

Φύλλο εργασίας 3

Μετρήσεις Μάζας - Τα Διαγράμματα

Μάζα

Μάζα ονομάζεται το θεμελιώδες και μονόμετρο φυσικό μέγεθος που εκφράζει την ποσότητα της ύλης που περιέχει ένα σώμα, δηλαδή τον αριθμό πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων του σώματος (1). Το σύμβολο της μάζας είναι το m από το αρχικό γράμμα της αγγλικής λέξης “mass”.

Μονάδα μέτρησης μάζας

Στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων *S.I.*, μονάδα μέτρησης της μάζας είναι το ένα χιλιόγραμμα ή ένα κιλό (1 kg):

$$1 \text{ kilogram} = 1 \text{ kg}$$

Για παράδειγμα, όταν ένα σώμα είναι 5 kg, εννοούμε ότι έχει μάζα πέντε φορές μεγαλύτερη από αυτή που έχουμε ορίσει ως ένα κιλό (1 kg). Γράφουμε:

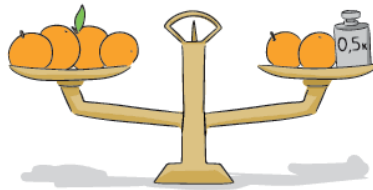
$$m = 5 \text{ kg}$$

όπου m είναι το σύμβολο της μάζας.

Η μάζα **δεν μεταβάλλεται** από τόπο σε τόπο. Είτε πάμε στον Βόρειο πόλο, είτε πάμε σε άλλον πλανήτη, η ποσότητα της ύλης μας θα παραμείνει σταθερή.

Όργανα μέτρησης μάζας

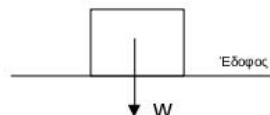
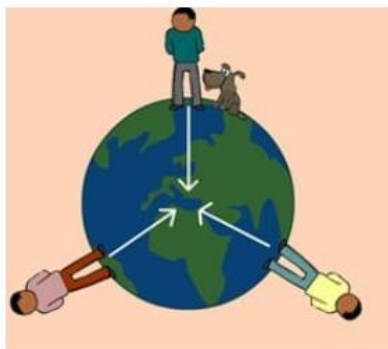
- Ζυγός ισορροπίας ή ζυγαριά: Συγκρίνουμε την μάζα που θέλουμε να μετρήσουμε με σώματα γνωστής μάζας, που ονομάζονται **σταθμά**. Μόλις ο ζυγός ισορροπήσει, η άγνωστη μάζα θα ισούται με την συνολική μάζα των σταθμών.



- Ηλεκτρονική ζυγαριά: Η μέτρηση γίνεται ηλεκτρονικά τοποθετώντας το σώμα πάνω στη ζυγαριά. Η μάζα θα εμφανιστεί ως ένδειξη στην οθόνη της ζυγαριάς. Με την ηλεκτρονική ζυγαριά επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ακρίβεια στην μέτρηση.

Βάρος ή βαρυτική δύναμη (γήινο)

Βάρος (γήινο) ονομάζεται το παράγωγο και διανυσματικό φυσικό μέγεθος που ισούται με την ελκτική δύναμη που ασκεί η γη σε ένα σώμα. Συμβολίζεται με w από το αρχικό γράμμα της αγγλικής λέξης “weight”.



Ως διάνυσμα το βάρος παριστάνεται με ένα βέλος και για να οριστεί πλήρως, πρέπει να ορίσουμε το **μέτρο** του και την **κατεύθυνσή** του (διεύθυνση και φορά):

1. Στην σύγχρονη φυσική, η μάζα εκφράζει την ποσότητα της ενέργειας που περιέχει ένα σώμα.

