

## Βαθμονόμηση πυκνόμετρου.

Υποθέστε ότι εργάζεστε σε εργοστάσιο, που κατασκευάζει όργανα μετρήσεων.

Το τμήμα που ανήκετε έχει την ευθύνη της βαθμονόμησης πυκνόμετρων, αραιόμετρων, αλκοολομέτρων κλπ. Έχετε ένα απλό όργανο με μια ισομήκη κλίμακα σε cm και θέλετε να το μετατρέψετε σε πυκνόμετρο. Τα όρια της κλίμακας θα σας επιτρέψουν να αντιστοιχήσετε πυκνότητες με ελάχιστη τιμή περίπου  $0,9\text{g/cm}^3$  και μέγιστη περίπου  $1,2\text{g/cm}^3$ . Για τη βαθμονόμηση του θα μετρήσετε το πόσο βυθίζεται η κλίμακα του, σε καθένα από πέντε (5) υγρά γνωστής πυκνότητας, που σας έχουν διαθέσει μαζί με ένα άγνωστης. (Προσοχή! Το όργανο είναι ευαίσθητο και χρειάζεται λεπτούς χειρισμούς)

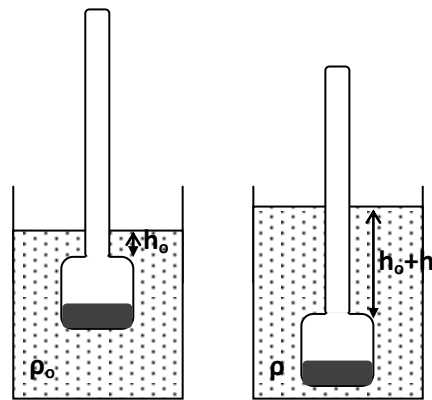
Αρχικά θα υπολογίσετε την πυκνότητα του άγνωστου υγρού με κλασική μέθοδο.

Αφού ολοκληρώσετε τις μετρήσεις θα κατασκευάσετε διάγραμμα αντιστοίχισης των μετρήσεων σας με τις γνωστές πυκνότητες. Με τη βοήθεια αυτού του διαγράμματος θα υπολογίσετε ξανά την πυκνότητα του άγνωστου υγρού.

### Θεωρητικές επισημάνσεις.

Το 'πυκνόμετρο' του σχήματος έχει μάζα  $m$  και ο σωλήνας έχει εμβαδό διατομής  $S$ . Όταν βυθίζεται σε κάποιο υγρό ισορροπεί στη θέση που η άνωση  $A$ , που δέχεται από το υγρό, έχει ίδιο μέτρο με το βάρος του  $B$ .

Αρχικά βυθίζεται σε υγρό πυκνότητας  $\rho_0$  και ισορροπεί σε τέτοια θέση, ώστε ο σωλήνας να έχει βυθιστεί κατά  $h_0$ , ενώ ο συνολικός όγκος του βυθισμένου τμήματος είναι  $V_0$ .



$$\text{Θα ισχύει: } A_0 = B \Leftrightarrow \rho_0 \cdot g \cdot V_0 = m \cdot g \Leftrightarrow \rho_0 \cdot V_0 = m \quad (1)$$

Κατόπιν βυθίζεται σε υγρό πυκνότητας  $\rho$  και ισορροπεί σε τέτοια θέση, ώστε ο σωλήνας να βυθιστεί επί πλέον κατά  $h$ , ενώ ο συνολικός όγκος του βυθισμένου τμήματος είναι  $V = V_0 + S \cdot h$ .

$$\text{Θα ισχύει: } A = B \Leftrightarrow \rho \cdot g \cdot V = m \cdot g \Leftrightarrow \rho \cdot (V_0 + S \cdot h) = m \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow S \cdot h = \frac{m}{\rho} - V_0 \Leftrightarrow \mathbf{h = \frac{m}{S} \cdot \frac{1}{\rho} - \frac{V_0}{S}} \quad (2)$$

Η τελευταία σχέση δείχνει ότι η συνάρτηση  $h(1/\rho)$  είναι **πρώτου βαθμού**, δηλαδή οι μεταβολές του ύψους που βυθίζεται, είναι ανάλογες με το αντίστροφο της πυκνότητας.

