

# ΡΕΥΣΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ «ΑΝΟΙΚΤΑ ΤΑ ΒΙΒΛΙΑ»

### ΟΜΑΔΑ Α

#### 1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

(2 Μονάδες)

Μελετήστε την ροή όπου η κίνηση ενός τυχόντος σωματιδίου μπορεί να εκφραστεί (σε αδιάστατη μορφή) από τις σχέσεις:

$$x_1 = \xi_1 + (\sin[t] - 2), \quad x_2 = \xi_2 + (1 - \cos^2[t]), \quad x_3 = \xi_3$$

Όπου  $\xi_i, i=1,2,3$  είναι αρχικές συνθήκες (συντεταγμένες του σωματιδίου για  $t=0$ ),  $x_i, i=1,2,3$  είναι οι χωρικές συντεταγμένες, και  $t$  είναι ο χρόνος

1α) Να προσδιορίσετε το διανυσματικό πεδίο των ταχυτήτων, τη μορφή των τροχιών των σωματιδίων και τις γραμμές ροής.

1β) Κατά την γνώμη σας οι τροχιές των σωματιδίων είναι παραβολές, ελλείψεις, υπερβολές, ημιτονοειδείς συναρτήσεις, εκθετικές συναρτήσεις ή έχουν άλλη μορφή;

1γ) Κατά την γνώμη σας η εξεταζόμενη ροή είναι μόνιμη; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

#### 2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

(2,0 Μονάδες)

2α) Σε τι συνίσταται το παράδοξο d'Alembert;

2β) Σχεδιάστε σχηματικά τις γραμμές ροής για περίπτωση ροής με μεγάλο αριθμό Reynolds γύρω από κύλινδρο ή σφαίρα:

-Όπως αυτές προκύπτουν από την λύση των εξισώσεων του τέλειου ρευστού

-Όπως αυτές παρατηρούνται στην πράξη

2γ) Πως συνδέεται η δημιουργία δινών (στροβίλων) κατόπιν ενός κυλίνδρου, μίας σφαίρας ή άλλου στερεού αντικειμένου με την ύπαρξη της οριακής στιβάδας; Κάντε ένα σκαρίφημα για να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

2δ) Περιγράψτε σύντομα μία περίπτωση έρπουσας ροής, από αυτές που έχουν αναφερθεί στην παράδοση και περιγράφονται στο βιβλίο του κ. Κωτσοβίνου, για την οποία υπάρχει αναλυτική λύση. Αναφέρατε τρεις παραδοχές που είναι απαραίτητο να

*Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος.  
Εξέταση Ρευστομηχανικής. Ιανουάριος 2006  
Ασκήσεις με ανοικτά βιβλία. Ομάδα Α.*

γίνουν έτσι ώστε να είναι δυνατόν η εύρεση μίας (σχετικά απλής) αναλυτικής λύσης. Είναι η αναλυτική λύση που παρουσιάστηκε στην παράδοση και αναφέρεται στο βιβλίο του κ. Κωτσοβίνου ακριβής λύση των απλοποιημένων διαφορικών εξισώσεων;

### 3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Στην παράδοση και στο βιβλίο του κ. Κωτσοβίνου αναφέρονται εμπειρικές αλγεβρικές σχέσεις και διαγράμματα τα οποία συνδέουν τον συντελεστή αντίστασης  $C_D$  με τον αριθμό Reynolds, για περίπτωση ροής γύρω από σφαίρα η οποία περιβάλλεται από ρευστό το οποίο καταλαμβάνει «άπειρο» χώρο.

3αα) Περιγράψτε σύντομα το πώς είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν οι παραπάνω σχέσεις για τον υπολογισμό καθίζησης κόκκων άμμου σφαιρικού σχήματος σε αμμοκράτη

3ab) Ακόμα και αν θεωρήσουμε ότι i κόκοι άμμου έχουν τέλειο σφαιρικό σχήμα, ποια σφάλματα είναι δυνατόν να συνδεονται με την παραπάνω μεθοδολογία;

### 4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

(-1,0 έως 1,0 Μονάδα)

Πρωτοπόρος στη μελέτη ης τυρβώδους ροής υπήρξε ο αναγεννησιακός ζωγράφος, γλύπτης στρατιωτικός μηχανικός κλπ., Λεονάρντο Ντα Βίντσι. Στρόβιλοι που συνδέονται με την ύπαρξη της τύρβης εμφανίζονται στο Σχήμα 1.

Έχοντας υπόψη σας και τις νεότερες γνώσεις για το φαινόμενο αυτό μπορείτε να βρείτε ποια από τις παρακάτω προτάσεις, σχετικά με την εξέλιξη της μορφής των εικονιζόμενων στροβίλων είναι αληθής;

3<sup>α</sup>) Οι στρόβιλοι θα ενωθούν σε έναν και μόνο μεγάλο στρόβιλο, το μέγεθος του οποίου . εξαρτάται από τον αριθμό Strouhal. Όταν συμβεί αυτό η ροή θα είναι πλέον μόνιμη. Ο χρόνος για την επίτευξη της μόνιμης αυτής κατάστασης εξαρτάται από τον αριθμό Froude. Η φορά του οριακού στροβίλου εξαρτάται από τον αριθμό Reynolds.

3<sup>β</sup>) Οι στρόβιλοι θα ενωθούν σε έναν και μόνο μεγάλο στρόβιλο, το μέγεθος του οποίου . εξαρτάται από τον αριθμό Froude. Όταν συμβεί αυτό η ροή θα είναι πλέον μόνιμη. Ο χρόνος για την επίτευξη της μόνιμης αυτής κατάστασης εξαρτάται από τον αριθμό Reynolds. Η φορά του οριακού στροβίλου εξαρτάται από τον αριθμό Strouhal.

3γ) Οι στρόβιλοι θα διασπασθούν σε περισσότερους στροβίλους μικρότερου μεγέθους, οι οποίοι θα διασπασθούν σε μικρότερους κλπ., ώσπου να καταλήξουν σε ένα οριακό μέγεθος. Όταν i στρόβιλοι καταλήξουν στο οριακό αυτό μέγεθος δεν θα διασπασθούν σε άλλους μικρότερους, αλλά η κινητική τους ενέργεια θα μετατραπεί σε θερμότητα.

3δ) Οι εικονιζόμενοι στρόβιλοι θα διασπασθούν σε πρώτο χρόνο σε μικρότερους οι οποίοι στην συνέχεια θα ανακτήσουν το αρχικό τους μέγεθος (παλινδρομικό φαινόμενο τύρβης von Strumpf).

ΠΡΟΣΟΧΗ: Στο θέμα αυτό υπάρχει αρνητική βαθμολογία σε περίπτωση λανθασμένης απάντησης.

Μετά την διάρκεια του τμήματος της εξέτασης (εξέταση με ανοικτά βιβλία) στο οποίο θα επιτρέπεται η χρήση βοηθημάτων, θα ακολουθήσει, τμήμα της εξέτασης (εξέταση με κλειστά βιβλία), κατά την οποία δεν θα επιτραπεί χρήση άλλων βοηθημάτων εκτός από αυτά που θα μοιραστούν. Μπορείτε να κρατήσετε τις παρούσες εκφωνήσεις και να συνεχίσετε την επεξεργασία των ασκήσεων κατά το δεύτερο μέρος της εξέτασης, χωρίς όμως την χρήση βοηθημάτων.