

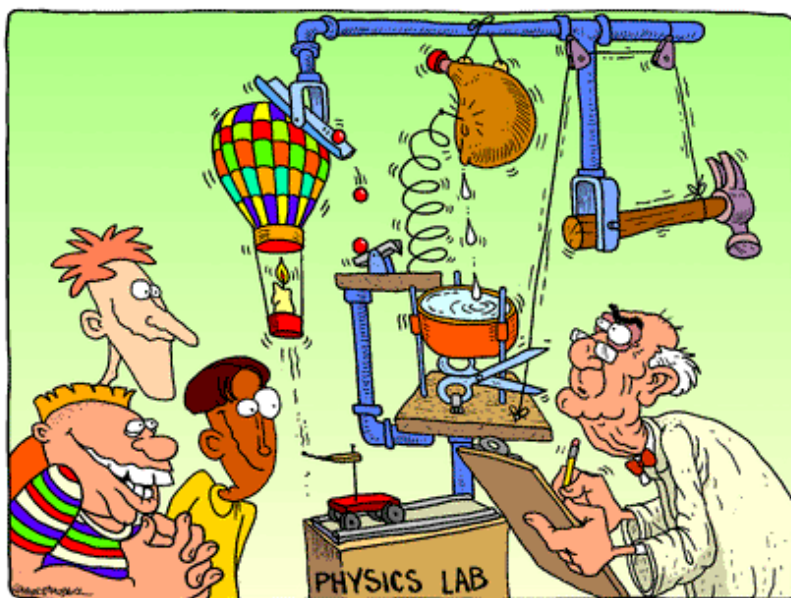


ΠΑΝΕΚΦΕ

European Union Science Olympiad

18^η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ – EUSO 2020
ΤΟΠΙΚΟΣ ΜΑΘΗΤΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ – ΕΚΦΕ ΑΧΑΪΑΣ
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ

Σάββατο 07 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2019



(Διάρκεια εξέτασης 60 min)

Μαθητές:	Σχολική Μονάδα
1.	
2.	
3.	

ΟΜΑΔΑ:

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΟΥ (ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟΥ) ΚΑΙ ΕΥΡΕΣΗ

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΑΓΝΩΣΤΟΥ ΥΓΡΟΥ

Εισαγωγή

Το *πυκνόμετρο* (*αραιόμετρο*) είναι όργανο με το οποίο προσδιορίζουμε την πυκνότητα διαφόρων υγρών, όπως των υδατικών δ/των, των ποτών, των ελαίων, των καυσίμων κλπ.

Το όργανο λέγεται πυκνόμετρο ή αραιόμετρο, ανάλογα με το αν οι τιμές που μετράει είναι μεγαλύτερες ή μικρότερες από την πυκνότητα του αποσταγμένου νερού στους 20°C (1g/mL) αντίστοιχα.

Η εργαστηριακή του μορφή είναι όπως στην εικόνα (1). Είναι πλωτήρας κατάλληλου σχήματος που φέρει βαθμολογημένη κλίμακα (συνήθως σε g/mL) και που στο κάτω άκρο έχει έρμα. Η λειτουργία του στηρίζεται στην *αρχή του Αρχιμήδη*.

Για να κάνουμε μέτρηση της πυκνότητας ενός υγρού, αφήνουμε το όργανο να επιπλεύσει στο υγρό και περιμένουμε να ισορροπήσει. Η τιμή της πυκνότητας αντιστοιχεί στη χαραγή μέχρι την οποία βυθίζεται. Στη θέση ισορροπίας βυθίζεται μέσα στο υγρό τόσο λιγότερο, όσο πυκνότερο είναι το υγρό.



