Είναι χρήσιμο να επισημανθεί -και αυτό μπορεί να επιβεβαιωθεί πειραματικά- ότι η κλίση της ευθείας που σχεδιάστηκε εξαρτάται από το ελατήριο που χρησιμοποιήθηκε. Η κλίση είναι μικρότερη όσο το ελατήριο είναι "σκληρότερο".

Επισήμανση: Αν αφαιρώντας όλα τα σταθμά που έχουν τοποθετηθεί στο πιατάκι του αυτοσχέδιου δυναμόμετρου το σημείο που δένεται το πιατάκι με το ελατήριο δεν επανέλθει στην αρχή (τιμή 0) της μετροταινίας, αυτό σημαίνει ότι το ελατήριο ξεπέρασε το "όριο ελαστικότητας" και παραμορφώθηκε μόνιμα. Οι μετρήσεις πρέπει να επαναληφθούν, χρησιμοποιώντας λιγότερα σταθμά, ώστε το βάρος τους να μην παραμορφώσει ξανά μόνιμα το ελατήριο.

Πείραμα 3: Από το παραπάνω ενδεικτικό διάγραμμα (σύροντας κόκκινες, οριζόντιες και κάθετες στους άξονες, γραμμές, σύμφωνα με τις οδηγίες) από την ενδεικτική τιμή της επιμήκυνσης του ελατηρίου 8,5 εκατοστά προκύπτει η αντίστοιχη τιμή 66 γραμμάρια της μάζας. Το βάρος υπολογίζεται: 66 γραμμάρια = 0,066 χιλιόγραμμα ^ 0,066 χιλιόγραμμα x 9,8 = 0,65 Newton.

### δ. συμπεραίνω, καταγράφω / διατύπωση θεωρίας

Τα παρακάτω ενδεικτικά συμπεράσματα προκύπτουν από τα πειράματα:

Τη μάζα των σωμάτων συνήθως τη μετράμε με ζυγό, συγκρίνοντάς τη με τη συνολική μάζα των σταθμών που ισορροπούν το ζυγό.

Επίσης, η μάζα μπορεί να μετρηθεί και με δυναμόμετρο, συγκρίνοντας την επιμήκυνσή του κατά τη μέτρηση με την επιμήκυνση που προκαλούν σταθμά γνωστής μάζας, αφού οι επιμηκύνσεις του δυναμόμετρου είναι ανάλογες με τις μάζες των σωμάτων που τις προκαλούν.

Το βάρος των σωμάτων είναι δυνατόν να υπολογιστεί από τη μάζα τους.

Από το πείραμα 3 προκύπτει, επίσης, ως συμπέρασμα ότι η σχεδίαση διαγραμμάτων είναι χρήσιμη, αφού από τις μετρούμενες τιμές ενός από τα φυσικά μεγέθη που συσχετίζουν είναι δυνατό να υπολογιστούν οι αντίστοιχες τιμές του άλλου.

### ε. εφαρμόζω, εξηγώ, γενικεύω / συνεχής έλεγχος.

*Οι παρακάτω προτεινόμενες απαντήσεις είναι ενδεικτικές και με κανέναν τρόπο δεν είναι δυνατόν να θεωρηθούν ως μοναδικές ή δεσμευτικές. Οποιεσδήποτε άλλες σωστές εναλλακτικές ή συμπληρωματικές απαντήσεις είναι αποδεκτές, κατά την κρίση του/της εκπαιδευτικού.*

Συγκέντρωσε πληροφορίες για τη μέτρηση της μάζας με άλλους τρόπους και όργανα:

Η μάζα ενός αντικειμένου μπορεί να μετρηθεί με ηλεκτρονικές ζυγαριές μέσω της

παραμόρφωσης ενός κρυστάλλου. Επίσης, από τη μέτρηση του χρόνου ταλάντωσής του όταν προσαρτάται σε ένα ελατήριο και εξαναγκάζεται σε ταλάντωση.

Η μέτρηση της μάζας των άστρων γίνεται από τη μέτρηση του μήκους και της περιόδου της τροχιάς τους.

Πολλές φορές η μάζα των σωματιδίων του μικρόκοσμου υπολογίζεται με τη μέτρηση της ενέργειας τους και με βάση την αρχή της ισοδυναμίας μάζας - ενέργειας.

