

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΡΟΗΣ

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|            |                                                                                          |      |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|            | <i>Εισαγωγικές παρατηρήσεις και παραδοχές</i>                                            |      |
| <b>6.1</b> | <b>ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΡΟΪΚΟ ΠΕΔΙΟ</b>                                                          | 6.2  |
| 6.1.1      | Το διάνυσμα της ροϊκής ταχύτητας                                                         | 6.2  |
| 6.1.2      | Η θεώρηση της ροϊκής κίνησης σύμφωνα με τον Λαγκράνζ (Lagrange)                          | 6.3  |
| 6.1.3      | Η θεώρηση της ροϊκής κίνησης κατά τη μέθοδο Όϊλερ (Euler)                                | 6.4  |
| <b>6.2</b> | <b>ΤΡΟΧΙΕΣ, ΡΟΪΚΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ, ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ</b>                                               | 6.5  |
| 6.2.1      | Τροχιά ροϊκού στοιχείου                                                                  | 6.5  |
| 6.2.2      | Ροϊκές γραμμές                                                                           | 6.5  |
| 6.2.3      | Ακολουθία ή γραμμή διάβασης ροϊκού πεδίου                                                | 6.6  |
| <b>6.3</b> | <b>ΙΔΑΝΙΚΟΣ ΚΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΡΟΪΚΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ</b>                                           | 6.6  |
| 6.3.1      | Ροϊκό νήμα, ροϊκός σωλήνας, ροϊκή επιφάνεια                                              | 6.6  |
| 6.3.2      | Ο ροϊκός σωλήνας στην πραγματικότητα                                                     | 6.7  |
| <b>6.4</b> | <b>ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ, ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ</b>                                       | 6.7  |
| 6.4.1      | Χωροχρονική περιγραφή του ροϊκού πεδίου                                                  | 6.7  |
| 6.4.2      | Συστήματα συντεταγμένων σε ροϊκά πεδία κινούμενων σωμάτων και σημεία “σταθερής” αναφοράς | 6.9  |
| <b>6.5</b> | <b>ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΡΟΪΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΚΑΙ ΟΡΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΡΟΗΣ</b>                             | 6.10 |
| 6.5.1      | Υπολογιστική ορατοποίηση της ροής                                                        | 6.10 |
| 6.5.2      | Πειραματική ορατοποίηση της ροής                                                         | 6.12 |

|            |                                                                                                                                                |             |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 6.5.3      | Προσομοίωση ροϊκών πεδίων σε σήραγγες και εγκαταστάσεις μετρήσεων .....                                                                        | 6.18        |
| <b>6.6</b> | <b>TACHYTHTES KAI KATASTATIKA MEGETH POHS SE RYESTOTHEPMIKA SYSTHMATA KAI PEDIA .....</b>                                                      | <b>6.18</b> |
| 6.6.1      | Η παραγωγή της ταχύτητας του ρευστού – Κίνηση σωμάτων και εξωτερικά ροϊκά πεδία .....                                                          | 6.18        |
| 6.6.2      | Υπολογιστική εκτίμηση των ταχυτήτων ροής σε ρευστομηχανικά και αεροδιαστημικά ροϊκά πεδία γύρω από σώματα και μέσα σε αγωγούς και χώρους ..... | 6.21        |
| 6.6.2A     | Ταχύτητα περιστροφής $u_{Es}$ της επιφάνειας της Γης μαζί με την ατμόσφαιρα .....                                                              | 6.21        |
| 6.6.2B     | Ταχύτητα περιφοράς της Γης γύρω από τον Ήλιο .....                                                                                             | 6.22        |
| 6.6.2Γ     | Ταχύτητα περιστροφής γύρω από τη Γη του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού (ΔΔΣ) .....                                                               | 6.22        |
| 6.6.2Δ     | Ταχύτητες σε ροϊκά πεδία κατά την είσοδο διαστημογήματος (Δ/Ο) στην ατμόσφαιρα .....                                                           | 6.23        |
| 6.6.2E     | Η ταχύτητα και το ύψος γεωσύγχρονης τροχιάς .....                                                                                              | 6.23        |
| 6.6.2Z     | Ταχύτητες εισόδου διαστημικών σωμάτων στην ατμόσφαιρα .....                                                                                    | 6.24        |
| 6.6.2H     | Ταχύτητες ροής ιόντων ή άλλων φορτισμένων σωματιδίων .....                                                                                     | 6.25        |
| 6.6.3      | Εκτίμηση της πίεσης, θερμοκρασίας και πυκνότητας σε ροϊκά πεδία .....                                                                          | 6.25        |
| <b>6.7</b> | <b>MHXANIKH OMOIOTHTA KAI DIASTATIKH ANALYSH .....</b>                                                                                         | <b>6.26</b> |
| 6.7.1      | Ομοιότητα και αδιάστατοι χαρακτηριστικοί αριθμοί .....                                                                                         | 6.26        |
| 6.7.2      | Το θεώρημα του Buckingham (θεώρημα Π) .....                                                                                                    | 6.27        |
| 6.7.3      | Εφαρμογή του θεωρήματος Buckingham .....                                                                                                       | 6.28        |

