

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 11

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΤΡΙΒΗΣ ΥΓΡΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΠΤΩΣΗΣ ΜΙΚΡΩΝ ΣΦΑΙΡΩΝ

	Ειδικότητα (ΠΟΛ-ΜΗΧ-ΗΛΓ-ΗΛΝ)	Τμήμα (Α1-Α2-Α3-Α4)	Ομάδα (Α-Β-Γ-Δ-Ε-Ζ-Η-Θ-Ι-Κ-Λ-Μ)
<b>Όνοματεπώνυμο</b>			
<b>Διδάσκων</b>			
<b>Ημ/νία διεξαγωγής πειράματος</b>		<b>Ωρα</b>	
<b>Ημ/νία παράδοσης γραπτής εργασίας</b>			
<b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ</b>	<b>1<sup>η</sup> διόρθωση</b>	<b>Τελικός βαθμός</b>	

**Παρατηρήσεις - Διορθώσεις:**

- Ερωτήσεις προεργασίας
- Πειραματικά δεδομένα
- Χάραξη γραφικής
- Υπολογισμός κλίσης
- Υπολογισμός μεγεθών
- Μονάδες μέτρησης
- Στρογγυλοποίηση τελικών
- Αξιολόγηση αποτελέσματος

**Οδηγίες:**

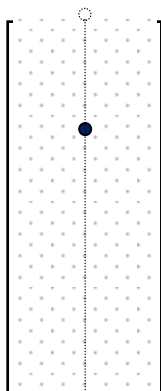
- Απαραίτητο για την εκτέλεση της άσκησης είναι να απαντηθούν οι ερωτήσεις προετοιμασίας.
- Η άσκηση θα ολοκληρωθεί μέσα στο εργαστήριο και θα παραδοθεί στο τέλος.
- Δίνονται λευκές σελίδες για να χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση των αριθμητικών υπολογισμών και την απάντηση των ερωτημάτων, παρατηρήσεων κλπ.. Η τελευταία σελίδα να χρησιμοποιείται μόνο για τυχόν διόρθώσεις.
- Η βαθμολογημένη άσκηση θα φυλάσσεται στο Εργαστήριο Φυσικής και θα επιστρέφεται στο τέλος του Εξαμήνου.
- ΔΕΝ θα βαθμολογείται η άσκηση εάν δεν είναι συμπληρωμένα όλα τα στοιχεία του πιο πάνω πίνακα.



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΡΟΕΡΓΑΣΙΑΣ (στο σπίτι)

Αφού μελετήσετε το θεωρητικό μέρος των Σημειώσεων του Εργαστηρίου, τη σχετική Βιβλιογραφία που σας προτείνεται ή άλλες πηγές, απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα:

1. Δώστε τρία παραδείγματα κίνησης σώματος μέσα σε ένα υγρό ή αέριο μέσο όπου οι δυνάμεις εσωτερικής τριβής του μέσου παίζουν σημαντικό ρόλο.
2. Δώστε τον ορισμό του ιξώδους ενός υγρού;
3. Από ποιά σχέση θα προσδιοριστεί *πειραματικά* ο συντελεστής εσωτερικής τριβής; Τι εκφράζει κάθε φυσικό μέγεθος στη σχέση αυτή και τι μονάδες έχει στο SI;
4. Πώς ορίζεται το poise ως μονάδα μέτρησης ιξώδους;
5. Μια μεταλλική σφαίρα μάζας  $m$  και πυκνότητας  $\rho_s$  αφήνεται να πέσει ελεύθερα από την επιφάνεια ενός υγρού πυκνότητας  $\rho_v$ . Σημειώστε τις δυνάμεις που ασκούνται επάνω στη σφαίρα σε ένα σημείο της διαδρομής της προς τον πυθμένα. Περιγράψτε τα είδη της κίνησης που θα εκτελέσει η σφαίρα καθόλη τη διαδρομή.



