

ΕΚΦΕ Νέας Ιωνίας – ΕΚΦΕ Χαλανδρίου

Τοπικός διαγωνισμός EUSO2017

Πειραματική δοκιμασία Φυσικής

Στα «αχνάρια» του Αρχιμήδη!



10 Δεκεμβρίου 2016

ΣΧΟΛΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ:

ΟΜΑΔΑ ΜΑΘΗΤΩΝ: 1)
2)
3)

ΛΙΓΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΩΡΙΑΣ

Όταν βυθίζουμε ένα σώμα σε υγρό, αυτό εκτοπίζει ίσου όγκου υγρό δηλαδή ισχύει:

$$V_{\text{εκτοπ.}} = V_{\text{βυθ.}} \quad (1)$$

(όπου $V_{\text{εκτοπ.}}$ ο όγκος του υγρού που εκτοπίζεται και $V_{\text{βυθ.}}$ ο όγκος του βυθισμένου τμήματος του)

Το υγρό ασκεί στο βυθισμένο σώμα δύναμη η οποία ονομάζεται Άνωση. Η Άνωση(**A**) έχει κατακόρυφη διεύθυνση και φορά αντίθετη του Βάρους(**B_{σωμ.}**) του σώματος. Σύμφωνα με την **Αρχή του Αρχιμήδη**, το μέτρο της Άνωσης ισούται με το Βάρος του υγρού που εκτοπίζει το σώμα και υπολογίζεται από τη σχέση :

$$A = \rho_{\text{υγρού}} \cdot g \cdot V_{\text{βυθ.}} \quad (2)$$

(όπου $\rho_{\text{υγρού}}$ η πυκνότητα του υγρού, g η επιτάχυνση της βαρύτητας και $V_{\text{βυθ.}}$ ο όγκος του βυθισμένου τμήματος του σώματος)

Αν το σώμα που βυθίζεται είναι κύλινδρος τότε ο όγκος του βυθισμένου τμήματος είναι:

$$V_{\text{βυθ.}} = S \cdot h_{\text{βυθ.}} \quad (3)$$

(όπου S η επιφάνεια της βάσης του κυλίνδρου και $h_{\text{βυθ.}}$ το ύψος του τμήματος του που έχει βυθιστεί)

Όταν το σώμα επιπλέει στο υγρό, τότε βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας και προφανώς ισχύει:

$$A = B_{\text{σωμ.}} \quad (4)$$

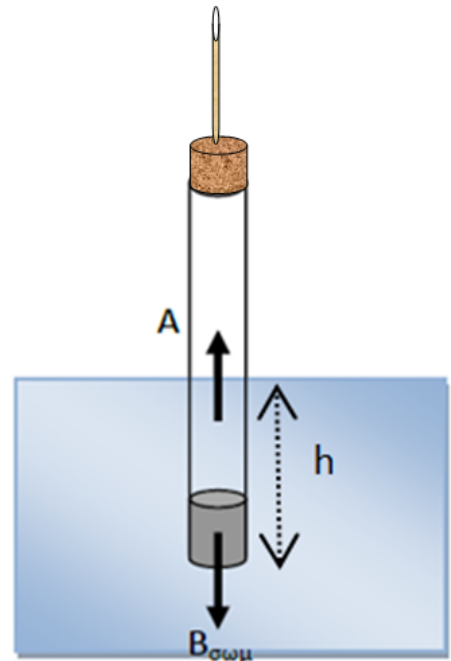
Μπορούμε να αυξάνουμε το συνολικό βάρος ($B_{\text{ολ.}}$) του σωλήνα, ρίχνοντας μέσα σε αυτόν σφαιρίδια, καθένα από τα οποία έχει μάζα $m_{\text{σφ.}}$. Τότε συνδυάζοντας τις (2),(3) και (4):

$$B_{\text{σωμ.}} + B_{\text{σφ.}} = \rho_{\text{υγρού}} \cdot g \cdot S \cdot h_{\text{βυθ.}} \quad \text{ή} \quad B_{\text{σφ.}} = \rho_{\text{υγρού}} \cdot g \cdot S \cdot h_{\text{βυθ.}} - B_{\text{σωμ.}} \quad \text{ή} \quad m_{\text{σφ.}} = \rho_{\text{υγρού}} \cdot S \cdot h_{\text{βυθ.}} - m_{\text{σωμ.}} \quad (5)$$

