

## Φύλλο Εργασίας 3 Μετρήσεις Μάζας – Τα Διαγράμματα

### α. Παρατηρώ, Πληροφορούμαι, Ενδιαφέρομαι

Ο άνθρωπος πάντοτε αισθανόταν εγκλωβισμένος στη γη από μια δύναμη που τον κρατά κοντά της, ακόμη και τώρα που κάποιοι έχουν ταξιδέψει με διαστημόπλοια. Την προσπάθεια του ανθρώπου να ξεφύγει από αυτήν έχει περιγράψει (και) ο Νίκος Καζαντζάκης στο βιβλίο του «Βίος και Πολιτεία του Αλέξη Ζορμπά» (1946):



...τα μάτια του γουλιζάν κατατοκρά.  
Χύθηκε στο χορό, χτυπούσε τὰ παλαμάκια, πηδοῦσε, στρου-  
φογύριζε στὸν ἀγέρα, ἔπεφτε κάτω μὲ λυγισμένα γόνατα κι  
ἀντιπηδοῦσε ἀνάερα καθιστός, σὰ λάστιχο. Ἄξαφνα τινάζουν-  
ταν πάλι ἀψηλά στὸν ἀγέρα, σὰ νὰ τὸ ᾿χε βάλει πείσμα νὰ  
νικήσει τοὺς μεγάλους νόμους. (...) Τίναζε ἡ ψυχὴ τὸ κορμί,  
μὰ αὐτὸ ἔπεφτε, δὲ βαστοῦσε πολλὴ ὥρα στὸν ἀγέρα, τὸ ξανα-  
τίναζε, ἀνήλεη, λίγο τώρα πῶ ἀψηλά, μὰ πάλι τὸ ἔρμο ξανά-  
πεφτε ἀγκομαχώντας.

Στο βιβλίο του δημοτικού σχολείου «ΦΥΣΙΚΑ - Ερευνώ και Ανακαλύπτω», της Ε' τάξης, υπάρχει αρκετή πληροφορία για τη μάζα των σωμάτων και τη δύναμη της βαρύτητας σε αυτά, το βάρος.

#### Άλλο μάζα κι άλλο βάρος!

Όταν σε ένα τόπο δύο σώματα έχουν ίδιο βάρος, ξέρουμε ότι έχουν και ίδια μάζα. Ισχύει και το αντίστροφο, δύο σώματα που έχουν την ίδια μάζα ξέρουμε ότι στον ίδιο τόπο έχουν ίδιο βάρος. Γι' αυτό και στην καθημερινή μας ζωή μπερδεύουμε συχνά τις έννοιες «βάρος» και «μάζα». Όταν, για παράδειγμα, ο μανάβης μετρά με το δυναμόμετρο το βάρος των λαχανικών, χρησιμοποιεί τη μονάδα της μάζας. Το ίδιο συμβαίνει και όταν ζυγίζομαστε. Μετράμε το βάρος μας, αλλά αναφέρουμε τη μονάδα της μάζας! Ο παρακάτω πίνακας θα σε βοηθήσει να καταλάβεις τις διαφορές των δύο εννοιών και να αποφεύγεις το λάθος αυτό...



Μάζα	Βάρος
<p>Τη μάζα τη μετράμε με ζυγό σύγκρισης με ίσους βραχίονες.</p> 	<p>Το βάρος των σωμάτων το μετράμε με δυναμόμετρο, όπως όλες τις δυνάμεις.</p> 
<p>Μονάδα μέτρησης της μάζας είναι το χιλιόγραμμα (1 kg).</p>	<p>Μονάδα μέτρησης του βάρους είναι το Newton (1N).</p>
<p>Η μάζα ενός σώματος είναι σταθερή, ίδια σε κάθε τόπο.</p> 	<p>Το βάρος ενός σώματος, η ελκτική δηλαδή δύναμη που ασκείται στο σώμα αυτό μεταβάλλεται από τόπο σε τόπο. Το ίδιο σώμα έχει για παράδειγμα στη Γη εξαπλάσιο βάρος απ' ότι στη Σελήνη.</p> 

Συμπληρωματικά αναφέρεται ότι και η μάζα και το βάρος είναι δυνατόν να μετρηθούν τόσο με το ζυγό όσο και με το δυναμόμετρο. Συνήθως χρειαζόμαστε και μετράμε τη μάζα των σωμάτων (σε χιλιόγραμμα ή γραμμάρια). Αν θέλουμε να υπολογίσουμε και το βάρος τους, συνήθως πολλαπλασιάζουμε τη μάζα (σε χιλιόγραμμα) επί έναν αριθμό που είναι περίπου ίσος με 9,8 και προκύπτει το βάρος (σε Newton). Ο αριθμός 9,8 αντιπροσωπεύει τη γήινη βαρύτητα και εξαρτάται από το πόσο μακριά βρίσκεται το σώμα από το κέντρο της γης.