5. Να κάνετε τις ακόλουθες μετατροπές μονάδων:

$$0.42 \text{ mm}^3 = \dots\dots\dots \text{cm}^3$$

$$0,00792 \text{ g/mm}^3 = \dots\dots\dots \text{g/cm}^3$$

$$7.94 \text{ poise} = \dots\dots\dots \text{cpoise (centipoise)}$$

$$10415 \text{ cpoise} = \dots\dots\dots 10^2 \text{ poise}$$

## ΕΡΓΑΣΙΕΣ (στο εργαστήριο)

### Λήψη Μετρήσεων

1. Θεωρήστε ότι η γλυκερίνη που βρίσκεται στο σωλήνα έχει καθαρότητα 98% (δηλ. αραίωση 2% σε νερό). Εισάγετε το θερμοστοιχείο στο υγρό και καταγράψτε τη θερμοκρασία:

$$\theta_v = \quad \quad \quad ^\circ\text{C}$$

2. Με τη βοήθεια του γραφήματος στο Παράρτημα Β, εντοπίστε την πυκνότητα του υγρού για τη θερμοκρασία  $\theta_v$ :

$$\rho_v = \quad \quad \quad \text{g/cm}^3$$

3. Αφού μετρήσετε με διαστημόμετρο την εσωτερική διάμετρο  $D_\Sigma$  του σωλήνα που περιέχει το υγρό, να υπολογίστε την ακτίνα του  $R_\Sigma$ :

$$D_\Sigma = \quad \text{cm} \quad \quad \quad R_\Sigma = \quad \quad \quad \text{cm}$$

4. Να μετρήσετε το διάστημα  $s$  μεταξύ του άνω και του κάτω δακτυλιδιού πάνω στο σωλήνα και να προσδιορίσετε το μέγιστο εκτιμώμενο σφάλμα ανάγνωσης  $\delta s$ :

$$s = \quad \quad \quad \text{cm}$$

$$\delta s = \pm \quad \quad \quad \text{cm}$$

5. Να μετρήσετε με το ζυγό ακριβείας το βάρος των 10 μικρών σφαιρών και να προσδιορίσετε τη μέση μάζα κάθε μιας σφαίρας καθώς και το μέγιστο εκτιμώμενο σφάλμα ανάγνωσης του ζυγού:

$$10m = \quad \quad \quad \text{gr}$$

$$\bar{m} = \quad \quad \quad \text{gr}$$

$$\delta\bar{m} = \pm \quad \quad \quad \text{gr}$$

6. Να μετρήσετε με το μικρόμετρο τις διαμέτρους των 10 όμοιων σφαιρών και να καταχωρήσετε αυτές στον ΠΙΝΑΚΑ 10.1

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.1

$i$	$d_i$ (mm)	$\bar{d}$ (mm)	$\bar{r}$ (mm)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

7. Να αφήσετε τη πρώτη σφαίρα να πέσει στην επιφάνεια του υγρού από το ειδικό άνοιγμα που βρίσκεται στο άνω μέρος του σωλήνα και να παρακολουθήσετε τη πτώση της. Με το χρονόμετρο να μετρήσετε το χρονικό διάστημα  $t$  που χρειάζεται η σφαίρα να διανύσει το διάστημα  $s$  μεταξύ των δακτυλίων Α και Β. Να καταχωρήσετε τη τιμή του χρόνου στον ΠΙΝΑΚΑ 10.2

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.2

$i$	$t$ (sec)	$\bar{t}$ (sec)	$\bar{t} - t_i$ (sec)	$(\bar{t} - t_i)^2$ (sec <sup>2</sup> )
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
$\sum_i (\bar{t} - t_i)^2 =$				

8. Να επαναλάβετε την εργασία 7 για όλες τις διαθέσιμες σφαίρες.
9. Τέλος, συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τα τυχαία σφάλματα ανάγνωσης που υπεισήλθαν κατά την άμεση μέτρηση των πειραματικών μεγεθών. Επίσης, όπου είναι δυνατό, αποδώστε τα σφάλματα που εισάγει ο παρατηρητής:

Άμεσα μετρούμενα	Μονάδα μέτρησης	Σφάλμα ανάγνωσης	Σφάλμα παρατηρητή
διάμετρος σωλήνα $R_z$			
διάμετρος σφαίρας $d$			
απόσταση δακτυλίων $s$			
μάζα σφαίρας $m$			
Χρόνος $t$			
Θερμοκρασία $\theta$			