Η εξίσωση (5) μας λέει ότι η μάζα των σφαιριδίων που έχουμε ρίξει μέσα στο σωλήνα, εκφράζεται ως γραμμική συνάρτηση του μήκους h , του βυθισμένου τμήματος. Η γραφική παράσταση της συνάρτησης αυτής είναι μια ευθεία γραμμή με κλίση $\kappa = \rho_{\text{υ.}} \cdot S$ (6)

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

- Ογκομετρικός κύλινδρος 250ml
- Ηλεκτρονικός ζυγός με ακρίβεια 0,1g
- Δοκιμαστικός σωλήνας μεγάλου μεγέθους. Κατά μήκος του δοκιμαστικού σωλήνα έχει επικολληθεί μετρητική ταινία, με το μηδέν να αντιστοιχεί στον πυθμένα¹ του (περίπου στο μέσον του κοίλου τμήματος του πυθμένα).
- Πώμα από φελλό στο κέντρο του οποίου έχει καρφωθεί ξύλινο καλαμάκι
- Ποτήρι ζέσης 250 ml για να χρησιμοποιηθεί σαν στήριγμα του δοκιμαστικού σωλήνα.
- Σκάγια σε πλαστικό ποτηράκι.
- Πέντε όμοια γυάλινα σφαιρίδια.



¹ Θεωρείστε τον πυθμένα επίπεδο και το σχήμα του δοκιμαστικού σωλήνα κυλινδρικό.

- Μπουκάλι με υγρό άγνωστης πυκνότητας.
- Σύριγγα 10 ml.
- Διαστημόμετρο.
- Χάρακας.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1. Υπολογίστε την πυκνότητα του υγρού χρησιμοποιώντας μια **μικρή ποσότητα** και όποια από τα όργανα που σας δίνονται θεωρείτε κατάλληλα. **Περιγράψτε** σύντομα τη διαδικασία που θα ακολουθήσετε. **Καλέστε τον επιτηρητή**

$$\rho_{\text{υγρού}} = \dots\dots\dots$$

2. Για να επιτύχετε ευσταθή ισορροπία του σωλήνα, τοποθετήστε μέσα σ' αυτόν τα σκάγια (έρμα) που βρίσκονται στο πλαστικό ποτηράκι, κλείστε τον με το πώμα, ζυγίστε τον και καταγράψτε τη μάζα του.

$$M = \dots\dots\dots$$

3. Τα γυάλινα σφαιρίδια έχουν μάζες που μπορεί να διαφέρουν το πολύ κατά ένα ή δύο δέκατα του γραμμαρίου. Η διαφοράς αυτές δεν επηρεάζουν τα αποτελέσματα της πειραματικής μας διαδικασίας. Θα θεωρήσουμε ως μάζα κάθε σφαιριδίου τη **μέση μάζα** (m_{μ}) των πέντε σφαιριδίων που διαθέτετε. **Περιγράψτε** σύντομα τη διαδικασία που θα ακολουθήσετε για να υπολογίσετε τη μέση μάζα. Καταγράψτε το αποτέλεσμα με προσέγγιση ενός δεκαδικού ψηφίου.

$$\text{Μέση } m_{\sigma\phi.} = \dots\dots\dots$$

1. Χρησιμοποιήστε το διαστημόμετρο και μετρήστε την εξωτερική διάμετρο δ του δοκιμαστικού σωλήνα. **Καλέστε τον επιτηρητή.** Στη συνέχεια υπολογίστε το εμβαδόν S της κυκλικής διατομής του, με προσέγγιση εκατοστού του cm^2 . ($S = 1/4 \cdot \pi \cdot \delta^2$)

$$\delta = \dots\dots\dots \text{ και } S = \dots\dots\dots$$

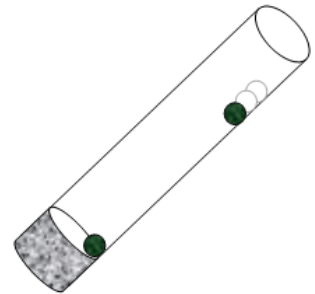
2. Βάλτε περίπου 150ml από το υγρό στον ογκομετρικό κύλινδρο. Αφήστε τον δοκιμαστικό σωλήνα με τα σκάγια προσεκτικά να βυθιστεί μέσα στο υγρό. Θα παρατηρήσετε ότι δεν

