

ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΡΟΚΡΙΜΑΤΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ
EUSO 2015 - 2016
Ε.Κ.Φ.Ε. Νέας Σμύρνης



Εξέταση στη Φυσική

ΛΥΚΕΙΟ: _____

Τριμελής ομάδα μαθητών:

1. _____

2. _____

3. _____

Αναπληρωματικός: _____

B' Σειρά Θεμάτων (Φυσική)



Μέτρηση του συντελεστή ιξώδους του ελαιολάδου

Το ελαιόλαδο είναι ένα υγρό με εξαιρετικά πολύπλοκη σύνθεση. Σήμερα, παρά την πολυπλοκότητά του, μπορούμε να προσδιορίσουμε αρκετά φυσικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου και να τα συγκρίνουμε με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά άλλων υγρών. Όμως, πολλές από τις φυσικές του ιδιότητες ήταν γνωστές στους αρχαίους Έλληνες και τις χρησιμοποιούσαν για να ελέγχουν την ποιότητά του. Ο Αριστοτέλης περιέγραψε τον τρόπο καλλιέργειας του ελαιόδενδρου, ενώ ο Ιπποκράτης χρησιμοποίησε το ελαιόλαδο ως συστατικό των φαρμακευτικών παρασκευασμάτων.

Οι αρχαίοι Έλληνες συνήθιζαν να καλύπτουν το σώμα τους με ελαιόλαδο. Το έκαναν αυτό επειδή πίστευαν ότι το ελαιόλαδο ήταν πηγή δύναμης καθώς και ότι μείωνε την τριβή κατά τη διάρκεια της πάλης. Η επιλογή αυτή εξηγείται στις μέρες μας επιστημονικά μέσω της μελέτης μιας φυσικής ιδιότητας των υγρών που, ονομάζεται “ιξώδες” ή “εσωτερική τριβή”. Κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας στο μάθημα της Φυσικής θα μετρήσουμε την τιμή του συντελεστή ιξώδους του ελαιολάδου.

Θεωρητικό Υπόβαθρο

Όταν μια μικρή πλαστική σφαίρα κινείται κατά μήκος του άξονα συμμετρίας ενός κατακόρυφου κυλινδρικού σωλήνα που περιέχει υγρό (εικόνα 1), μπορούμε να πούμε ότι ισχύει σύμφωνα με το 2^ο Νόμο του Νεύτωνα:

$$m\alpha = F_w - F_b - F_v \quad (1)$$

όπου m είναι η μάζα της σφαίρας και α η επιτάχυνσή της. Στη σφαίρα ασκούνται οι παρακάτω δυνάμεις:

A) Η βαρυτική δύναμη: F_w :

$$F_w = mg = \rho_\sigma gV \quad (2)$$

όπου ρ_σ είναι η πυκνότητα της σφαίρας και V ο όγκος της. Αν συμβολίσουμε με r την ακτίνα της σφαίρας τότε ο όγκος της δίνεται από τη σχέση:

$$V = (4/3)\pi r^3 \dots\dots\dots(3)$$

Να υποθέσετε (όπου χρειασθεί) ότι:

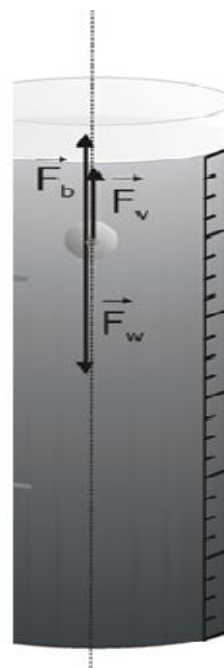
$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

B) Η δύναμη της άνωσης: F_b

Η διεύθυνση αυτής της δύναμης είναι κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω (σύμφωνα με την αρχή του Αρχιμήδη) και το μέτρο της είναι ίσο με:

$$F_b = \rho_L gV \quad (4)$$

Όπου ρ_L είναι η πυκνότητα του υγρού που εκτοπίζεται από τη σφαίρα (στην περίπτωση μας το υγρό είναι το ελαιόλαδο).



Γ) Η δύναμη της τριβής: F_v

Αυτή η δύναμη προκαλείται από την κίνηση της σφαίρας μέσα στο υγρό και η κατεύθυνσή της είναι αντίθετη της ταχύτητας της σφαίρας. Δεδομένου ότι η ταχύτητα της σφαίρας έχει φορά προς τα κάτω, η δύναμη της τριβής θα έχει φορά προς τα πάνω. Όταν η ταχύτητα είναι μικρή (όπως στην περίπτωση μας), τότε το μέτρο της δύναμης τριβής για ένα σφαιρικό σώμα ακτίνας r δίνεται από το νόμο του **Stoke** με την προϋπόθεση ότι η απόσταση της σφαίρας και των τοιχωμάτων του κυλινδρικού δοχείου είναι μεγάλη σε σύγκριση με την ακτίνα της σφαίρας. Με αυτή την προϋπόθεση δεν λαμβάνεται υπόψη η επίδραση των τοιχωμάτων του δοχείου και η δύναμη της τριβής δίνεται από τη σχέση (5):

$$F_v = 6\pi r n u \quad (5)$$

Όπου r είναι η ακτίνα της σφαίρας, u η ταχύτητα της και n ένας συντελεστής που ονομάζεται συντελεστής ιξώδους του υγρού. Ο συντελεστής ιξώδους εξαρτάται από το είδος του υγρού και την θερμοκρασία του. Οι μονάδες μέτρησης του στο *S.I.* είναι:

$$1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{s} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\text{m}^2} \cdot \text{s} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}^2} \cdot \text{s} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$$

Στην πειραματική διαδικασία θα υπολογίσετε τον συντελεστή ιξώδους του ελαιόλαδου μελετώντας την κίνηση μερικών πλαστικών σφαιρών κατά μήκος του άξονα του κυλινδρικού δοχείου που περιέχει το ελαιόλαδο.