ΕΙΚ. 1

Στοιχεία από τη θεωρία

1) Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκεί ένα υγρό σε σώμα βυθισμένο σ' αυτό, λέγεται *άνωση*. Έχει διεύθυνση κατακόρυφη και φορά προς τα επάνω. Σύμφωνα με την αρχή του Αρχιμήδη, η άνωση (**A**) που δέχεται ένα σώμα που βυθίζεται σε υγρό, ισούται με το βάρος του εκτοπιζομένου υγρού ($W_{\text{εκτοπ}}$).

$$\text{δηλαδή έχουμε } A = W_{\text{εκτοπ}} \quad (1)$$

Αν το σώμα βάρους $W_{\text{σωμ}}$ ισορροπεί στο υγρό, σύμφωνα με τον 1^ο νόμο του Νεύτωνα θα ισχύει

$$A = W_{\text{σωμ}} \quad (2) \quad (\text{εικόνα 2})$$

Η άνωση δίνεται μέσω της (1) από τη σχέση

$$A = m_{\text{εκτοπ}} \cdot g = \rho_{\text{υγρ}} \cdot V_{\text{εκτοπ}} \cdot g = \rho_{\text{υγρ}} \cdot V_{\text{βυθ}} \cdot g$$

Και αν το σώμα είναι κυλινδρικό, τότε η προηγούμενη σχέση γράφεται

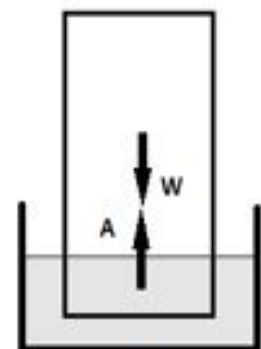
$$A = \rho_{\text{υγρ}} \cdot S \cdot h_{\text{βυθ}} \cdot g \quad (3)$$

όπου, $\rho_{\text{υγρ}}$ η πυκνότητα του υγρού

S το εμβαδόν της βάσης του κυλινδρικού σώματος

$h_{\text{βυθ}}$ το μήκος του βυθισμένου τμήματος του σώματος

g η επιτάχυνση της βαρύτητας



ΕΙΚ. 2

Από τις σχέσεις (2) και (3) προκύπτει

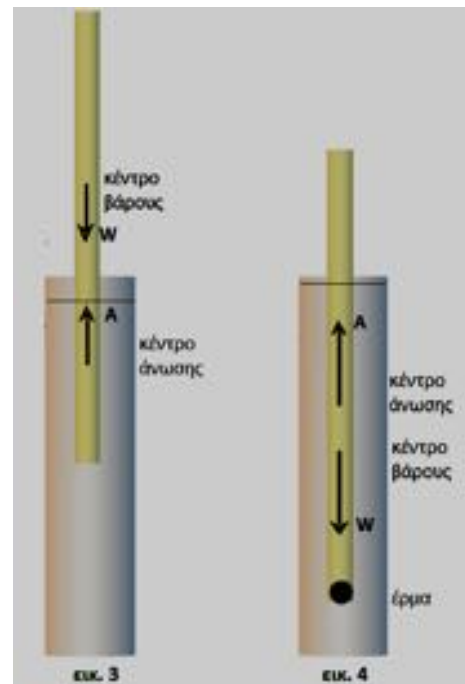
$$\rho_{\text{υγρ}} \cdot S \cdot h_{\text{βυθ}} \cdot g = m_{\text{σωμ}} \cdot g \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{υγρ}} = \frac{m_{\text{σωμ}}}{S} \cdot \frac{1}{h_{\text{βυθ}}} \quad (4)$$

επομένως η πυκνότητα του υγρού είναι *αντιστρόφως ανάλογη* με το μήκος του βυθισμένου τμήματος του σώματος ή διαφορετικά η πυκνότητα είναι *ανάλογη* με το λόγο $\frac{1}{h_{\text{βυθ}}}$, δηλαδή η (4) γίνεται της μορφής $\gamma = \alpha \cdot x$.

II) Το σημείο στο οποίο εφαρμόζεται η δύναμη της άνωσης λέγεται *κέντρο άνωσης*. Αυτό συμπίπτει με το κέντρο βάρους του εκτοπιζομένου υγρού.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η *ευστάθεια* του σώματος που επιπλέει. Το σώμα βρίσκεται σε *ευσταθή πλευση*, αν μετά την εκτροπή του από την αρχική θέση αυτό επανέλθει. Για να συμβαίνει αυτό, αρκεί το κέντρο βάρους (κ.β) του σώματος να βρίσκεται πιο κάτω από το κέντρο άνωσης.