Συμπληρωματικό **Φύλλο Εργασίας 3 +** για τον εκπαιδευτικό

+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

Με την κατασκευή και τη λειτουργία του προτεινόμενου αυτοσχέδιου ζυγού, με βάση τον αριθμό και τις θέσεις των νομισμάτων που ισορροπούν στις δύο πρώτες περιπτώσεις:

4 νομίσματα x 2 υποδιαιρέσεις = 2 νομίσματα x 4 υποδιαιρέσεις

3 νομίσματα x 2 υποδιαιρέσεις = 2 νομίσματα x 3 υποδιαιρέσεις

ο εκπαιδευτικός μπορεί να επισημάνει την ισότητα των γινομένων, αριστερά και δεξιά, για να κάνει μια εισαγωγή του "θεωρήματος των ροπών", χωρίς να το κατονομάσει απαραίτητα. Με βάση την επισήμανση αυτή, οι μαθητές υπολογίζουν και προβλέπουν με πόσους τρόπους ο ζυγός ισορροπεί στην τρίτη περίπτωση:

6 νομίσματα x 1 υποδιαίρεση = 2 νομίσματα x 3 υποδιαιρέσεις

= 3 νομίσματα x 2 υποδιαιρέσεις

= 1 νόμισμα x 6 υποδιαιρέσεις

Η ισότητα των γινομένων αριστερά και δεξιά που απαιτείται για την ισορροπία του ζυγού είναι το αναμενόμενο συμπέρασμα. Αν αντί των νομισμάτων χρησιμοποιηθούν σταθμά ζύγισης, είναι εύκολο να μετρηθεί η μάζα αντικειμένων.

+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

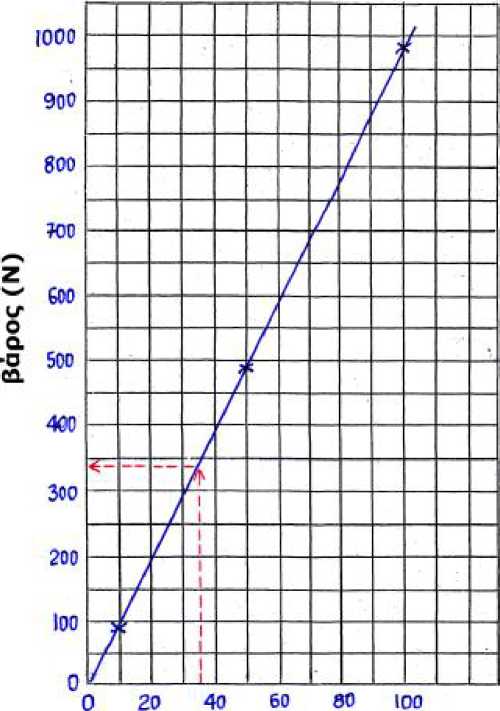
χιλιόγραμμο (kg) = 1.000 g οκά = 1.282,9 g, με υποδιαίρεση τα δράμια (400)

+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Μάζα (σε χιλιόγραμμα) | 0 | 0,01 | 0,5 | 1 | 5 | 10 | 50 | 100 |
| Βάρος (σε Newton) | 0 | 0,1 | 4,9 | 9,8 | 46 | 98 | 490 | 980 |

Για τη σχεδίαση του διαγράμματος επιλέγουμε μόνο μερικά από τα ζευγάρια τιμών, αφού διαπιστώσουμε ότι θα σύρουμε μία ευθεία γραμμή.

διάγραμμα βάρους - μάζας



μάζα (kg)

Από το διάγραμμα, με τη διαδικασία που φαίνεται με τις κόκκινες γραμμές, το βάρος του σώματος με μάζα 35 kg προκύπτει ότι είναι 340 Ν. Συγκρίνοντας το αποτέλεσμα αυτό με τη θεωρητική τιμή: 35 kg x 9,8 = 343 Ν, προκύπτει ότι τα διαγράμματα συνήθως δίνουν

τιμές προσεγγιστικές, ανάλογα με τη σχεδίασή τους.

+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

Από τα πειράματα με τον αυτοσχέδιο ζυγό / κρεμάστρα προκύπτουν ως συμπεράσματα ότι: Δύο σώματα μπορεί να έχουν διαφορετικό όγκο, αλλά ίδια μάζα.

Όταν αλλάζει στο σχήμα του αντικειμένου, δεν αλλάζει η μάζα του.

Δύο σώματα μπορεί να έχουν ίδιο όγκο και σχήμα, αλλά διαφορετική μάζα.

Ο συγκεκριμένος πειραματισμός που οδηγεί σε αυτά τα συμπεράσματα έχει στόχο την προετοιμασία της μελέτης και τον ορισμό του φυσικού μεγέθους πυκνότητα.

+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

Οι μαθητές εύκολα συμπεραίνουν ότι τα σώματα με μικρότερη πυκνότητα αυτής του νερού επιπλέουν στο νερό.

+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++

Ο Αρχιμήδης (τον 3ο αι. π.Χ.) βρήκε ότι ένα στερεό σώμα που βυθίζεται στο νερό χάνει τόσο βάρος όσο είναι το βάρος του νερού που εκτοπίζεται από το σώμα (αρχή του Αρχιμήδη). Έτσι, επιπλέουν τα σώματα που έχουν μικρότερη πυκνότητα από το νερό και βυθίζονται τα σώματα που έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα από το νερό.

+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++