## Επεξεργασία Μετρήσεων - Αποτελέσματα

- Να δείξετε τουλάχιστον έναν υπολογισμό από κάθε ζητούμενο μέγεθος αναλυτικά και με τις μονάδες.
  - Να είστε προσεκτικοί στην μετατροπή των μονάδων μέτρησης.
1. Να υπολογίσετε την ακτίνα κάθε σφαίρας. Ακολούθως, υπολογίστε τη μέση τιμή  $\bar{r}$  της ακτίνας των σφαιρών. Ενημερώστε τις αντίστοιχες στήλες του ΠΙΝΑΚΑ 10.1.
  2. Να υπολογίσετε τη μέση πυκνότητα του υλικού από το οποίο είναι φτιαγμένες οι μικρές σφαίρες:

$$\bar{\rho} = \quad \text{gr/cm}^3$$

3. Να υπολογίσετε τη μέση τιμή  $\bar{t}$  του χρονικού διαστήματος που απαιτείται για να διανύσει η σφαίρα το διάστημα  $s=(AB)$  και να ενημερώσετε όλες τις στήλες του ΠΙΝΑΚΑ 10.2. Υπολογίστε το σφάλμα μέσης  $\delta\bar{t}$  και γράψτε *στρογγυλοποιημένα* το αποτέλεσμα:

$$\bar{t} \pm \delta\bar{t} =$$

4. Να υπολογίσετε την πραγματική μέση ορική ταχύτητα της σφαίρας μέσα στο υγρό χρησιμοποιώντας τη σχέση  $\bar{u}_{op} = s/\bar{t}$ :

$$\bar{u}_{op} = \quad \text{cm/sec}$$

5. Να υπολογίστε το σφάλμα της μέσης ταχύτητας από τη σχέση 7 (Παραρτήμα Α):

$$\delta\bar{u}_{op} = \pm \quad \text{cm/sec}$$

6. Γράψτε την τελική έκφραση *στρογγυλοποιημένα* (το σφάλμα με ένα σημαντικό ψηφίο):

$$\bar{u}_{op} \pm \delta\bar{u}_{op} = \quad \text{cm/sec}$$

7. Με τη βοήθεια της ΣΧΕΣΗΣ (11.26) να υπολογίσετε την ορική ταχύτητα  $\bar{u}_0$  την οποία θα αποκτούσε η σφαίρα αν το υγρό μέσα στο οποίο κινείται είχε άπειρες διαστάσεις.

$$\bar{u}_0 = \quad \text{cm/sec}$$

8. Με τη βοήθεια της ΣΧΕΣΗΣ (11.6) να υπολογίσετε τη μέση τιμή  $\bar{\eta}$  του συντελεστή εσωτερικής τριβής του υγρού:

$$\bar{\eta} = \quad \text{poise}$$

δεδομένου ότι  $g=981 \text{ cm/sec}^2$

9. **Αξιολογήστε** την ακρίβεια της μεθόδου, συγκρίνοντας την τιμή του ιξώδους  $\bar{\eta}$  που βρήκατε ( $n_{\text{πειρ}}$ ), σε σχέση με την ακριβή βιβλιογραφική τιμή, στη θερμοκρασία που έγινε το πείραμα (γράφημα Παραρτήματος Β). Γι' αυτό, υπολογίστε τη σχετική (%) απόκλιση των τιμών αυτών και σχολιάστε το αποτέλεσμα:

$$\frac{|n_{\text{πειρ}} - n_{\text{ακρ}}|}{n_{\text{ακρ}}} \cdot 100\% =$$

10. Να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα  $\tau$  που απαιτείται για να αποκτήσει η σφαίρα «σχεδόν» οριστική ταχύτητα

$$t = \quad \text{sec}$$

Από την τιμή αυτή μπορείτε να εκτιμήσετε εάν η επιλογή της θέσης Α του αρχικού δακτυλίου στο σωλήνα με το υγρό είναι ικανή ώστε να θεωρήσουμε ότι το σώμα έχει αποκτήσει οριστική ταχύτητα;

11. Τέλος, σχετικά με τα σφάλματα που υπεισέρχονται στο πείραμα, πώς πιστεύετε ότι θα μπορούσαν να περιοριστούν (ή να εξαλειφθούν) οι πηγές σφάλματος ώστε η πειραματική διαδικασία να βελτιωθεί;

Απαντήστε στα ζητούμενα της άσκησης.

Να δείχνετε αναλυτικά τους υπολογισμούς των ζητούμενων μεγεθών με τις μονάδες τους.

~ ~