στέκεται² εντελώς κατακόρυφος μέσα στον ογκομετρικό κύλινδρο αλλά γέρνει και ακουμπά στα τοιχώματα του. Με τη βοήθεια του ξύλου του φελλού, χωρίς να βυθίζετε παραπάνω το σωλήνα, φέρτε τον όσο μπορείτε κατακόρυφα, μετρήστε το βύθισμα του δηλαδή αντίστοιχο **h** και συμπληρώστε την πρώτη γραμμή του πίνακα 1. **Καλέστε τον επιτηρητή**

Αριθμός σφαιρών	Συνολική μάζα σφαιριδίων (g)	h (cm)
0	0	
1		
2		
3		
4		
5		

3. Ρίξτε ένα σφαιρίδιο μέσα στο δοκιμαστικό σωλήνα. Περιμένετε μέχρι να ισορροπήσει και μετρήστε τη νέα τιμή του **h** . Συμπληρώστε τη 2η γραμμή του πίνακα.

ΠΡΟΣΟΧΗ! κάθε φορά να βγάξετε το δοκιμαστικό σωλήνα, να αφαιρέσετε το πώμα, να τον κρατάτε πλάγια και να αφήνετε να κυλίσει το σφαιρίδιο.



4. Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία, προσθέτοντας κάθε φορά ένα σφαιρίδιο, και συμπληρώστε όλα τα κελιά του πίνακα.
5. Όταν τελειώσετε αφαιρέστε τα σφαιρίδια με προσοχή ώστε να μη χυθούν τα σκάγια, βάλτε πάλι το πώμα και αφήστε τον να ισορροπήσει στο υγρό.
6. Στη συνέχεια ασκείστε με το χέρι σας δύναμη στο πάνω μέρος του πώματος ώστε να βυθιστεί ο δοκιμαστικός σωλήνας μέχρι το πάνω μέρος του πώματος φτάσει στο χείλος του ογκομετρικού κυλίνδρου.

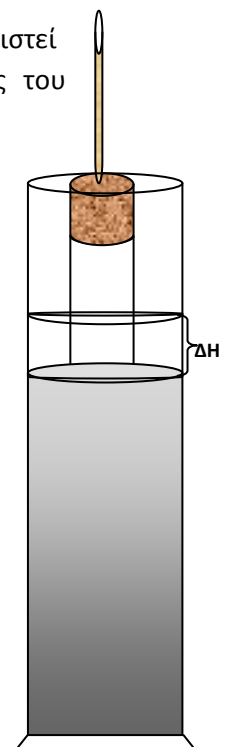
Μετρήστε:

- πόσο μεταβλήθηκε το βύθισμα του δοκιμαστικού σωλήνα (Δh) με τη βοήθεια της επικολλημένης κλίμακας του και
- πόσο ανεβαίνει η στάθμη του υγρού (ΔH) στον ογκομετρικό κύλινδρο με τη βοήθεια του χάρακα.

$\Delta h = \dots\dots\dots$ και $\Delta H = \dots\dots\dots$

Καλέστε τον επιτηρητή

7. Τακτοποιείτε τα όργανα στον πάγκο σας.



² Η μελέτη της ισορροπίας του δοκιμαστικού σωλήνα σε αυτή την περίπτωση υπερβαίνει το επίπεδο του συγκεκριμένου διαγωνισμού ενώ η απλοποιημένη προσέγγιση που ακολουθήσαμε είναι περισσότερο από ικανοποιητική.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στους υπολογισμούς σας θεωρείστε την επιτάχυνση της βαρύτητας g ίση με $9,81\text{m/s}^2$.

