

Φύλλο εργασίας 5

Μέτρηση Πυκνότητας

α. Παρατηρώ, Πληροφορούμαι, Ενδιαφέρομαι

Αν ζυγίσουμε δύο σώματα από διαφορετικά υλικά που έχουν ίσους όγκους, θα δούμε ότι έχουν διαφορετικές μάζες.

Για παράδειγμα,

1cm^3 χαλκού ζυγίζει **3,9g**,

1cm^3 αλουμινίου **2,7g** και



1cm^3 υδραργύρου **13,6g**.



Νερό όγκου 1L ζυγίζει **1000g**, ενώ Λάδι ίσου όγκου (1L) ζυγίζει **920g**.



Από το γεγονός αυτό, προκύπτει η έννοια της πυκνότητας ενός υλικού. Πυκνότητα ονομάζεται το πηλίκο της μάζας m που έχει ένα σώμα προς τον όγκο του V :

$$d = \frac{m}{V}$$

Οι μονάδες πυκνότητας που χρησιμοποιούνται συνήθως, είναι το $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ και το $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ή $\frac{\text{g}}{\text{mL}}$.

Η πυκνότητα είναι ένα μέγεθος που χαρακτηρίζει το υλικό από το οποίο αποτελείται ένα σώμα. Έτσι, ένας κόκκος πλαστελίνης έχει την ίδια πυκνότητα με ένα μεγάλο κομμάτι από το ίδιο υλικό. Ένα ρίνισμα σιδήρου έχει την ίδια πυκνότητα με μια σιδερένια γέφυρα. Μπορούμε να διακρίνουμε δύο υλικά από την πυκνότητά τους. Επομένως μας ενδιαφέρει να γνωρίζουμε πώς να την υπολογίζουμε πειραματικά.

Πειραματικός Υπολογισμός της Πυκνότητας Υγρού Σώματος

β. Συζητώ, Αναρωτιέμαι, Υποθέτω

Διαθέτεις ένα υγρό σώμα σε μια φιάλη των 250mL, μια ηλεκτρονική ζυγαριά και έναν ογκομετρικό κύλινδρο 100mL. Περιγράψε μια πειραματική διαδικασία, ώστε με τα διαθέσιμα όργανα να μπορέσεις να υπολογίσεις πειραματικά την πυκνότητα του υγρού που υπάρχει στη φιάλη.



- Τοποθετούμε τον ογκομετρικό κύλινδρο στη ζυγαριά και μηδενίζουμε την ένδειξη της ζυγαριάς.
- Από τη φιάλη με το υγρό μεταφέρουμε μια τυχαία ποσότητα στον ογκομετρικό κύλινδρο.
- Τοποθετούμε τον ογκομετρικό κύλινδρο στη ζυγαριά και σημειώνουμε την ένδειξή της. Αυτή είναι η μάζα m του υγρού.
- Παρατηρούμε τη στάθμη του διαλύματος στον ογκομετρικό κύλινδρο και σημειώνουμε την ένδειξη. Αυτός είναι ο όγκος V του υγρού.
- Με τη βοήθεια της σχέσης $d = \frac{m}{V}$ θα μπορέσουμε να υπολογίσουμε την πυκνότητα d.

γ. Ενεργώ, Πειραματίζομαι

Διαθέτεις έναν ηλεκτρονικό ζυγό και έναν ογκομετρικό κύλινδρο 100mL. Επιπλέον έχεις δύο φιάλες Φ_1 και Φ_2 που περιέχουν υγρά. Η μια περιέχει απιονισμένο νερό και η άλλη αλατόνερο. Πραγματοποίησε κατάλληλες μετρήσεις προκειμένου να υπολογίσεις τις πυκνότητες των υγρών που περιέχονται στις φιάλες.