### β. Συζητώ, Αναρωτιέμαι, Υποθέτω

Συζήτησε με τους συμμαθητές σου για τον τρόπο μέτρησης ή υπολογισμού της μάζας και του βάρους. Γράψε τις υποθέσεις σου.

**Για να μετρήσουμε τη μάζα ενός σώματος, τη συγκρίνουμε με μια άλλη γνωστή μάζα, που την ονομάζουμε μονάδα μέτρησης.**

**Η σύγκριση αυτή γίνεται με το ζυγό σύγκρισης.**

**Το βάρος μπορεί κι αυτό να μετρηθεί με το ζυγό σύγκρισης, αρκεί να γνωρίζουμε το βάρος κάποιων σωμάτων, τα οποία θα χρησιμοποιήσουμε ως μέτρο σύγκρισης.**

**Γενικά το βάρος μετριέται με ένα όργανο που ονομάζεται δυναμόμετρο.**

**Η λειτουργία του δυναμόμετρου στηρίζεται στην αρχή ότι η επιμήκυνση ενός ελατηρίου είναι ανάλογη με τη δύναμη που του ασκούμε.**

### γ. Ενεργώ, Πειραματίζομαι

Με τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας σας, οργανώστε πειράματα για την επιβεβαίωση ή διάψευση των υποθέσεων.

Υλικά / Όργανα:

ξύλινη κρεμάστρα, δύο όμοια πλαστικά πιατάκια (ή μικροί πλαστικοί δίσκοι), σταθμά διαφόρων μαζών (σε γραμμάρια) ένα ελατήριο από λεπτό μεταλλικό σύρμα ή ένα κομμάτι λάστιχο, μικρό ελαφρύ αντικείμενο (πχ. μπάλα από πλαστελίνη), μετροταινία.



Ιδιοκατασκευή / Πείραμα 1



Αν δεν έχεις στη διάθεσή σου έναν απλό ζυγό σύγκρισης (με δύο βραχίονες και δύο δίσκους, όπως αυτόν στη διπλανή εικόνα), κάνε μια ιδιοκατασκευή, μετασχηματίζοντας λίγο μια ξύλινη κρεμάστρα.

Αφαίρεσε το μεταλλικό άγκιστρο της κρεμάστρας και κρέμασέ τη με ένα σχοινί που έχεις περάσει στο μέσο της. Κρέμασε τα δύο όμοια πιατάκια (ή τους μικρούς δίσκους) σε ίσες αποστάσεις από το μέσο της, ανοίγοντας περιφερειακά σε κάθε ένα τρεις τρύπες και δένοντας σε

αυτά λεπτά σχοινιά ίδιου μήκους, όπως στην παραπάνω εικόνα.



Βεβαιώσου ότι η κρεμάστρα ισορροπεί σε οριζόντια θέση. Έχεις τώρα στη διάθεσή σου έναν αυτοσχέδιο ζυγό.

Τοποθέτησε σε ένα από τα πιατάκια ένα μικρό αντικείμενο (πχ. τη μπάλα από πλαστελίνη) του οποίου θέλεις να μετρήσεις τη μάζα.

Ισορρόπησε τον αυτοσχέδιο ζυγό σου σε οριζόντια θέση προσθέτοντας διάφορα σταθμά στο άλλο πιατάκι.

Όταν βεβαιωθείς ότι ο ζυγός σου έχει ισορροπήσει σε οριζόντια θέση, διάβασε τους αριθμούς που είναι

σημειωμένοι στα σταθμά που χρησιμοποίησες και αντιπροσωπεύουν τη μάζα καθενός από αυτά.

Γράψε στον παρακάτω πίνακα τις μάζες όλων των σταθμών και άθροισέ τις.



Σταθμά	μάζες σταθμών (σε γραμμάρια)	μάζα αντικειμένου (σε γραμμάρια)
1 <sup>ο</sup>	20	38
2 <sup>ο</sup>	10	
3 <sup>ο</sup>	5	
4 <sup>ο</sup>	2	
5 <sup>ο</sup>	1	
Άθροισμα μαζών	38	

Το άθροισμα των σταθμών που χρησιμοποίησες ισούται με την τιμή της μάζας του αντικειμένου που ζύγισες.