- Διεύθυνση: Το βέλος βρίσκεται πάνω στην ευθεία που ενώνει το σώμα και το κέντρο της Γης.
- Φορά: Η φορά του βέλους είναι από το σώμα προς το κέντρο της Γης.
- Μέτρο: Το μέτρο (τιμή) δίνεται από τη σχέση:

$$w = m \cdot g$$

όπου m η μάζα του σώματος και g (gravity) μια ποσοτική σταθερά που ονομάζεται **επιτάχυνση βαρύτητας** και αλλάζει από τόπο σε τόπο. Στην επιφάνεια της θάλασσας:

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$$

Για ευκολία στους υπολογισμούς, θα θεωρήσουμε $g = 10 m/s^2$.

Μονάδα μέτρησης βάρους

Στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων *S.I.*, μονάδα μέτρησης του βάρους είναι το ένα Newton (Νιούτον) (1 N) προς τιμήν του Άγγλου Φυσικού **Ισαάκ Νεύτωνα** (1642-1727) :

$$1 \text{ Newton} = 1 \text{ N}$$

Για παράδειγμα, σε ένα σώμα μάζας 5 kg ασκείται από τη γη δύναμη βάρους:

$$w = 5 \cdot 10 = 50 \text{ N}$$

Το βάρος **μεταβάλλεται** από τόπο σε τόπο, καθώς μεταβάλλεται το g . Άλλο βάρος έχουμε στον Ισημερινό και άλλο στον Βόρειο Πόλο, γιατί το g εξαρτάται από τη διαφορά ύψους και από την περιστροφή της γης:

- Σε μεγάλα ύψη, έχουμε μείωση του g και άρα μείωση του βάρους.
- Λόγω περιστροφής της γης, το g μειώνεται από τους πόλους προς τον Ισημερινό.
- Επιπλέον το g εξαρτάται και από την βαρυτική πηγή, γι' αυτό και μιλάμε για γήινο βάρος. Στη Σελήνη το βάρος μας είναι το $1/6$ της Γης, γιατί:

$$g_{\text{σελήνης}} = \frac{g_{\text{γης}}}{6}$$

Παρατήρηση

Στον ίδιο τόπο, για δύο σώματα με $m_1 > m_2$ θα είναι και $w_1 > w_2$. Αν γνωρίζουμε το βάρος ενός σώματος, η μάζα του θα είναι:

$$m = \frac{w}{g}$$

Όργανο μέτρησης βάρους

Το βάρος ενός σώματος, μπορούμε να το μετρήσουμε με το **δυναμόμετρο**. Το δυναμόμετρο είναι μία κατακόρυφη διάταξη που περιέχει ένα ελατήριο, στην μία άκρη του οποίου κρεμάμε το σώμα. Λόγω του βάρους, το ελατήριο θα υποστεί ελαστική παραμόρφωση (επιμήκυνση) ανάλογη του βάρους του σώματος (**Νόμος Hooke**).



Έτσι, βαθμονομώντας την επιμήκυνση του ελατηρίου με γνωστά βάρη, μπορούμε να μετρήσουμε το βάρος ενός άγνωστου σώματος, όπως και κάθε άλλης δύναμης.

Νόμος του Hooke (για ελατήριο)

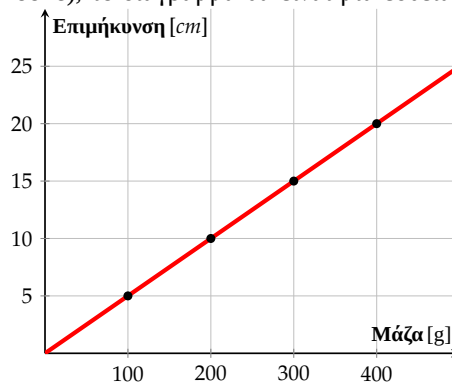
Η ελαστική παραμόρφωση ενός ελατηρίου, επιμήκυνση ή συμπίεση, είναι ανάλογη της δύναμης που προκαλεί την παραμόρφωση. Στην περίπτωση μας, η δύναμη που προκαλεί την παραμόρφωση είναι η βαρυτική (2).