- Τοποθετούμε τον ογκομετρικό κύλινδρο στη ζυγαριά και μηδενίζουμε την ένδειξη της ζυγαριάς.
- Μεταφέρουμε από τη φιάλη Φ_1 μια ποσότητα υγρού στον ογκομετρικό κύλινδρο. Προσπαθούμε η στάθμη του υγρού να είναι κοντά σε μια από τις ενδείξεις του ογκομετρικού κυλίνδρου.
- Παρατηρούμε τη στάθμη του νερού στον ογκομετρικό κύλινδρο και σημειώνουμε την ένδειξη. Βρίσκουμε όγκο $V_1=60\text{ml}$.

- Τοποθετούμε τον ογκομετρικό κύλινδρο με το απιονισμένο νερό στη ζυγαριά και σημειώνουμε την ένδειξή της. Βρίσκουμε **μάζα $m_1=60\text{gr}$** .

Επαναλαμβάνουμε τα παραπάνω βήματα για το υγρό στη φιάλη Φ_2 .

- Τοποθετούμε τον ογκομετρικό κύλινδρο στη ζυγαριά και μηδενίζουμε την ένδειξη της ζυγαριάς.
- Μεταφέρουμε από τη φιάλη Φ_2 μια ποσότητα υγρού στον ογκομετρικό κύλινδρο . Προσπαθούμε η στάθμη του υγρού να είναι κοντά σε μια από τις ενδείξεις του ογκομετρικού κυλίνδρου.
- Παρατηρούμε τη στάθμη του νερού στον ογκομετρικό κύλινδρο και σημειώνουμε την ένδειξη. Βρίσκουμε **όγκο $V_2=73\text{ml}$** .
- Τοποθετούμε τον ογκομετρικό κύλινδρο με το απιονισμένο νερό στη ζυγαριά και σημειώνουμε την ένδειξή της. Βρίσκουμε **μάζα $m_2=74\text{gr}$** .

δ. Συμπεραίνω, Καταγράφω

Από τις μετρήσεις του προηγούμενου βήματος υπολόγισε τις πυκνότητες των υγρών που περιέχονται στις φιάλες Φ_1 και Φ_2 και βρες ποια περιέχει νερό και ποια αλατόνερο.

- Με τη βοήθεια της σχέσης $d_1 = \frac{m_1}{V_1}$ υπολογίζουμε την **πυκνότητα $d_1 = \frac{60\text{gr}}{60\text{ml}} = 1,000 \frac{\text{gr}}{\text{ml}}$** .
- Με τη βοήθεια της σχέσης $d_2 = \frac{m_2}{V_2}$ υπολογίζουμε την **πυκνότητα $d_2 = \frac{74\text{gr}}{73\text{ml}} = 1,014 \frac{\text{gr}}{\text{ml}}$** .
- Παρατηρούμε ότι $d_2 > d_1$. Δηλαδή το υγρό στην φιάλη Φ_2 είναι πυκνότερο από το υγρό στην φιάλη Φ_1 .
- Για να παρασκευάσουμε αλατόνερο διαλύουμε μια μικρή ποσότητα αλατιού σε απιονισμένο νερό. Κατά την προσθήκη μικρής ποσότητας αλατιού στο νερό, η αύξηση του όγκου του νερού θεωρείται αμελητέα. Έτσι ενώ ο όγκος του αλατόνερου παραμένει σταθερός, η **μάζα του αλατόνερου αυξάνεται με την προσθήκη του αλατιού**. Για το λόγο αυτό περιμένουμε το αλατόνερο να έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το απιονισμένο νερό. Σύμφωνα με τα παραπάνω, από τα αποτελέσματα συμπεραίνουμε ότι η φιάλη Φ_2 περιέχει αλατόνερο και η φιάλη Φ_1 περιέχει απιονισμένο νερό.

ε. Εφαρμόζω, Εξηγώ, Γενικεύω

Ο Γιώργος και η Κατερίνα υπολογίζουν πειραματικά την πυκνότητα του νερού.

