

ΤΟΠΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ EUSO 2015-16

ΤΩΝ Ε.Κ.Φ.Ε της Δ.Δ.Ε Α' Αθήνας

ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ

Σχολείο:

Όνοματεπώνυμο διαγωνιζομένων:

1)

2)

3)

ΣΑΒΒΑΤΟ

5-12-2015

ΖΥΓΑΡΙΑ ΑΝΩΣΗΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την παρούσα εργαστηριακή άσκηση θέλουμε να κατασκευάσουμε μια ζυγαριά χωρίς ελατήρια και δίσκους αξιοποιώντας την αρχή του Αρχιμήδη και τη συνθήκη πλεύσης (ισορροπία).

Η πρακτική που ακολουθείται στην κατασκευή οργάνων μέτρησης μετά τη συναρμολόγησή τους είναι η βαθμονόμησή τους, που πραγματοποιείται συνήθως μέσω μιας γραφικής παράστασης. Για την κατασκευή της προηγούνται μετρήσεις με πρότυπα (δηλαδή ήδη γνωστές τιμές) του μεγέθους που πρόκειται να μετρά το όργανο.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ

Κάθε υγρό ασκεί δύναμη στα σώματα που βυθίζονται σε αυτό. Η δύναμη αυτή ονομάζεται άνωση, είναι κατακόρυφη, με φορά προς τα πάνω και το μέτρο της υπολογίζεται από τη σχέση:

$$A = d_{\text{υγρ}} \cdot g \cdot V_{\text{εκτ}} \quad (1)$$

όπου A η άνωση που ασκείται σε σώμα βυθισμένο σε υγρό πυκνότητας $d_{\text{υγρ}}$, $V_{\text{εκτ}}$ ο όγκος (ή το μέρος του όγκου) του σώματος που είναι βυθισμένο στο υγρό ή αλλιώς ο όγκος του εκτοπιζόμενου από το σώμα υγρού και g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Ένα σώμα που επιπλέει σε ένα υγρό δέχεται 2 δυνάμεις, το βάρος του (W) και την άνωση (A). Αφού ισορροπεί θα ισχύει $W=A$ (συνθήκη πλεύσης).

Στον πάγκο του εργαστηρίου υπάρχουν μεταξύ άλλων ένας ογκομετρικός κύλινδρος, ένας δοκιμαστικός σωλήνας και διάφορες βίδες για τις οποίες γνωρίζουμε τη μάζα τους. Έστω ότι ρίχνουμε μια ποσότητα υγρού μέσα στον ογκομετρικό κύλινδρο. Αν βάλουμε μέσα στον δοκιμαστικό σωλήνα μερικές βίδες και στην συνέχεια τον βυθίσουμε στο υγρό του ογκομετρικού ώστε να επιπλέει (εικόνα 1) τότε σε συμφωνία με τα παραπάνω θα ισχύει:

$$W = A \quad (2)$$

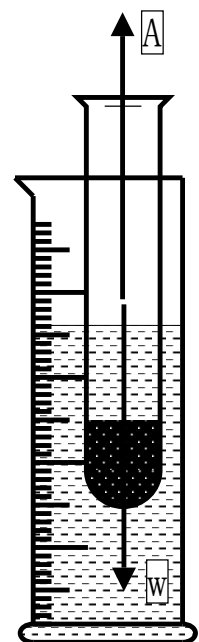
$$\begin{aligned} \text{συνεπώς } (M+m) \cdot g &= d_{\text{υγρ}} \cdot g \cdot V_{\text{εκτ}} \\ \text{ή } M + m &= d_{\text{υγρ}} \cdot V_{\text{εκτ}} \end{aligned} \quad (3)$$

όπου M η μάζα του δοκιμαστικού σωλήνα

m η μάζα των βιδών που τοποθετήσαμε μέσα του

$d_{\text{υγρ}}$ η πυκνότητα του υγρού και

$V_{\text{εκτ}}$ ο όγκος του δοκιμαστικού σωλήνα που έχει βυθιστεί στο υγρό του ογκομετρικού κυλίνδρου, ή αλλιώς ο όγκος του εκτοπιζόμενου υγρού.



Εικόνα 1

Πραγματοποιώντας την άσκηση θα παρατηρήσετε ότι ο δοκιμαστικός σωλήνας δεν στέκεται εντελώς κατακόρυφος μέσα στον ογκομετρικό κύλινδρο αλλά «γέρνει» και ακουμπά στα τοιχώματά του. 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.

Η σχέση (3) μπορεί να γραφεί:

$$m = d_{\text{υγρ}} \cdot V_{\text{εκτ}} - M \quad (4)$$

Από την τελευταία σχέση είναι φανερό ότι η μάζα των σωμάτων (m), που έχουμε ρίξει μέσα στο σωλήνα, εκφράζεται ως μια γραμμική συνάρτηση (της μορφής $y=ax-\beta$) του όγκου $V_{\text{εκτ}}$ του εκτοπιζόμενου υγρού.