Διάγραμμα μάζας - επιμήκυνσης

Σε δύο κάθετους άξονες (αριθμογραμμές) μάζας και επιμήκυνσης τοποθετούμε τις αντίστοιχες τιμές που αντιστοιχούν στα δύο φυσικά μεγέθη. Λόγω της μεταξύ τους αναλογίας (Νόμος Hooke), το διάγραμμα θα είναι μία ευθεία γραμμή.

Γραμμική σχέση:

Μάζα (g)	Επιμήκυνση cm
100	5
200	10
300	15
400	20



- Ένα διάγραμμα μας δίνει παραστατικά την σχέση δύο μεγεθών, αν για παράδειγμα είναι ανάλογα ή όχι.
- Από ένα διάγραμμα μπορούμε να προσδιορίσουμε την τιμή του ενός μεγέθους, αν ξέρουμε την τιμή του άλλου, χωρίς να χρειάζεται η χρήση καποιου μαθηματικού τύπου. Για μεγαλύτερη ακρίβεια τα διαγράμματα πρέπει να σχεδιάζονται σε mm-χαρτί.

Το διάγραμμα μεταξύ δύο ανάλογων μεγεθών είναι μία **ευθεία γραμμή**.

Εύρεση άγνωστης μάζας με ελατήριο

Η άγνωστη μάζα μπορεί να βρεθεί με δύο τρόπους:

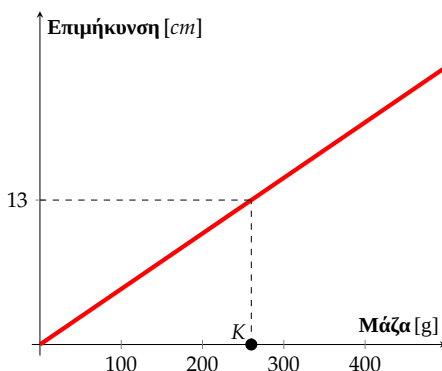
- Αλγεβρικά: Δύο μεγέθη είναι ανάλογα όταν το πηλίκο τους είναι σταθερός αριθμός (*σταθερά αναλογίας*). Έτσι, για μία γνωστή επιμήκυνση x που προκαλεί ένα σώμα γνωστής μάζας m , η σταθερά αναλογίας a θα ισούται με το πηλίκο:

$$a = \frac{m}{x}$$

Γνωρίζοντας το a , κάθε άγνωστη μάζα που προκαλεί γνωστή επιμήκυνση x θα είναι

$$m_{\text{αγν}} = a \cdot x$$

- Διαγραμματικά: Σε mm - χαρτί, σχεδιάζουμε την ευθεία που ικανοποιεί τα σημεία γνωστών μαζών και αντίστοιχων επιμηκύνσεων (καμπύλη βαθμονόμησης). Από την ευθεία, μπορούμε να προσδιορίσουμε την τιμή της άγνωστης μάζας για γνωστή επιμήκυνση ή αντίστροφα την επιμήκυνση για κάποια γνωστή μάζα.
→ Στο διάγραμμα του σχήματος, η άγνωστη μάζα για ζητούμενη επιμήκυνση 13 cm δίνεται από το σημείο K. Στο mm - χαρτί θα βρίσκαμε ότι αντιστοιχεί στα 260 g.



Άλλοι τρόποι μέτρησης της μάζας των σωμάτων είναι:

- Από την περίοδο ταλάντωσης του σώματος, όταν προσαρτηθεί σε ελατήριο.
- Για υποατομικά σωματίδια, από την ενέργειά τους.
- Για μεγάλα σώματα, όπως τα άστρα, από την μέτρηση του μήκους και της περιόδου της τροχιάς τους.

