

## Ο ΑΕΡΑΣ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

### Εισαγωγή - Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης

Κάθε σώμα που κινείται μέσα στον αέρα (ή σε κάποιο άλλο ρευστό) δέχεται από αυτό δύναμη αντίστασης η οποία έχει κατεύθυνση αντίθετη με την κατεύθυνση της ταχύτητας του σώματος και η τιμή της εξαρτάται από την ταχύτητα του σώματος, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του σώματος και το είδος του ρευστού μέσα στο οποίο γίνεται η κίνηση. Έτσι η ελεύθερη πτώση ενός σώματος στην ατμόσφαιρα είναι μια προσέγγιση της πραγματικότητας που συνήθως απέχει πάρα πολύ από την πραγματικότητα. Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης είναι ο προσδιορισμός του συντελεστή αντίστασης των πιάτων που θα χρησιμοποιήσουμε στο πείραμα.

### Θεωρητικές επισημάνσεις

Στις περισσότερες περιπτώσεις όταν ένα σώμα κινείται στον αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό η δύναμη αντίστασης που δέχεται είναι ανάλογη του τετραγώνου το μέτρου της ταχύτητας που έχει δηλαδή είναι της μορφής:

$$\mathbf{F}_A = \mathbf{D} \cdot \mathbf{u}^2 \quad (1)$$

όπου D η σταθερά αντίστασης εξαρτώμενη από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του σώματος που κινείται και από το ρευστό μέσα στο οποίο γίνεται η κίνηση, η οποία δίνεται από την σχέση:

$$D = \frac{1}{2} \cdot C_d \cdot \rho \cdot A \quad (2)$$

όπου  $\rho$ : η πυκνότητα του ρευστού

A: η μέγιστη μετωπική επιφάνεια του κινούμενου σώματος

$C_d$ : ο συντελεστής αντίστασης του σώματος ο οποίος κυρίως εξαρτάται από την γεωμετρία του.

Έτσι όταν αφήσουμε ένα σώμα να πέσει στον αέρα όταν η ταχύτητα πάρει τέτοια τιμή ώστε η δύναμη αντίστασης του αέρα να γίνει ίση με το βάρος του, η συνισταμένη των δυνάμεων γίνεται ίση με το μηδέν και έτσι από τον 1<sup>ο</sup> Νόμο του Newton το σώμα αποκτά σταθερή ταχύτητα (οριακή) με την οποία πέφτει από εκεί και μετά. Τότε θα έχουμε:

$$\Sigma \mathbf{F} = 0 \quad \text{δηλαδή} \quad \mathbf{m} \cdot \mathbf{g} = \mathbf{D} \cdot \mathbf{u}^2 \quad (3)$$

### Πειραματικό μέρος

1. Τα πιάτα που θα χρησιμοποιήσετε στο πείραμα αποκτούν οριακή ταχύτητα πρακτικά αμέσως με το που θα τα αφήσετε. Θα αφήσετε αρχικά 2 πιάτα μαζί από ύψος  $H=1,80$  m και θα πάρετε 5 μετρήσεις για τον χρόνο πτώσης βρίσκοντας τον μέσο όρο τους. Θα επαναλάβετε την ίδια διαδικασία για 4, 6, 8 και 10 πιάτα. Στην συνέχεια θα συμπληρώσετε τον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 1).

### ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Αριθμός Πιάτων	Χρόνος πτώσης (sec) Μέτρηση 1	Χρόνος πτώσης (sec) Μέτρηση 2	Χρόνος πτώσης (sec) Μέτρηση 3	Χρόνος πτώσης (sec) Μέτρηση 4	Χρόνος πτώσης (sec) Μέτρηση 5	Μέσος όρος χρόνων πτώσης $t_{\mu}$ (sec)
2						
4						
6						
8						
10						

2. Στην συνέχεια θα ζυγίσετε την μάζα 10 πιάτων και θα υπολογίσετε την μάζα καθενός από αυτά με ακρίβεια γραμμαρίου:

Μάζα 10 πιάτων (kg)=..... Μάζα 1 πιάτου (kg)=.....

3. Μετά θα υπολογίσετε την οριακή ταχύτητα πτώσης των 2, 4, 6, 8 και 10 πιάτων αντίστοιχα από την σχέση:

$$u = \frac{H}{t_{\mu}} \quad (4)$$

και θα συμπληρώσετε τον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 2):

### ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Αριθμός Πιάτων	Μάζα πιάτων m(kg)	Οριακή ταχύτητα u(m/s)	$u^2(m^2/s^2)$
2			
4			
6			
8			
10			

4. Η σχέση (3) μπορεί να πάρει την μορφή:

$$m = \frac{D}{g} \cdot u^2 \quad (5)$$

Κατασκευάστε με τις τιμές του πίνακα 2 στο μιλλιμετρέ χαρτί που σας έχει δοθεί την γραφική παράσταση της συνάρτησης  $m=f(u^2)$ , δηλαδή της μάζας των πιάτων σαν συνάρτηση του τετραγώνου της οριακής ταχύτητας πτώσης τους η οποία προφανώς θα είναι ευθεία και υπολογίστε την κλίση της με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων:

$$\text{Κλίση}=k=\dots\dots\dots$$

5. Η κλίση της ευθείας ισούται με:

$$k = \frac{D}{g} \quad (6)$$

Με δεδομένο ότι  $g=9,81 \text{ m/s}^2$  να υπολογίσετε την σταθερά αντίστασης  $D$  με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων:

$$D=\dots\dots\dots$$

6. Μετρήστε την διάμετρο ( $\delta$ ) ενός πιάτου με ακρίβεια χιλιοστού (mm) και υπολογίστε το εμβαδόν του από την σχέση  $A = \frac{\pi \cdot \delta^2}{4}$  με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων (Δίνεται  $\pi=3,14$ ):

$$\delta=\dots\dots\dots$$

$$A=\dots\dots\dots$$

7. Αν θεωρήσουμε την πυκνότητα του ατμοσφαιρικού αέρα στην θερμοκρασία του εργαστηρίου ίση με  $\rho=1,2 \text{ kg/m}^3$  από την σχέση (2) να υπολογίσετε τον συντελεστή αντίστασης των πιάτων με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων:

$$C_d=\dots\dots\dots$$