Αν κατασκευάσουμε πειραματικά την ευθεία $m=f(V_{\text{εκτ}})$ που αντιστοιχεί στην εξίσωση (4) τότε από την κλίση της μπορούμε να υπολογίσουμε την πυκνότητα $d_{\text{υγρ}}$ του υγρού.

Τελική επιδίωξη είναι να μετρήσουμε μέσω της κατασκευής μας τη μάζα ενός ομογενούς σώματος και, μετρώντας και τον όγκο του, να καταλήξουμε στον υπολογισμό της πυκνότητας του υλικού του.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

1. Ογκομετρικός κύλινδρος 100mL.
2. Ογκομετρικός κύλινδρος 10mL.
3. Ποτήρι ζέσης 250 mL με υγρό.
4. Δοκιμαστικοί σωλήνες μικρού μεγέθους δεμένοι με νήμα(2, ο ένας εφεδρικός).
5. Stand του δοκιμαστικού σωλήνα.
6. Τρεις Βίδες των 1.9gr (βίδες Α)
7. Δύο Βίδες των 2.7gr (βίδες Β)
8. Μεταλλικό σώμα Χ, άγνωστης μάζας και πυκνότητας.
9. Υδροβολέας.
10. Σταγονόμετρο.
11. Ένα ξύλινο καλαμάκι.
12. Χιλιοστομετρικό χαρτί (2 φύλλα, το ένα εφεδρικό).
13. Αριθμομηχανή.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Προκαταρκτικά

Παρατηρείστε τις υποδιαίρεσεις της κλίμακας κάθε ογκομετρικού κυλίνδρου.

Σε πόσα ml αντιστοιχεί κάθε υποδιαίρεση στον κύλινδρο

i. των 10ml:

ii. των 100ml:

Θεωρείστε ότι η ακρίβεια που παρέχει κάθε ογκομετρικός είναι ίση με το μισό της μικρότερης υποδιαίρεσής του.

A. Μετρήσεις για την πειραματική κατασκευή της ευθείας $m-V_{εκτ}$

1. Στον μεγάλο ογκομετρικό βάλτε 70mL υγρό από το ποτήρι ζέσης. Χρησιμοποιήστε τον υδροβολέα για να προσθέσετε μικροποσότητες και το σταγονόμετρο για να αφαιρείτε.

2. Κρατώντας τον από το νήμα, τοποθετήστε τον δοκιμαστικό σωλήνα μέσα στο υγρό του μεγάλου ογκομετρικού κυλίνδρου. Σημειώστε την ένδειξη της στάθμης του υγρού στον ογκομετρικό κύλινδρο και συμπληρώστε την 1^η γραμμή του πίνακα.

3. Βγάλτε τον δοκιμαστικό σωλήνα από τον κύλινδρο, γείρτε τον σωλήνα στο πλάι και βάλτε μέσα μια βίδα A. Ελέγξτε ξανά ότι ο όγκος του υγρού στον ογκομετρικό είναι 70mL και βάλτε πάλι στο υγρό τον δοκιμαστικό σωλήνα. Μόλις ο σωλήνας ισορροπήσει παρατηρήστε τη νέα ένδειξη της στάθμης του υγρού στον ογκομετρικό κύλινδρο.

Μπορεί να συμβεί ο δοκιμαστικός να κολλά στα τοιχώματα του ογκομετρικού, με αποτέλεσμα να ανυψώνεται το υγρό και να δυσχεραίνεται η ανάγνωση της ένδειξης της στάθμης του. Τότε να μετακινείτε τον δοκιμαστικό με το ξύλινο καλαμάκι και με το νήμα για να αποφεύγεται η καταγραφή εσφαλμένης ένδειξης.

Συμπληρώστε τη 2^η γραμμή του πίνακα.

4. Επαναλάβετε το 3^ο βήμα, προσθέτοντας κάθε φορά μια βίδα διαφορετικού μεγέθους (δηλαδή βίδες A και B εναλλάξ) και συμπληρώστε όλα τα κελιά του πίνακα.

Περιγραφή σωμάτων μέσα στον δοκιμαστικό σωλήνα	Συνολική μάζα των σωμάτων (g)	Ένδειξη ογκομετρικού κυλίνδρου (mL)	Εκτοπιζόμενος όγκος (mL)
Κανένα σώμα			
1 βίδα A			
1 βίδα A + 1 βίδα B			
2 βίδες A + 1 βίδα B			
2 βίδες A + 2 βίδες B			
3 βίδες A + 2 βίδες B			

B. Μετρήσεις μάζας και όγκου για τον προσδιορισμό της πυκνότητας του υλικού του σώματος Χ.

5. Βγάλτε τον δοκιμαστικό σωλήνα από τον μεγάλο ογκομετρικό κύλινδρο. Αφαιρέστε όλες τις βίδες και γέρνοντάς τον στο πλάι, τοποθετήστε μέσα, πάντα με προσοχή, το μεταλλικό σώμα Χ, την πυκνότητα του οποίου θέλετε να προσδιορίσετε. Μετρήστε και σημειώστε τον όγκο του υγρού που εκτοπίζεται από το σωλήνα και το σώμα Χ.