Διαφορές μάζας - βάρους

Μάζα	Βάρος
Η ποσότητα της ύλης που περιέχει ένα σώμα	Η ελκτική δύναμη που ασκεί η γη
Μονόμετρο μέγεθος	Διανυσματικό μέγεθος
Θεμελιώδες μέγεθος	Παράγωγο μέγεθος
Μονάδα μέτρησης 1 kg	Μονάδα μέτρησης 1 N
Ζυγός ισορροπίας	Δυναμόμετρο
Παραμένει σταθερή	Μεταβάλλεται από τόπο σε τόπο

Πολλαπλάσια - υποπολλαπλάσια μάζας

Πολλαπλάσια - Υποπολλαπλάσια μάζας		
Τόνος	ton	$1\text{ tn} = 1000\text{ kg}$
Γραμμάριο	gram	$1\text{ g} = \frac{1}{1000}\text{ kg} = 0,001\text{ kg}$
Χιλιοστό γραμμαρίου	milligram	$1\text{ mg} = \frac{1}{1000}\text{ g} = 0,001\text{ g}$

$$1\text{ tn} = 1000\text{ kg}$$

$$1\text{ kg} = 1000\text{ g}$$

- $5,6\text{ kg} = 5,6 \cdot 1000\text{ g} = 5600\text{ g}$
- $12\text{ mg} = \frac{12}{1000}\text{ g} = 0,012\text{ g}$
- $650\text{ g} = \frac{650}{1000000}\text{ tn} = 0,00065\text{ tn}$
- $0,24\text{ tn} = 0,24 \cdot 1000\text{ kg} = 240\text{ kg}$

Ασκήσεις

1. Στην καθημερινότητά μας χρησιμοποιούμε φράσεις, όπως, «το βάρος μου είναι 70 kg ». Συμφωνείτε με αυτήν την χρήση του όρου «βάρος»; Αν όχι, τι θα έπρεπε να λέμε;
2. Να γίνουν οι παρακάτω μετατροπές μονάδων:
 - i. $22\text{ kg} = ; \text{ g}$.
 - ii. $5,6\text{ g} = ; \text{ tn}$.
 - iii. $4,5\text{ kg} = ; \text{ mg}$.
 - iv. $230\text{ mg} = ; \text{ kg}$.
3. Διαθέτουμε δέκα σταθμά των 5 g , δύο των 150 g , δύο των 200 g και ένα των 400 g . Για να ισορροπήσει το σώμα του σχήματος μάζας 915 g στον ζυγό ισορροπίας, ποια σταθμά πρέπει να χρησιμοποιήσουμε;



4. Χαρακτηρίστε τις επόμενες προτάσεις με σωστό(Σ) ή λάθος(Λ):
 - i. Το βάρος είναι διανυσματικό μέγεθος.
 - ii. Ένα σώμα ζυγίζει 6 φορές λιγότερο στην Σελήνη.
 - iii. Η μάζα είναι παράγωγο μέγεθος.
 - iv. Το βάρος και η μάζα είναι μεγέθη ανάλογα.
 - v. Η μονάδα μέτρησης της μάζας στο S.I είναι τα g .
 - vi. Δύο κιλά χαρτί ζυγίζουν περισσότερο από δύο κιλά πατάτες.
 - vii. Ισχύει $4,5\text{ kg} = 450\text{ g}$.
 - viii. Σώμα βάρους 500 N στη Γη αντιστοιχεί σε μάζα 50 kg .
 - ix. Στην Σελήνη έχουμε μικρότερο βάρος.
 - x. Με το δυναμόμετρο μπορούμε να μετρήσουμε μόνο το βάρος.
5. Σώμα έχει μάζα 60 kg . Αν η επιτάχυνση βαρύτητας είναι 10 m/s^2 τότε:
 - (α) Να εκφράσετε τα δεδομένα με χρήση συμβόλων.
 - (β) Να υπολογίσετε το βάρος του σώματος κάνοντας χρήση συμβόλων.
 - (γ) Αν πάμε στο φεγγάρι, πόσο θα ισούται η μάζα και το βάρος του σώματος;
6. Να υπολογίσετε την μάζα ενός σώματος βάρους 45 N . Δίνεται η επιτάχυνση βαρύτητας $g = 10\text{ m/s}^2$.
7. Από δύο ελατήρια κρέμονται δύο σώματα, ίσης μάζας. Αν στο πρώτο ελατήριο, εμφανίζεται μεγαλύτερη επιμήκυνση, τι συμπεραίνετε;
8. Να σχεδιάσετε το βάρος για τα παρακάτω γεωμετρικά σχήματα της εικόνας;