### Υλικά.

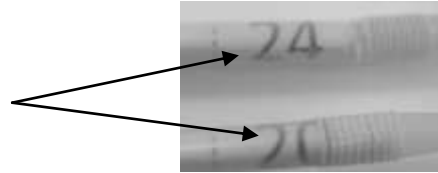
Στο εργαστηριακό σας τραπέζι και στο χώρο του εργαστηρίου υπάρχουν:

- Αριθμημένο, χειροποίητο 'πυκνόμετρο', με ενσωματωμένη κλίμακα σε cm.
- Βάση δοκιμαστικών σωλήνων.
- Πέντε (5) μεγάλοι δοκιμαστικοί σωλήνες, που περιέχουν υγρά, γνωστής πυκνότητας.
- Πλαστικό δοχείο με υγρό άγνωστης πυκνότητας.
- Ογκομετρική φιάλη των 100ml.
- Κενός δοκιμαστικός σωλήνας.
- Πλαστικό καπάκι.
- Ηλεκτρονικός ζυγός (στο χώρο του εργαστηρίου).



**Φύλλο εργασίας.**

Σημειώστε τον αριθμό του 'πυκνόμετρου': \_\_\_\_\_



**Δραστηριότητες.**

- Υπολογίστε την πυκνότητα του άγνωστου υγρού σε  $g/cm^3$ .  
Χρησιμοποιείστε: ποσότητα από το υγρό, την ογκομετρική φιάλη και το ζυγό του εργαστηρίου.  
Σημειώστε τις μετρήσεις και τους υπολογισμούς σας.

---



---



---

$\rho =$  \_\_\_\_\_  $g/cm^3$

- Τοποθετείστε το 'πυκνόμετρο' στο υγρό του δοκιμαστικού σωλήνα **A**. Χρησιμοποιείστε και το πλαστικό καπάκι, ώστε το 'πυκνόμετρο' να μην ακουμπά στα τοιχώματα του σωλήνα. Σημειώστε στον παρακάτω πίνακα, το ύψος που βυθίστηκε. Αφαιρώντας το 'πυκνόμετρο' αφήστε το 3-4sec να στραγγίξει, πριν το βυθίσετε στο επόμενο υγρό. Συνεχίστε με τα υπόλοιπα υγρά, από το **B** μέχρι το **E**, και συμπληρώστε την 4<sup>η</sup> στήλη του πίνακα.

1	2	3	4	5	6
Διάλυμα	Πυκνότητα $\rho$ ( $g/cm^3$ )	$1/\rho$ ( $cm^3/g$ )	Ύψος $h_1$ (cm)	Ύψος $h_2$ (cm)	Μέσο ύψος $h$ (cm)
<b>A</b> (μωβ)	<b>0,930</b>	<b>1,08</b>			
<b>B</b> (γαλάζιο)	<b>0,975</b>	<b>1,03</b>			
<b>Γ</b> (κίτρινο)	<b>1,025</b>	<b>0,98</b>			
<b>Δ</b> (πορτοκαλί)	<b>1,085</b>	<b>0,92</b>			
<b>E</b> (κόκκινο)	<b>1,155</b>	<b>0,87</b>			



- Επαναλάβετε τη διαδικασία ξεκινώντας από το υγρό **E** μέχρι το **A** και συμπληρώστε την 5<sup>η</sup> στήλη του πίνακα.
- Υπολογίστε το μέσο ύψος για κάθε διάλυμα και συμπληρώστε την 6<sup>η</sup> στήλη.
- Στο τετραγωνισμένο χαρτί κατασκευάστε το διάγραμμα του μέσου ύψους σε σχέση με το αντίστροφο της πυκνότητας  $h=h(1/\rho)$ . Επιλέξτε κατάλληλα τους άξονες, ώστε να απεικονίσετε τα πειραματικά σημεία με ακρίβεια.
- Με βάση την κλίμακα του 'πυκνόμετρου' σας, ποιες είναι οι ακραίες τιμές που θα μετρά; Σημειώστε τους υπολογισμούς σας

