

Φυσική Α' Γυμνασίου

Άσκηση 3 – Μέτρηση Μάζας¹



Υλικά

Για τον ζυγό

- Ένας χάρακας μήκους 30 cm.
- Σελοτέιπ.
- Ένα πολυγωνικό (όχι κυλινδρικό) στυλό διαρκείας ή μολύβι.

Για σταθμά

- Μερικά κέρματα των δύο λεπτών ($m_1 = 3,06 \text{ g}$)
- Μερικά κέρματα του ενός λεπτού ($m_2 = 2,30 \text{ g}$)

¹ Το φύλλο εργασίας βασίζεται σε αντίστοιχη ιδέα και εφαρμογή του Ε.Κ.Φ.Ε. Αγίων Αναργύρων.

- Καραμελάκια μέντας (m₃= 0,4 g)
- Σπόροι από χαρούπι (m₄= 0,16 g)

Σώματα προς ζύγιση

- Κάποια μικρά αντικείμενα άγνωστης μάζας. Π.χ. μία γόμα, μία ξύστρα, ένα κλειδί, έναν φελλό κ.λπ.

Για τους υπολογισμούς

- Έναν υπολογιστή τσέπης (κομπιουτεράκι)

Εκτέλεση πειράματος

1. Τοποθετούμε τον χάρακα κάθετα πάνω στο μολύβι ή το στυλό με τέτοιο τρόπο ώστε να ισορροπεί. Σε αυτή τη θέση στερεώνουμε τον χάρακα πάνω στο μολύβι ή το στυλό με λίγο σελοτέηπ.
2. Τοποθετούμε στο ένα άκρο του χάρακα το σώμα με την άγνωστη μάζα. Ο χάρακας γέρνει προς το σώμα και αγγίζει το θρανίο. Στη συνέχεια αρχίζουμε να τοποθετούμε ένα - ένα τα «σταθμά» στο άλλο άκρο του χάρακα αρχίζοντας από εκείνα με την μεγαλύτερη μάζα (τα νομίσματα των δύο λεπτών). Αν ο χάρακας ισορροπήσει σε κάποιον αριθμό νομισμάτων τότε η άγνωστη μάζα του σώματος ισούται με την μάζα των νομισμάτων. Αν, όμως, ο χάρακας γείρει προς το άκρο των σταθμών αφαιρούμε το τελευταίο νόμισμα που τοποθετήσαμε και επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία τοποθετώντας νομίσματα του ενός λεπτού πάνω στα υπόλοιπα νομίσματα των δύο λεπτών. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία μέχρι να ισορροπήσει ο χάρακας και αν χρειαστεί τοποθετούμε διαδοχικά τα καραμελάκια και μετά τους σπόρους χαρουπιού.

3. Αν, τελικά, ο χάρακας ισορροπήσει σε κάποια θέση τότε η άγνωστη μάζα m του αντικειμένου είναι το άθροισμα των μαζών των σταθμών:

[Αριθμός νομισμάτων 2 λεπτών] x 3,06 g	
[Αριθμός νομισμάτων 1 λεπτού] x 2,30 g	
[Αριθμός από καραμελάκια] x 0,40 g	
[Αριθμός σπόρων χαρουπιού] x 0,16 g	
Μάζα m σώματος	

4. Είναι πιθανό ο χάρακας να μην ισορροπήσει ούτε με την προσθήκη κάποιου αριθμού σπόρων χαρουπιού. Σε αυτή την περίπτωση η προσθήκη π.χ. του 4^{ου} σπόρου χαρουπιού θα κάνει τον χάρακα να γείρει προς τα σταθμά. Τότε η άγνωστη μάζα του σώματος βρίσκεται ανάμεσα σε δύο τιμές. Συγκεκριμένα, η μάζα είναι μεγαλύτερη από εκείνη που είχαν τα σταθμά όταν υπήρχαν 3 σπόροι χαρουπιού και μικρότερη από τη μάζα των σταθμών με τους 4 σπόρους χαρουπιού. Προφανώς, η διαφορά των δύο τιμών είναι ίση με την μάζα ενός σπόρου χαρουπιού.