1. Στο χαρτί millimeter, σχεδιάστε σύστημα ορθογωνίων αξόνων: μήκος h (οριζόντιος άξονας) – συνολική μάζα των σφαιριδίων $m_{\sigma\phi}$ (κατακόρυφος άξονας). Βαθμονομήστε τους άξονες, επιλέγοντας κατάλληλη κλίμακα με βάση τις πειραματικές τιμές που έχετε καταχωρήσει στον πίνακα 1.
2. Τοποθετήστε στο σύστημα αξόνων τα πειραματικά σημεία μήκους h - μάζας m , σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα 1. Εξετάστε αν τα πειραματικά σημεία βρίσκονται (περίπου) πάνω σε μια ευθεία. Σχεδιάστε την ευθεία που διέρχεται πλησιέστερα από το σύνολο των σημείων.

3. Υπολογίστε την κλίση κ της πειραματικής ευθείας και μέσω αυτής, το εμβαδόν S' της διατομής του δοκιμαστικού σωλήνα

Υπολογισμοί:

$$\kappa = \dots\dots\dots \quad S' = \dots\dots\dots \text{cm}^2$$

4. Συγκρίνετε την τιμή του S' με την S που έχει προκύψει από την απευθείας μέτρηση του δοκιμαστικού σωλήνα με το διαστημόμετρο. Για να έχετε μια ποσοτική αξιολόγηση των υπολογισμών σας, υπολογίστε την επί τοις εκατό απόκλιση μεταξύ των δύο τιμών, μέσω του λόγου σ :

$$\sigma = \left| \frac{S - S'}{S} \right| \cdot 100\% = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots\%$$

Αν το σ είναι μικρότερο του 10% μπορούμε να πούμε ότι τόσο ο σχεδιασμός όσο και η πειραματική διαδικασία λειτούργησαν ικανοποιητικά.

5. Αν προεκτείνετε την πειραματική σας ευθεία μέχρι να τμήσει τον κατακόρυφο άξονα, το σημείο τομής σε ποιο μέγεθος αντιστοιχεί;

6. Χρησιμοποιείτε την πειραματική ευθεία που σχεδιάσατε για να βρείτε το μέτρο της δύναμης που ασκήσατε με το χέρι σας στη διαδικασία 9.

$$F_{\text{χερ.}} = \dots\dots\dots$$

7. Υπολογίστε το εμβαδόν της ελεύθερης επιφάνειας του υγρού μέσα στον ογκομετρικό κύλινδρο αφού έχει αφαιρεθεί ο δοκιμαστικός σωλήνας, λαμβάνοντας υπόψη τις μετρήσεις που πήρατε στην πειραματική διαδικασία 9 και χωρίς να χρησιμοποιήσετε όργανο μέτρησης μήκους.

Υπολογισμοί:

$$S_{\text{επ.υγρού}} = \dots\dots\dots$$

Ευχόμαστε επιτυχία!

Οι εισηγητές

Ειρήνη Πουπάκη, Μαρίνα Στέλλα, Διαμαντής Χαβιάρας

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ θέματος Φυσικής		
	Μονάδες	
	βαθμ/γητή	επιτηρητή
υπολογισμός πυκνότητας	5	5
υπολογισμός μάζας σωλήνα	5	
υπολογισμός μέσης μάζας	8	
μέτρηση διαμέτρου	2	5
υπολογισμός εμβαδού	2	
ορθή πλήρωση του σωλήνα και μέτρηση του βυθίσματος	5	5
ορθή μέτρηση ΔΗ		5
Τακτοποίηση πάγκου		5
Κλίμακες και βαθμονόμηση αξόνων γραφήματος	8	
Τοποθέτηση πειραματικών σημείων στο σύστημα αξόνων.	6	
Σχεδίαση πειραματικής ευθείας.	4	
Υπολογισμός της κλίσης της πειραματικής ευθείας.	5	
Υπολογισμός εμβαδού S'	5	
Υπολογισμός σφάλματος	5	
Σημασία σημείου τομής	5	
Υπολογισμός δύναμης	5	
Υπολογισμός S επιφάνειας υγρού	5	
Σύνολο	75	25

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ

Μετρήσεις 20 min

Επεξεργασία μετρήσεων 40 min

60min