Αν έχουμε ένα πλαστικό καλαμάκι και θέλουμε να επιπλέει κατακόρυφα χωρίς να ανατρέπεται, πρέπει στο κατώτερο άκρο του να προσθέσουμε έρμα (π.χ σκάγια), ώστε να κατέβει το κ.β του καλαμιού όσο το δυνατόν πιο κάτω από το κέντρο άνωσης. Στην εικόνα (3) η πλευση είναι ασταθής και το καλαμάκι ανατρέπεται, ενώ στην εικόνα (4) είναι ευσταθής και επανέρχεται.



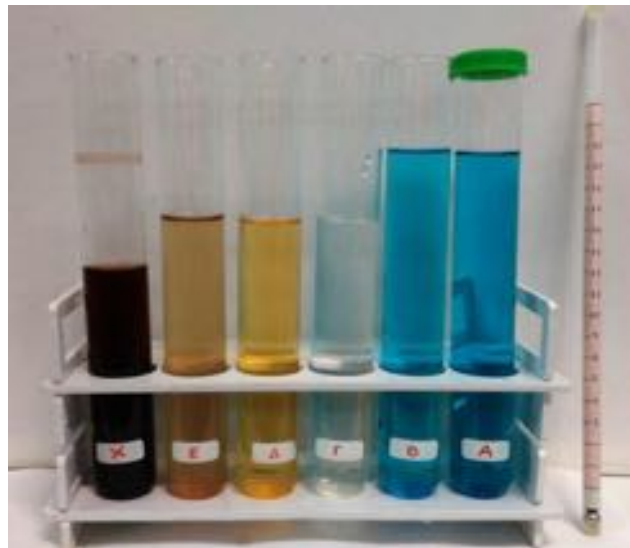
Πειραματική Διαδικασία

Το πυκνόμετρο (αραιόμετρο) του πειράματος αποτελείται από ένα φαρδύ πλαστικό κυλινδρικό καλαμάκι. Τα άκρα του έχουν σφραγιστεί με σιλικόνη. Στο κάτω άκρο έχει προστεθεί έρμα. Στο εσωτερικό του έχει τοποθετηθεί κατάλληλα χαρτί μιλιμετρέ, που χρησιμεύει ως μετροταινία, θεωρώντας ως «μηδέν» το άκρο που έχει το έρμα.

Σκοπός σας είναι να υπολογίσετε την πυκνότητα ενός αγνώστου υγρού, αφού προηγουμένως συσχετίσετε τις πυκνότητες γνωστών υγρών με το βάθος στο οποίο βυθίζεται το καλαμάκι μέσα σ' αυτά (δηλαδή θα βαθμονομήσετε το καλαμάκι).

Όργανα και υλικά

- ◆ Βάση στήριξης δοκιμαστικών σωλήνων
- ◆ Έξι δοκιμαστικοί σωλήνες. Οι **A,B,Γ,Δ,Ε** περιέχουν υγρά γνωστών πυκνοτήτων και ο **Χ** περιέχει άγνωστο υγρό (εικόνα 5)
- ◆ Πλαστικό καπάκι με άνοιγμα στο κέντρο του
- ◆ Καλαμάκι-πυκνόμετρο
- ◆ Ηλεκτρονικός ζυγός
- ◆ Εργαστηριακό πυκνόμετρο-αραιόμετρο



εικ.5

Σημείωση: Τα δύο τελευταία όργανα βρίσκονται στον κεντρικό εργαστηριακό πάγκο

Λήψη μετρήσεων



Πριν αρχίσετε τη διαδικασία της λήψης μετρήσεων καλέστε τον επιβλέποντα καθηγητή

1. Ζυγίστε το καλαμάκι-πυκνόμετρο με τον ηλεκτρονικό ζυγό και γράψτε το αποτέλεσμα με ακρίβεια ενός δεκαδικού ψηφίου στον **Πίνακα (1)**.
2. Αν η μέση διάμετρος του καλαμιού-πυκνομέτρου είναι $\delta=8mm$, υπολογίστε το εμβαδόν (S) της βάσης του χρησιμοποιώντας τη σχέση $S = \pi \frac{\delta^2}{4}$ και γράψτε το αποτέλεσμα στον **Πίνακα (1)** με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.