Η σφαίρα κατά την πτώση της αποκτά σχεδόν αμέσως οριακή ταχύτητα $u = u_{op}$ (στη σχέση 5) της οποίας το μέτρο δίνεται από τη σχέση:

$$u_{op} = \frac{2}{9} \frac{g r^2 (\rho_\sigma - \rho_L)}{n} \quad (6)$$

Στη σχέση (6) οι ποσότητες ρ_σ , ρ_L , r και u_{op} μπορούν να μετρηθούν πειραματικά ή να υπολογισθούν. Θεωρώντας γνωστή την τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$), ο μόνος άγνωστος παράγοντας είναι ο συντελεστής ιξώδους n , τον οποίο θα προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε πειραματικά χρησιμοποιώντας την προαναφερόμενη σχέση.

Πειραματική διαδικασία

Εξοπλισμός και Υλικά

1. Όμοιες πλαστικές σφαίρες (~10)
2. Διαστημόμετρο (Βερνιέρος) [1]
3. Ηλεκτρονικός ζυγός (1)
4. Ογκομετρικός κύλινδρος (1)
5. Ηλεκτρονικό χρονόμετρο (1)

6. Σύριγγα (1)
7. Λάδι
8. Μαρκαδόρος
9. Χαρτί κουζίνας
10. Υπολογιστής τσέπης
11. Χάρακας

Μετρήσεις

Όλες οι μετρήσεις και οι υπολογισμοί πρέπει να φαίνονται στο τετράδιο απαντήσεων σύμφωνα με το υπόδειγμα που ακολουθεί στο φύλλο απαντήσεων. Να εκφράσετε τις τιμές των μεγεθών που θα υπολογίσετε με δύο (2) δεκαδικά ψηφία.

1. Να μετρήσετε την ακτίνα r μιας πλαστικής σφαίρας, να προσδιορίσετε τη μάζα m της και να υπολογίσετε την πυκνότητα ρ_{σ} των πλαστικών σφαιρών.
2. Χρησιμοποιώντας τα όργανα που σας δίνονται να προσδιορίσετε την πυκνότητα ρ_L του ελαιολάδου.
3. Να χρησιμοποιήσετε τον μαρκαδόρο για να σημειώσετε πάνω στον ογκομετρικό κύλινδρο δύο οριζόντιες γραμμές, σε απόσταση $s = 10 \text{ cm}$ η μία από την άλλη. Πρέπει η πάνω γραμμή να είναι περίπου 10 cm κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.

(Καλέστε έναν επιτηρητή για να ελέγξει τη διάταξη).

Αφήστε προσεκτικά μία σφαίρα δια μέσου του σωλήνα ώστε να κινηθεί κατά μήκος του άξονα συμμετρίας του κυλίνδρου. Χρησιμοποιώντας το χρονόμετρο, μετρήστε το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για να διανύσει την απόσταση $s = 10 \text{ cm}$ μεταξύ των δύο οριζόντιων γραμμών που έχετε χαράξει στον κύλινδρο. Να επαναλάβετε την ίδια διαδικασία για πέντε σφαίρες συνολικά. Να καταγράψτε στο τετράδιο απαντήσεων τις απαντήσεις σε πίνακα (όπως το υπόδειγμα παρακάτω). Υπολογίστε τη μέση τιμή αυτού του χρονικού διαστήματος ($\bar{t}_{\text{μέσο}}$) και μετά την τιμή της οριακής ταχύτητας U_{op} μέσα στο ελαιόλαδο.

4. Χρησιμοποιώντας τη σχέση (6) να υπολογίσετε την τιμή του συντελεστού ιξώδους του ελαιολάδου η (στο S.I.).

Ερωτήσεις-αποδείξεις

- E1. Να αποδείξετε τη σχέση (6)
- E2. Γιατί πρέπει να κάνουμε την χρονομέτρηση μετά από κάποια απόσταση από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού (στην περίπτωσή μας μετά από 10 cm περίπου);

Φύλλο Απαντήσεων

Μετρήσεις –Υπολογισμοί-Αποδείξεις

1. Μετρήσεις της ακτίνας r των πλαστικών σφαιρών. Προσδιορισμός της μάζας τους.
Υπολογισμός της πυκνότητας ρ_{σ} των σφαιρών.

Υπολογισμοί:

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

$$r =$$

$$m =$$

$$\rho_{\sigma} =$$

2. Προσδιορισμός της πυκνότητας του ελαιολάδου.

Υπολογισμοί:

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

$$\rho_{\ell} =$$

3. και 4. Υπολογισμός της οριακής ταχύτητας της σφαίρας και του συντελεστή ιξώδους του ελαιολάδου. Ακολουθήστε τις οδηγίες των βημάτων 3 και 4 του φύλλου εργασίας και συμπληρώστε τον πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ : Κίνηση (πτώση) σφαίρας σε ελαιόλαδο ($s=10 \text{ cm}$)							
Χρονικό διάστημα t (s)					Μέσο χρονικό διάστημα (s)	u (m/s)	Συντελεστής Ιξώδους Pa.s

Υπολογισμοί

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

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

E1. Απόδειξη της σχέσης (6)

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

E2. Απάντηση της ερώτησης

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

Κατά τη διάρκεια της εργαστηριακής σας δραστηριότητας, να ζητήσετε από τον επιτηρητή σας να παρακολουθήσει την κίνηση μέσα στο λάδι τουλάχιστον μίας σφαίρας.