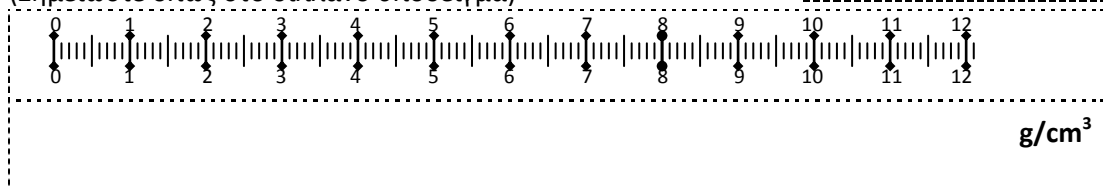
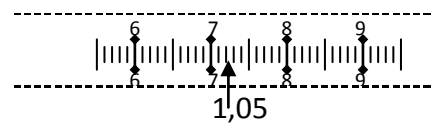
---



---

Ελάχιστη:  $\rho_{min} =$  \_\_\_\_\_  $g/cm^3$       Μέγιστη:  $\rho_{max} =$  \_\_\_\_\_  $g/cm^3$

- Κάτω από την κλίμακα που σας δίνεται σημειώστε ανά  $0,05g/cm^3$  τις πυκνότητες, αρχίζοντας από  $0,90g/cm^3$ , ώστε να αντικατασταθεί η κλίμακα μήκους με την κλίμακα πυκνοτήτων. (Σημειώστε όπως στο διπλανό υπόδειγμα)



8. Τοποθετείτε ποσότητα από το άγνωστο υγρό στον κενό δοκιμαστικό σωλήνα. Χρησιμοποιώντας το 'πυκνόμετρο' και το διάγραμμα που έχετε κατασκευάσει υπολογίστε ξανά την πυκνότητα του άγνωστου υγρού.

---



---



---

$\rho =$                        $\text{g/cm}^3$

9. Υπολογίστε το % σφάλμα της μέτρησης της πυκνότητας με το 'πυκνόμετρο', σε σχέση με την πυκνότητα που υπολογίσατε στην 1η δραστηριότητα.

---



---



---

$\sigma\% =$                       %

10. Υπολογίστε την Άνωση που δέχεται το πυκνόμετρο, όταν τοποθετείται στο υγρό με την άγνωστη πυκνότητα. Χρησιμοποιείτε τα υλικά που διαθέτετε. ( $g=10 \text{ m/s}^2$ )

---



---



---

$A =$                        $N$

11. Όταν τοποθετείται στο υγρό της μέγιστης πυκνότητας, δέχεται Άνωση:

- μεγαλύτερη,                       μικρότερη ή                       ίση  
με αυτήν που υπολογίσατε στην προηγούμενη δραστηριότητα.

12. Θέλετε να βοηθήσετε τους χρήστες του οργάνου, ώστε να μπορούν να μετρήσουν τις πυκνότητες υγρών, που είναι λίγο μεγαλύτερες ή μικρότερες από το πάνω και το κάτω όριο της κλίμακας του, αντίστοιχα. Γνωρίζετε ότι κατά την ανάμειξη τέτοιων διαλυμάτων, η συστολή του όγκου είναι αμελητέα, για τα όρια των μετρήσεων σας.

Έστω A το υγρό με τη μεγάλη πυκνότητα και B με τη μικρή.

Ο 1<sup>ος</sup> συνεργάτης σας προτείνει: Και το A και το B να αραιώνονται με όγκο αποσταγμένου νερού, ίσο με τον όγκο τους. Η πυκνότητα που θα μετρηθεί θα είναι ο μέσος όρος της πυκνότητας του άγνωστου υγρού και της πυκνότητας του αποσταγμένου νερού ( $1 \text{ g/cm}^3$ ).

Ο 2<sup>ος</sup> συνεργάτης σας, συμφωνεί με τον 1<sup>ο</sup> για το A υγρό, αλλά για το B προτείνει να αραιώνεται με ίσο όγκο υγρού, γνωστής, μικρότερης πυκνότητας.

Ο 3<sup>ος</sup> συνεργάτης προτείνει και το A και το B να αραιώνονται με ίσο όγκο από το υγρό, γνωστής, μικρότερης πυκνότητας.

Συμφωνείτε με την πρόταση κάποιου συνεργάτη σας;

- Του 1<sup>ου</sup>                       Του 2<sup>ου</sup>                       Του 3<sup>ου</sup>

Διαφωνείτε και με τους 3 και προτείνετε:

---



---



---



---