## Εισαγωγικές Παρατηρήσεις και Παραδοχές

Στη Μηχανική με τους όρους κινηματική και δυναμική εννοείται αντίστοιχα η σπουδή των κινήσεων και η σπουδή των δυνάμεων κινουμένων σωμάτων. Στη Μηχανική του στερεού σώματος τα αποτελέσματα της σπουδής της κίνησης του υλικού σημείου βρίσκουν άμεση εφαρμογή σε μια σειρά από τεχνικά προβλήματα. Στη Μηχανική των Ρευστών περιγράφεται η κίνηση ενός συνεχούς μέσου κατανεμημένου σε ένα ορισμένο χώρο. Τα στοιχεία του μέσου επηρεάζονται από το περιβάλλον τους, δηλ. το ένα επιδρά στην κίνηση του άλλου. Σε σύγκριση με τα στερεά σώματα τα ρευστά έχουν δύο σημαντικότερες διαφορές: Το σχήμα τους και η μορφή της κίνησής τους – η ροή – εξαρτάται απόλυτα από τη γεωμετρία του χώρου στον οποίο ευρίσκονται. Και δεύτερον στις περισσότερες περιπτώσεις η κίνησή τους δεν είναι ορατή, όπως συμβαίνει με το καθαρό διαυγές νερό, με τον αέρα και με πολλά άλλα αέρια. Γι' αυτό η προβλεπόμενη ή προϋπολογισμένη κίνησή τους πρέπει να είναι ακριβής και σίγουρη και εκ του αποτελέσματος επαληθεύσιμη, ως εάν ήταν ορατή. Η κίνηση του ρευστού χαρακτηρίζεται και εκφράζεται σε μαθηματικές σχέσεις με κινηματικά και δυναμικά ροϊκά μεγέθη, όπως ταχύτητα και επιτάχυνση, δυνάμεις αδράνειας και πίεσης. Τα ροϊκά μεγέθη συνθέτουν μαθηματικές εκφράσεις, οι οποίες περιγράφουν θεωρητικά τη ροή δίνοντας την κατανομή τους στο ροϊκό πεδίο, δηλ. στο χώρο όπου συμβαίνει η ροή. Μερικές από τις πιο βασικές σχέσεις, με τις οποίες μπορεί να περιγραφεί μαθηματικά και να απεικονιστεί υπολογιστικά η ροή, παρουσιάζονται σ' αυτό το κεφάλαιο, ως επίσης η δυνατότητα ορατοποίησης της ροής με πειραματικά μέσα.

## 6.1 TACHYTHTA KAI POÏKO PEDIO

### 6.1.1 Το διάνυσμα της ροϊκής ταχύτητας

Η κίνηση στοιχείων ρευστού είναι ανάλογη της κίνησης των υλικών σημείων της Μηχανικής του στερεού σώματος στο χώρο. Τα στοιχεία ρευστού είναι ιδεατοί μικροί όγκοι ρευστού ( $dV$ ,  $\Delta V$ ) αμελητέων διαστάσεων σε σύγκριση με τον ολικό όγκο του θεωρούμενου ρευστού. Σε ορισμένο χρόνο κάθε στοιχειώδης όγκος αντίστοιχης στοιχειώδους μάζας έχει ορισμένη ταχύτητα, η οποία γενικά μπορεί να