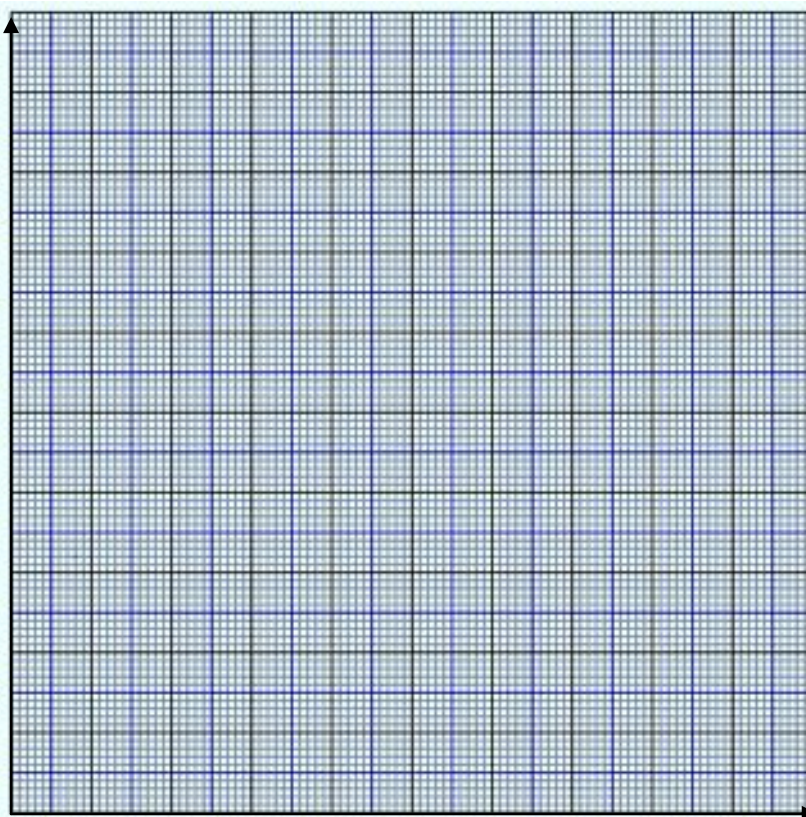
Πίνακας (1)			
$m_{\sigma\omega\mu} =$	g	$S =$	cm^2

3. i) Τοποθετήστε το πλαστικό καπάκι στο δοκιμαστικό σωλήνα με το υγρό **A**. Περάστε το καλαμάκι-πυκνόμετρο από το άνοιγμα και αφήστε το να βυθιστεί (με το καπάκι το «όργανο» δεν αγγίζει τα τοιχώματα του σωλήνα και είναι περίπου κατακόρυφο).
 - ii) Όταν ισορροπήσει, μετρήστε το μήκος του βυθισμένου τμήματος του «οργάνου» και συμπληρώστε την **3^η** στήλη του **Πίνακα (2)** με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.
 - iii) Επαναλάβετε τα βήματα (i) και (ii) για τα υγρά **B, Γ, Δ, Ε, Χ**, αφού προηγουμένως καθαρίζετε το καλαμάκι-πυκνόμετρο.
 - iv) Συμπληρώστε την **4^η** στήλη του **Πίνακα (2)** με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων.

Πίνακας (2)			
1η	2η	3η	4η
Υγρό	Πυκνότητα υγρού (ρ) (g/mL)	Μήκος (h) (cm)	(1/h) (cm ⁻¹)
A	0,82		
B	0,90		
Γ	1,00		
Δ	1,10		
Ε	1,20		
Χ	;		

Επεξεργασία των μετρήσεων

1. Στο χαρτί μιλιμετρέ να κάνετε το διάγραμμα της πυκνότητας των γνωστών υγρών σε συνάρτηση με το αντίστροφο του μήκους του βυθισμένου τμήματος του καλαμιού-πυκνομέτρου, δηλ. το διάγραμμα $\rho = f(1/h)$ και χαράξετε τη βέλτιστη ευθεία.



2. Με τη βοήθεια του διαγράμματος προσδιορίστε την πυκνότητα του αγνώστου υγρού ρ .

Σημειώστε την τιμή στο πλαίσιο

$$\rho = \quad \text{g/mL}$$



Πριν συνεχίσετε τη διαδικασία της λήψης μετρήσεων καλέστε τον επιβλέποντα καθηγητή

3. i) Μετρήστε με το εργαστηριακό πυκνόμετρο-αραιόμετρο την πυκνότητα του αγνώστου υγρού $\rho_{αν}$ (με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων), την οποία θα θεωρήσετε ως τιμή αναφοράς.