Υπολόγισε, με τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας σου, από τις τιμές της μάζας τις τιμές του βάρους καθενός από τα σταθμά, καθώς και την τιμή του βάρους του αντικειμένου που ζύγισες.

Σταθμά	βάρος σταθμών (σε Newton)	Βάρος αντικειμένου (σε Newton)
1 <sup>ο</sup>	0,1962	0,038
2 <sup>ο</sup>	0,0981	
3 <sup>ο</sup>	0,04905	
4 <sup>ο</sup>	0,01962	
5 <sup>ο</sup>	0,00981	
Άθροισμα μαζών	0,037278	

### Ιδιοκατασκευή / Πείραμα 2



Αν δεν έχεις στη διάθεσή σου ένα απλό δυναμόμετρο, όπως αυτό στη διπλανή εικόνα, κατασκεύασε ένα αυτοσχέδιο δυναμόμετρο χρησιμοποιώντας ελατήριο ή λάστιχο.

Με το δυναμόμετρο μπορούμε να μετρήσουμε και πάλι τη μάζα ενός σώματος, αν χρησιμοποιήσουμε την παρακάτω διαδικασία.

Στερέωσε το ένα άκρο του ελατηρίου σε ένα καρφί, δέσε στο άλλο άκρο του ελατηρίου ένα από τα πιατάκια που χρησιμοποίησες στο πείραμα 1 και στερέωσε στον τοίχο πίσω από το ελατήριο τη μετροταινία που χρησιμοποίησες στο πείραμα 1, όπως φαίνεται στη διπλανή εικόνα, προσέχοντας η αρχή της μετροταινίας (τιμή 0) να βρίσκεται στο ίδιο ύψος με το σημείο στο οποίο δένεται το πιατάκι με το ελατήριο.

Τοποθέτησε στο πιατάκι ένα από τα σταθμά, αυτό του οποίου η μάζα είναι 5 γραμμάρια. Γράψε στον παρακάτω πίνακα την επιμήκυνση του ελατηρίου διαβάζοντας στη μετροταινία τη θέση στην οποία αντιστοιχεί τώρα το σημείο που δένεται το πιατάκι στο ελατήριο.

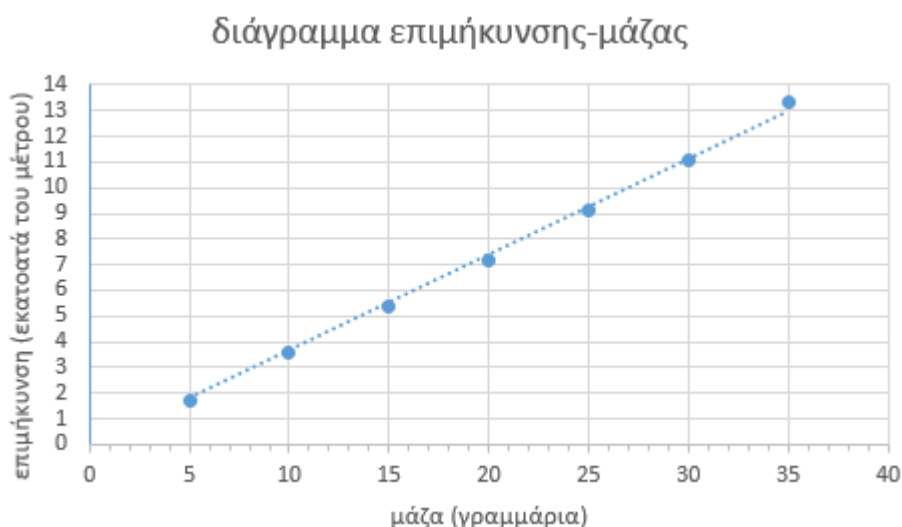
Τοποθέτησε στο πιατάκι διαδοχικά τα σταθμά των οποίων οι μάζες αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα και τις αντίστοιχες επιμηκύνσεις του ελατηρίου.

Αφαίρεσε όλα τα σταθμά που έχεις τοποθετήσει στο πιατάκι του αυτοσχέδιου δυναμόμετρου και βεβαιώσου ότι το σημείο που δένεται το πιατάκι με το ελατήριο έχει επανέλθει στην αρχή (τιμή 0) της μετροταινίας.