Μεταλλικό σώμα Χ

Ένδειξη ογκομετρικού κυλίνδρου (mL)	Εκτοπιζόμενος όγκος (mL)

6. Βάλτε στον μικρό ογκομετρικό κύλινδρο υγρό μέχρι τα 6mL.

7. Ανασύρτε τον δοκιμαστικό σωλήνα από το μεγάλο ογκομετρικό, βγάλτε το σώμα Χ και μετάφερέτέ το στο μικρό ογκομετρικό, με προσοχή.

Μετρήστε τον εκτοπιζόμενο όγκο και σημειώστε τον, ως όγκο V_X του σώματος Χ.

$V_X = \dots\dots$

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

A. Κατασκευή χαρακτηριστικού διαγράμματος της πειραματικής διάταξης και υπολογισμός σχετικών της μεγεθών - Βαθμονόμηση ζυγαριάς

1. Ονομάστε τους άξονες στο ορθογώνιο σύστημα που είναι σχεδιασμένο στο χιλιοστομετρικό χαρτί:
συνολική μάζα βιδών m (κατακόρυφος) - εκτοπιζόμενος όγκος $V_{εκτ}$ (οριζόντιος)

Βαθμονομήστε τους άξονες, επιλέγοντας κατάλληλη κλίμακα.

2. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του πίνακα τοποθετήστε στο σύστημα αξόνων τα πειραματικά σημεία συνολικής μάζας βιδών - εκτοπιζόμενου όγκου.

3. Σχεδιάστε την ευθεία $m=f(V_{εκτ})$ που περνάει πλησιέστερα από το σύνολο των σημείων.

4. Υπολογίστε την κλίση της πειραματικής ευθείας που σχεδιάσατε, σημειώνοντας πάνω στο διάγραμμα πώς την υπολογίσατε. Γράψτε την κλίση με ακρίβεια ενός δεκαδικού ψηφίου.

κλίση = _____ =

Σύμφωνα με τις επισημάνσεις από τη θεωρία πόση είναι η πυκνότητα του υγρού που χρησιμοποιήσατε;

.....
.....
.....

5. Έχετε κατασκευάσει και βαθμονομήσει μια μη συνηθισμένη ζυγαριά.

Η ζυγαριά αυτή μπορεί να λειτουργήσει σε περιοχές με διαφορετικό g ή θα χρειάζεται νέα βαθμονόμηση; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

.....
.....
.....
.....
.....

6. Προεκτείνετε την πειραματική ευθεία. Τι δείχνουν τα σημεία τομής της με τον κάθε άξονα;

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

7. Να επιλέξετε τη φράση που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

Αν χρησιμοποιούσατε άλλο υγρό, διαφορετικής πυκνότητας,

- i. Θα άλλαζε μόνον η κλίση της ευθείας
- ii. Θα άλλαζε μόνον το σημείο τομής με τον οριζόντιο άξονα ($V_{εκτ}$)
- iii. Θα άλλαζαν και τα δύο
- iv. Δε θα άλλαζε τίποτα

B. Προσδιορισμός του υλικού του μεταλλικού κυλίνδρου X

8. Με τη βοήθεια της πειραματικής ευθείας που σχεδιάσατε στη δραστηριότητα Α και του εκτοπιζόμενου όγκου που σημειώσατε για τη μέτρηση του σώματος X, προσδιορίστε τη μάζα m_x του μεταλλικού σώματος X. Δείξτε πάνω στο διάγραμμα πώς το υπολογίσατε.

$m_x = \dots\dots\dots$

9. Υπολογίστε την πυκνότητα d_x του υλικού του μεταλλικού κυλίνδρου, χρησιμοποιώντας την τιμή του V_x όγκου του που μετρήσατε στο βήμα 7 της πειραματικής διαδικασίας. Στρογγυλοποιείτε την τιμή της πυκνότητας που υπολογίσατε σε ένα δεκαδικό ψηφίο.

$d_x = \text{————} =$

10. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι πυκνότητες γνωστών μετάλλων.

Υλικό	Μαγνήσιο	Αλουμίνιο	Τιτάνιο	Σίδηρος	Νικέλιο
Πυκνότητα (g/cm ³)	1,7	2,7	4,5	7,8	8,9

Από τι μέταλλο είναι περισσότερο πιθανό να είναι κατασκευασμένο το σώμα X ;

.....

.....

.....