Σημειώστε την τιμή στο πλαίσιο

$$\rho_{αν} = \quad \text{g/mL}$$

ii) Υπολογίστε την % απόκλιση της πειραματικής τιμής της πυκνότητας από την τιμή αναφοράς με ακρίβεια ενός δεκαδικού ψηφίου, χρησιμοποιώντας τη σχέση:

$$\alpha\% = \frac{|\rho_{αν} - \rho|}{\rho_{αν}} \cdot 100\% =$$

4. Υπολογίστε την κλίση της ευθείας που χαράξατε με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.

κλίση =

5. i) Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του Πίνακα (1), υπολογίστε το πηλίκο $m_{σωμ} / S$ με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.

$$\frac{m_{σωμ}}{S} =$$

ii) Σχολιάστε την ποιοτική και ποσοτική σχέση μεταξύ της κλίσης της ευθείας κα του πηλίκου $m_{σωμ} / S$.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΟ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	ΜΟΡΙΑ	
Λήψη μετρήσεων	30	
Συνεργασία ομάδας / καταμερισμός εργασιών	5	
Τρόπος ζύγισης καλαμιού-πυκνομέτρου	5	
Τρόπος λήψης μετρήσεων	15	
Τρόπος μέτρησης πυκνότητας με το εργαστηριακό πυκνόμετρο	5	
Επεξεργασία μετρήσεων	45	
Καταγραφή μετρήσεων στους πίνακες και υπολογισμοί	5	
Κατασκευή διαγράμματος	20	
Εύρεση πυκνότητας αγνώστου υγρού	5	
% απόκλιση πειραματικής τιμής	5	
Εύρεση κλίσης ευθείας	5	
Σχολιασμός λόγου m_{σ}/S	5	
Επέκταση	25	
Ερώτηση 1	5	
Ερώτηση 2 i	2	
Ερώτηση 2 ii	3	
Ερώτηση 3 i	5	
Ερώτηση 3 ii	5	
Ερώτηση 3 iii	5	
ΣΥΝΟΛΟ	100	

ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΟ (ΓΙΑ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΤΕΣ)

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ		ΜΟΡΙΑ	ΟΜΑΔΑ
Λήψη μετρήσεων		30	
Συνεργασία ομάδας / καταμερισμός εργασιών		5	
Ζύγιση καλαμιού-πυκνομέτρου (τρόπος τοποθέτησης στο ζυγό, σταθεροποίηση ένδειξης)		5	
Τρόπος λήψης μετρήσεων	Τήρηση οδηγιών	5	
	Ισορροπία πυκνομέτρου	5	
	Αποφυγή παράλλαξης	5	
Τρόπος μέτρησης πυκνότητας με το εργαστηριακό πυκνόμετρο		5	
Επεξεργασία μετρήσεων		45	
Καταγραφή μετρήσεων στους πίνακες και υπολογισμοί (σύμφωνα με τις οδηγίες)		5	
Κατασκευή διαγράμματος	Επιλογή αξόνων	5	
	Επιλογή κλίμακας	5	
	Τοποθέτηση πειραματικών σημείων	5	
	Ποιότητα χάραξης ευθείας	5	
Εύρεση πυκνότητας αγνώστου υγρού		5	
% απόκλιση πειραματικής τιμής ($0 \leq \alpha < 1\%$ 5 μόρια, $1 \leq \alpha < 2$ 4μ, $2 \leq \alpha < 3$ 3μ, κλπ)		5	
Εύρεση κλίσης ευθείας	Επιλογή σημείων ευθείας	3	
	Χρήση μονάδων	2	
Σχολιασμός λόγου m_{σ}/S (τι εκφράζει ο λόγος, αναφορά σε σφάλματα)		5	
Επέκταση		25	
Ερώτηση 1		5	
Ερώτηση 2 i		2	
Ερώτηση 2 ii		3	
Ερώτηση 3 i (ποιοτική εξήγηση και εξήγηση μέσω της σχέσης 4)		5	
Ερώτηση 3 ii (ποιοτική εξήγηση και εξήγηση μέσω της σχέσης 4)		5	
Ερώτηση 3 iii		5	
ΣΥΝΟΛΟ		100	