Ο Γιώργος βρίσκει τη **μάζα m_1 νερού όγκου $V_1=100\text{mL}$** και στη συνέχεια υπολογίζει την πυκνότητα από το πηλίκο $\frac{m_1}{V_1}$.

Η Κατερίνα βρίσκει τη **μάζα m_2 νερού όγκου $V_2=150\text{mL}$** και στη συνέχεια υπολογίζει την πυκνότητα από το πηλίκο $\frac{m_2}{V_2}$.

Με δεδομένο ότι οι δύο μαθητές χρησιμοποίησαν τα ίδια όργανα και οι μετρήσεις τους έγιναν με πανομοιότυπες συνθήκες, ποιο είναι το αποτέλεσμα κάθε πειράματος; Επιλέξτε μια απάντηση

α. Η τιμή της πυκνότητας του νερού που βρήκε ο Γιώργος είναι μεγαλύτερη από την τιμή της Κατερίνας γιατί ο όγκος του νερού που χρησιμοποίησε είναι μικρότερος επομένως το κλάσμα $\frac{m_1}{V_1}$ είναι μεγαλύτερο από το $\frac{m_2}{V_2}$, γιατί έχει μικρότερο παρονομαστή.

β. Η τιμή της πυκνότητας του νερού που βρήκε ο Γιώργος είναι μικρότερη από την τιμή της Κατερίνας γιατί η μάζα m_2 νερού όγκου 150mL είναι μεγαλύτερη από τη μάζα m_1 νερού όγκου 100mL. Επομένως το κλάσμα $\frac{m_2}{V_2}$ είναι μεγαλύτερο από το $\frac{m_1}{V_1}$, γιατί έχει μεγαλύτερο αριθμητή.

γ. Οι δύο μαθητές βρήκαν την ίδια πυκνότητα.

Η απάντηση (α) είναι λανθασμένη γιατί η πυκνότητα $d = \frac{m}{V}$ δεν εξαρτάται μόνο από τον όγκο (παρονομαστής) αλλά από το πηλίκο της μάζας προς το όγκο όπως φαίνεται στην παραπάνω σχέση.

Η απάντηση (β) είναι λανθασμένη γιατί η πυκνότητα $d = \frac{m}{V}$ δεν εξαρτάται μόνο από τη μάζα (αριθμητής) αλλά από το πηλίκο της μάζας προς το όγκο όπως φαίνεται στην παραπάνω σχέση.

Η απάντηση (γ) είναι σωστή γιατί γνωρίζουμε πως η πυκνότητα είναι ένα μέγεθος που χαρακτηρίζει το υλικό από το οποίο αποτελείται ένα σώμα. Οι δύο μαθητές υπολόγισαν την πυκνότητα του ίδιου υλικού και έτσι βρήκαν την ίδια τιμή.

Εφόσον η Κατερίνα χρησιμοποίησε ποσότητα νερού μεγαλύτερου όγκου απ' ότι ο Γιώργος, μέτρησε μάζα νερού μεγαλύτερη απ' ότι ο Γιώργος και έτσι θα ισχύει $\frac{m_1}{V_1} = \frac{m_2}{V_2} \Rightarrow d_1 = d_2$.

Πειραματικός Υπολογισμός της Πυκνότητας Στερεού Σώματος

β. Συζητώ, Αναρωτιέμαι, Υποθέτω



Διαθέτεις ένα στερεό σώμα (για παράδειγμα, ένα κομμάτι πλαστελίνης ή μια μικρή πέτρα), μία ηλεκτρονική ζυγαριά και ογκομετρικό κύλινδρο με νερό. Περιγράφει μια πειραματική διαδικασία, ώστε με τα διαθέσιμα όργανα να μπορέσεις να υπολογίσεις πειραματικά την πυκνότητα του στερεού σώματος.

- Με τη βοήθεια της ζυγαριάς μετράμε τη **μάζα m** του κομματιού πλαστελίνης.