μάζες σταθμών (σε γραμμάρια)	επιμηκύνσεις ελατηρίου (σε εκατοστά του μέτρου)
5	1,7
10	3,6
15	5,4
20	7,2
25	9,1
30	11,1
35	13,3

Τι παρατηρείς σχετικά με τις μάζες των σταθμών και τις αντίστοιχες επιμηκύνσεις του ελατηρίου; Παρατηρούμε ότι όταν διπλασιάζεται η μάζα που τοποθετούμε στο πιατάκι, η επιμήκυνση του ελατηρίου γίνεται κι αυτή περίπου διπλάσια από την προηγούμενη. Αυτό σημαίνει ότι η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι ανάλογη με τη μάζα και επομένως και με το βάρος.

Σημείωσε, με τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας σου, τις τιμές των μαζών των σταθμών και των επιμηκύνσεων του ελατηρίου στο διάγραμμα "επιμήκυνσης - μάζας" χρησιμοποιώντας το σύμβολο  $x$  για κάθε ζευγάρι τιμών. Σχεδίασε μια ευθεία η οποία να περνάει όσο το δυνατόν πιο κοντά από όλα τα σημεία στα οποία υπάρχει το σύμβολο  $x$ .



Με αυτή τη διαδικασία και το διάγραμμα που συμπλήρωσες έχεις κάνει τη βαθμονόμηση του αυτοσχέδιου δυναμόμετρου σου.

Σκέψου πώς θα μπορούσες να μετρήσεις τη μάζα ενός σώματος με τη βοήθεια του παραπάνω διαγράμματος.

### Πείραμα 3

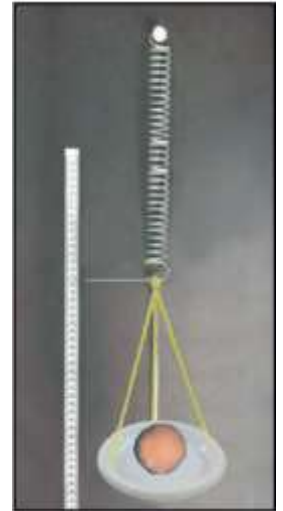
Βεβαιώσου ότι το σημείο που δένεται το άδειο πιατάκι του αυτοσχέδιου δυναμόμετρου με το ελατήριο βρίσκεται στην αρχή (τιμή 0) της μετροταινίας. Τοποθέτησε στο πιατάκι ένα αντικείμενο του οποίου θέλεις να μετρήσεις τη μάζα. Βεβαιώσου ότι η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι μέσα στα όρια των τιμών της μετροταινίας. Γράψε την επιμήκυνση του ελατηρίου: **4,4** εκατοστά του μέτρου.

Αφαίρεσε το αντικείμενο από το δυναμόμετρο.

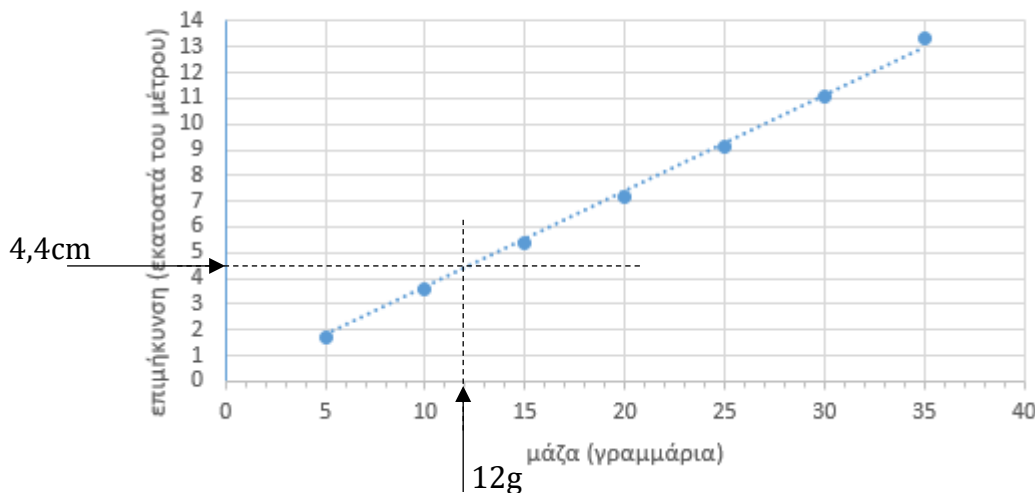
Βρες τη μάζα του αντικειμένου χρησιμοποιώντας το διάγραμμα "επιμήκυνσης - μάζας" που έχεις σχεδιάσει στο προηγούμενο πείραμα και ακολουθώντας τις οδηγίες:

Σημείωσε με ένα μικρό βελάκι την τιμή της επιμήκυνσης του ελατηρίου στην κατάλληλη θέση του κατακόρυφου άξονα. Σύρε μία οριζόντια γραμμή από το βελάκι αυτό έως ότου συναντήσεις την ευθεία του διαγράμματος που έχεις σχεδιάσει στο προηγούμενο πείραμα.

Σύρε μια κατακόρυφη γραμμή από το σημείο συνάντησης της οριζόντιας γραμμής με την ευθεία του διαγράμματος έως ότου συναντήσεις τον οριζόντιο άξονα. Σημείωσε με ένα μικρό βελάκι το σημείο συνάντησης το οποίο αντιστοιχεί στην



διάγραμμα επιμήκυνσης-μάζας



τιμή της μάζας του αντικειμένου.

Γράψε την τιμή που υπολόγισες: **12** γραμμάρια.

Υπολόγισε την τιμή του βάρους του αντικειμένου από την τιμή της μάζας του.

$$\text{βάρος} = \text{μάζα} \times 9,8 = 0,012\text{kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 0,1176\text{N} \approx 0,12\text{N}$$

### δ. Συμπεραίνω, Καταγράφω

Γράψε τα συμπεράσματά σου από τις παρατηρήσεις των παραπάνω πειραμάτων:

1) Ο ζυγός σύγκρισης μετράει απευθείας τη μάζα, ανεξάρτητα από τη βαρύτητα, συγκρίνοντάς τη με μια άλλη γνωστή μάζα. Γι' αυτό ο ζυγός σύγκρισης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλο πλανήτη.

2) Η επιμήκυνση ενός ελατηρίου είναι ανάλογη με τη δύναμη που το τραβάμε. Αυτό σημαίνει ότι η επιμήκυνση ενός ελατηρίου είναι ανάλογη με το βάρος των σωμάτων που κρεμάμε από αυτό. Το βάρος όμως είναι ανάλογο με τη μάζα. Άρα τελικά η επιμήκυνση ενός ελατηρίου είναι ανάλογη με τη μάζα των σωμάτων που κρεμάμε από αυτό.

3) Από το διάγραμμα επιμήκυνσης-χρόνου μπορούμε να υπολογίσουμε τη μάζα ενός σώματος αν γνωρίζουμε την επιμήκυνση που προκαλεί στο ελατήριο.

Γιατί είναι χρήσιμη η σχεδίαση διαγραμμάτων;

Τα διαγράμματα:

- μας δίνουν, με μια εικόνα, τη σχέση μεταξύ δυο φυσικών μεγεθών.
- ξεπερνούν το εμπόδιο που βάζουν τα σφάλματα μέτρησης. Όπως είδαμε από τις μετρήσεις, το βάρος και η μάζα δεν προκύπτουν ακριβώς ανάλογα ποσά. Φέρνοντας τη γραμμή ανάμεσα στα σημεία, μειώνουμε τα σφάλματα.
- μπορούμε να υπολογίσουμε την τιμή του ενός από τα δυο μεγέθη, όταν γνωρίζουμε την τιμή του άλλου, χωρίς να γνωρίζουμε τη θεωρία και τους τύπους.

#### ε. Εφαρμόζω, Εξηγώ, Ερμηνεύω

Μέτρησε τη μάζα και υπολόγισε το βάρος και άλλων αντικειμένων. Συγκέντρωσε πληροφορίες για τη μέτρηση της μάζας με άλλους τρόπους και όργανα.

**Η μάζα μπορεί να μετρηθεί με ζυγαριά, αναλογική ή ψηφιακή. Η ζυγαριά αυτή μετράει στην ουσία το βάρος του σώματος και το μετατρέπει σε μάζα διαιρώντας με τη βαρύτητα:**

$$\text{μάζα} = \text{βάρους} : 9,8$$

Αυτό είναι ένα μειονέκτημα, καθώς η ζυγαριά αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε τόπο που η βαρύτητα είναι 9,8. Σε οποιοδήποτε άλλο τόπο (π.χ. στη Σελήνη) η ζυγαριά θα μετράει λάθος μάζα.