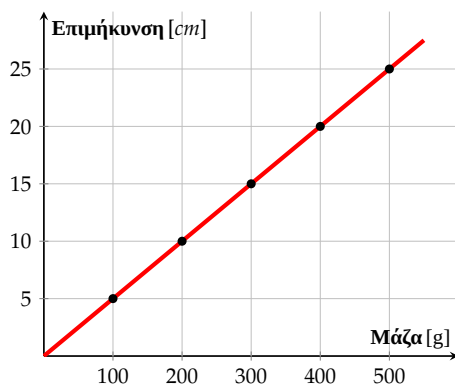
9. Ποιες είναι οι μονάδες του Newton 1 N στο S.I;
10. Θέλουμε να μετρήσουμε την άγνωστη μάζα ενός σώματος Α, με την βοήθεια δυναμόμετρου. Διαθέτουμε σώμα Β, μάζας 500 g , το οποίο κρέμαμε στο δυναμόμετρο και εμφανίζει επιμήκυνση 20 cm . Πόσο ισούται η άγνωστη μάζα του σώματος, αν αυτό εμφανίζει επιμήκυνση 14 cm ;
11. Στον πίνακα φαίνονται οι επιμηκύνσεις που προκαλούνται σε ένα δυναμόμετρο, από σώματα διαφορετικής μάζας.

Μάζα (g)	Επιμήκυνση (cm)
50	2
100	4
200	8
500	20

- Να γίνει το διάγραμμα επιμήκυνσης- μάζας σε βαθμονομημένους άξονες.
 - Να βρεθεί η άγνωστη μάζα ενός σώματος, αν προκαλεί επιμήκυνση 12 cm .
 - Να βρεθεί η επιμήκυνση που προκαλεί ένα σώμα μάζας 150 g .
12. Στον πίνακα φαίνονται οι επιμηκύνσεις που προκαλούνται σε ένα δυναμόμετρο, από σώματα διαφορετικής μάζας.

Μάζα (g)	Επιμήκυνση (cm)
15	3
60	12
90	18
150	30

- Να γίνει το διάγραμμα επιμήκυνσης- μάζας σε βαθμονομημένους άξονες.
 - Να βρεθεί η άγνωστη μάζα ενός σώματος, αν προκαλεί επιμήκυνση 24 cm .
 - Να βρεθεί η επιμήκυνση που προκαλεί σώμα μάζας 200 g .
13. Στο διάγραμμα του σχήματος δίνεται η σχέση μάζας- επιμήκυνσης για διάφορα σώματα που κρέμονται από ένα δυναμόμετρο. Παρατηρήστε προσεκτικά το διάγραμμα και απαντήστε στις επόμενες ερωτήσεις:



- Γιατί το διάγραμμα παριστάνει μία ευθεία γραμμή;
 - Για επιμήκυνση 10 cm , πόσο ισούται η μάζα του σώματος;
 - Για μάζα 500 g , πόσο ισούται η επιμήκυνση του σώματος;
 - Βρείτε διαγραμματικά την άγνωστη μάζα ενός σώματος, αν προκαλεί επιμήκυνση 8 cm .
 - Βρείτε διαγραμματικά την επιμήκυνση που προκαλεί ένα σώμα μάζας 340 g .
 - Να βρεθεί αλγεβρικά, πόσο θα ισούται η άγνωστη μάζα ενός σώματος που προκαλεί επιμήκυνση 50 cm .
14. Να συμπληρώσετε τις άγνωστες τιμές του πίνακα, όπου φαίνονται οι επιμηκύνσεις που προκαλούνται σε ένα δυναμόμετρο, από σώματα διαφορετικής μάζας.

Μάζα (g)	Επιμήκυνση (cm)
60	4
	10
300	
	30