- Τοποθετούμε μια ποσότητα νερού περίπου μέχρι την μέση του ογκομετρικού κυλίνδρου και σημειώνουμε την ένδειξη V_1 του **αρχικού όγκου** του.



- Στη συνέχεια βυθίζουμε το κομμάτι πλαστελίνης στο νερό του ογκομετρικού κυλίνδρου και σημειώνουμε την ένδειξη V_2 του **τελικού όγκου** του περιεχομένου του κυλίνδρου (νερό και κομμάτι πλαστελίνης).



- Η διαφορά $V = V_2 - V_1$ είναι ίση με τον **όγκο** του κομματιού της πλαστελίνης.
- Από το πηλίκο $d = \frac{m}{V}$ θα υπολογίσουμε την **πυκνότητα** του κομματιού της πλαστελίνης.

γ. Ενεργώ, Πειραματίζομαι

Κάνε τις κατάλληλες μετρήσεις ώστε να μπορείς να υπολογίσεις τον **πυκνότητα** του στερεού σώματος.

Ακολουθώντας την παραπάνω πειραματική διαδικασία βρίσκουμε μάζα στερεού $m = 7\text{gr}$, αρχικό όγκο $V_1 = 59\text{ml}$ και τελικό όγκο $V_2 = 63\text{ml}$.

δ. Συμπεραίνω, Καταγράφω

Από τις μετρήσεις που έκανες υπολόγισε την πυκνότητα του στερεού σώματος.

Ο όγκος του στερεού είναι $V = V_2 - V_1 = 63\text{ml} - 59\text{ml} = 4\text{ml}$.

Η πυκνότητα του στερεού θα είναι $d = \frac{m}{V} = \frac{7\text{gr}}{4\text{ml}} \Rightarrow d = 1,75 \frac{\text{gr}}{\text{ml}}$ και επειδή

$$1\text{kg} = 1000\text{gr} \Rightarrow 1\text{gr} = \frac{1}{1000}\text{kg}$$

$$1\text{m}^3 = 1000\text{L} = 1000 \cdot 1000\text{mL} \Rightarrow 1\text{mL} = \frac{1}{1000 \cdot 1000}\text{m}^3$$

Θα έχουμε

$$d = 1,75 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} = 1,75 \frac{\frac{1}{1000}\text{kg}}{\frac{1}{1000 \cdot 1000}\text{m}^3} = 1,75 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1.750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

ε. Εφαρμόζω, Εξηγώ, Γενικεύω

Στον πάγκο εργασίας υπάρχουν δύο μπαλάκια πλαστελίνης διαφορετικών μαζών m_1 και m_2 . Με βάση τις γνώσεις και την εμπειρία σου, διάλεξε τη σωστή απάντηση και αιτιολόγησέ την επιλογή σου:

- α. Το βαρύτερο μπαλάκι έχει μεγαλύτερη πυκνότητα
- β. Το ελαφρύτερο μπαλάκι έχει μεγαλύτερη πυκνότητα
- γ. Τα δύο μπαλάκια έχουν την ίδια πυκνότητα

Οι απαντήσεις (α) και (β) είναι λανθασμένες γιατί η πυκνότητα $d = \frac{m}{V}$ δεν εξαρτάται μόνο από τη μάζα (αριθμητής) αλλά από το πηλίκο της μάζας προς το όγκο όπως φαίνεται στην παραπάνω σχέση.

Η απάντηση (γ) είναι σωστή γιατί γνωρίζουμε πως η πυκνότητα είναι ένα μέγεθος που **χαρακτηρίζει το υλικό** από το οποίο αποτελείται ένα σώμα. Τα δύο μπαλάκια αποτελούνται από το ίδιο υλικό (πλαστελίνη) και έτσι θα έχουν την ίδια πυκνότητα ανεξάρτητα από το ποιο μπαλάκι έχει μεγαλύτερη μάζα.