$$\text{Δηλαδή: } m_{\text{στ.πριν}} < m < m_{\text{στ.μετά}}$$

Για τον εκπαιδευτικό

Οι τιμές για τις μάζες των νομισμάτων προέρχονται από τον επίσημο ιστότοπο της Ευρωπαϊκής Ένωσης: https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/euro-area/euro-coins-and-notes/euro-coins/common-sides-euro-coins_el

Προφανώς, μπορούν να χρησιμοποιηθούν νομίσματα μεγαλύτερης αξίας και μάζας.

Αντί για καραμελάκια ή σπόρους από χαρούπι μπορούν να χρησιμοποιηθούν οποιαδήποτε μικρά αντικείμενα που έχουν ίδια μάζα, όπως συνδετήρες, ροδέλες κ.λπ. Αν χρησιμοποιήσουμε σπόρους προτείνεται να κάνουμε μία αρχική διαλογή αφαιρώντας όσους είναι σαφώς μεγαλύτεροι ή μικρότεροι του μέσου όρου.

Το όνομα του σπόρου της χαρουπιάς ή ξυλοκερατιάς στα αρχαία ελληνικά είναι κεράτιο Αξίζει να σημειωθεί πως αυτή η λέξη αποτελεί την ετυμολογία για τη λέξη κάρατι, καθώς οι σπόροι τη χαρουπιάς χρησιμοποιούνταν από τους χρυσοχόους στη ζύγιση του χρυσού. Η χρήση τους αυτή, ωστόσο, μάλλον δεν οφειλόταν τόσο στο ομοιόμορφο μέγεθος των σπόρων, όσο στην ευρεία διάδοση της χαρουπιάς στην περιοχή από τη Μεσόγειο ως την Ινδία².

Για να βρούμε τις μάζες από τους σπόρους και τα καραμελάκια θα χρειαστεί να ζυγίσουμε έναν αριθμό από αυτά (π.χ. 20) σε έναν ζυγό και διαιρώντας το αποτέλεσμα με τον αριθμό να βρούμε τη μάζα του ενός. Η γνωστή αυτή μέθοδος αποτελεί ένα θαυμάσιο παράδειγμα ακριβούς μέτρησης ενός μεγέθους χωρίς χρήση πολύπλοκου εξοπλισμού.

Αν το σχολικό εργαστήριο δεν διαθέτει ζυγό ίσως πρέπει να περιοριστούμε στη χρήση νομισμάτων ή αν οι μαθητές κάνουν τη μέτρηση στο σπίτι τους, τότε ως πρώτο βήμα προτείνεται να μετρηθεί η άγνωστη μάζα των σταθμών (καραμελάκια, σπόροι, συνδετήρες κ.λπ.) με τη βοήθεια των νομισμάτων.

Στην περίπτωση των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στις μετρήσεις μας βρήκαμε:

$$m_{\text{χαρουπιού}} = 0,16 \text{ g}$$

$$m_{\text{καραμέλας}} = 0,40 \text{ g}$$

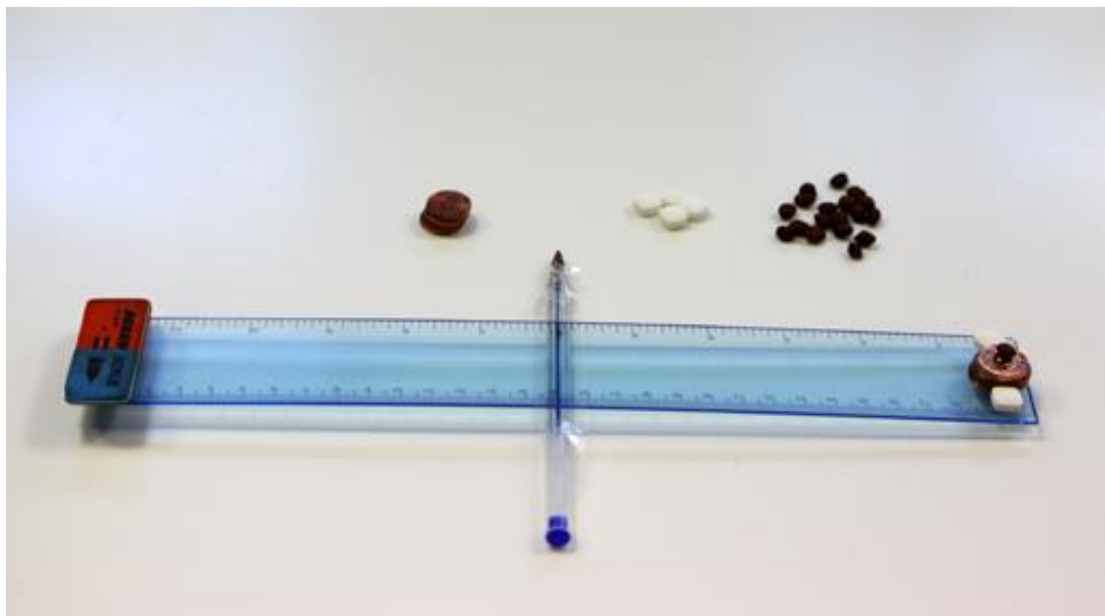
² Turnbull, L. A.; Santamaria, L.; Martorell, T.; Rallo, J.; Hector, A. (2006). "Seed size variability: From carob to carats". *Biology Letters*. 2 (3): 397–400.

Εσείς θα συμπληρώσετε τις τιμές στις αντίστοιχες μάζες σύμφωνα με τα σταθμά που θα επιλέξετε και την αντίστοιχη ζύγιση.

Σημειώνουμε πως για λόγους απλοποίησης της άσκησης μπορείτε να επιλέξετε να χρησιμοποιήσετε λιγότερα είδη σταθμών (π.χ. μόνο τα νομίσματα) με αντίστοιχη παραχώρηση στον τομέα της ακρίβειας στη μέτρηση.

Παράδειγμα μέτρησης

Ακολουθήσαμε τη διαδικασία, που περιγράφεται στο φύλλο εργασίας, για να μετρήσουμε τη μάζα μίας γόμας. Όπως φαίνεται στη φωτογραφία ο ζυγός ισορρόπησε όταν τοποθετήθηκαν τα εξής σταθμά:



3 νομίσματα των 2 λεπτών με ολική μάζα 9,18 g

2 νομίσματα των 3 λεπτών με ολική μάζα 4,60 g

2 καραμελάκια με ολική μάζα 0,80 g

1 σπόρος χαρουπιού με μάζα 0,16 g

Άρα η μάζα της γόμας είναι $m = 14,74$ g

Η μάζα της γόμας βρέθηκε να είναι $m = 14,7$ g με ζύγιση σε ζυγό με ελάχιστη υποδιαίρεση 0,1 g.

Αντίστοιχα, η μάζα της γόμας βρέθηκε να είναι $m = 15 \text{ g}$ με ζύγιση σε ζυγό με ελάχιστη υποδιαίρεση 1 g.



Η σύγκριση των τιμών μπορεί να αποτελέσει το έναυσμα για μία συζήτηση σχετικά με το τι σημαίνει μέτρηση ενός μεγέθους.

Αν από το εργαστήριο απουσιάζει ζυγός με ελάχιστη υποδιαίρεση τουλάχιστον 1 g, τότε προτείνεται να χρησιμοποιηθεί ως σώμα άγνωστης μάζας ένα ή περισσότερα νομίσματα των δύο ευρώ, των οποίων η μάζα μας είναι γνωστή, ώστε να μπορεί να γίνει μία σύγκριση ανάμεσα στην θεωρητική και την πειραματική τιμή.