Ερωτήσεις Θεωρίας

1. Τι είναι η πυκνότητα ενός υλικού και ποιες μονάδες μέτρησης έχει;

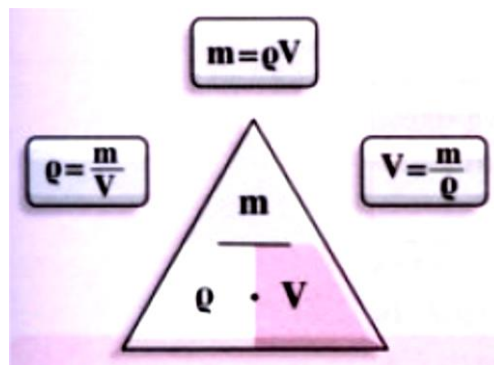
απάντηση

Η **πυκνότητα** ενός υλικού ορίζεται ως το πηλίκο που έχει αριθμητή τη μάζα σώματος από αυτό το υλικό και παρονομαστή τον όγκο του σώματος, δηλαδή είναι:

$$\text{πυκνότητα} = \frac{\text{μάζα}}{\text{όγκος}} \quad \text{ή} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

Η πυκνότητα:

- εκφράζει τη μάζα του υλικού που περιέχεται σε μία μονάδα όγκου του.
 - πυκνότητα $\rho = 2\text{g/cm}^3$ σημαίνει ότι σε όγκο 1cm^3 αντιστοιχεί μάζα 2g .
- είναι χαρακτηριστικό του υλικού κάθε σώματος.
 - για μια ομογενή σιδερένια βέργα (σιδηροδοκός), η πυκνότητα δε χαρακτηρίζει τη βέργα, αλλά γενικά τον σίδηρο.



Από τη σχέση $\rho = \frac{m}{V}$, αν γνωρίζουμε δύο από τα μεγέθη ρ , m και V , μπορούμε να υπολογίσουμε το τρίτο.

Μάζα m	Όγκος V	Πυκνότητα ρ
1 kg	1 m^3	$1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (S.I.)
$1\text{ g} = 10^{-3}\text{ kg}$	$1\text{ cm}^3 = 10^{-6}\text{ m}^3$	$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{10^{-3}\text{ kg}}{10^{-6}\text{ m}^3}$ ή $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
1 g	$1\text{ mL} = 1\text{ cm}^3$	$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$
1 g	$1\text{ dm}^3 = 1\text{ L}$	Είναι $1 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{L}}$, αλλά $1\text{ L} = 10^{-3}\text{ m}^3$, οπότε: $1 \frac{\text{g}}{\text{L}} = \frac{10^{-3}\text{ kg}}{10^{-3}\text{ m}^3}$ ή $1 \frac{\text{g}}{\text{L}} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

2. Η πυκνότητα του νερού που περιέχεται σ' ένα ποτήρι είναι $\rho = 1 \frac{g}{cm^3}$. Αν αφαιρέσουμε από το ποτήρι τη μισή ποσότητα νερού, πόση θα είναι η πυκνότητα του νερού που θ' απομείνει στο ποτήρι;

απάντηση

Για την αρχική ποσότητα του νερού που υπάρχει στο ποτήρι, η πυκνότητα του είναι:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{m η μάζα του νερού και V ο όγκος του})$$

Η ποσότητα του νερού που θ' απομείνει στο ποτήρι έχει μάζα $\frac{m}{2}$ και όγκο $\frac{V}{2}$, συνεπώς

η πυκνότητά του θα είναι: $\rho' = \frac{\frac{m}{2}}{\frac{V}{2}} = \frac{m}{V}$. Άρα η πυκνότητα του νερού παραμένει η ίδια.

Η πυκνότητα είναι χαρακτηριστικό κάθε υλικού. Αντικείμενα από το ίδιο υλικό με διαφορετικές μάζες ή με διαφορετικά σχήματα θα έχουν την ίδια πυκνότητα.