

# ΡΕΥΣΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ «ΑΝΟΙΚΤΑ ΤΑ ΒΙΒΛΙΑ»

### ΟΜΑΔΑ Α

#### 1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

(2 Μονάδες)

1Α) Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι αληθής;

- -Οι γραμμές ροής συμπίπτουν πάντα με τις τροχιές των σωματιδίων
- Οι γραμμές ροής δεν συμπίπτουν ποτέ με τις τροχιές των σωματιδίων
- -Οι γραμμές ροής συμπίπτουν με τις τροχιές των σωματιδίων για την περίπτωση μόνιμης ροής
- -Οι γραμμές ροής συμπίπτουν με τις τροχιές των σωματιδίων για την περίπτωση μη μόνιμης ροής

1Β) Δίνεται (σε αδιάστατη μορφή) το πεδίο ταχυτήτων  $u_x = u = x$ ,  
 $u_y = v = -y$ ,  $w = u_z = 0$ , στο οποίο αντιστοιχεί η ροϊκή συνάρτηση  $\Psi = xy$

1Β1) Σχεδιάστε τις γραμμές ροής  $\Psi=1$  και  $\Psi=2$

1Β2) Σχεδιάστε την τροχιά ενός σωματιδίου το οποίο την χρονική στιγμή  $t = t_0$  βρίσκεται στο σημείο  $x=1, y=1$ , για χρόνους  $t \geq t_0$

#### 2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

(1 Μονάδα)

Περιγράψτε σύντομα (λίγες προτάσεις + σκαρίφημα=*πρόχειρο σχέδιο, σκιστάκι*) ένα πρόβλημα της Ρευστομηχανικής, το οποίο είχε παρουσιαστεί στις παραδόσεις και αναφέρεται στο βιβλίο του κ. Κωτσοβίνου, για το οποίο οι αδρανειακοί όροι δεν μπορούν να θεωρηθούν αμελητέοι για το οποίο είναι δυνατόν να βρεθεί η αναλυτική λύση.

Περιγράψτε μία περίπτωση κατά την οποία το σχηματοποιημένο αυτό πρόβλημα εμφανίζεται σε προβλήματα διαχείρισης υδατικών πόρων, ή εφαρμοσμένης υδραυλικής.

#### 3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος.  
Εξέταση Ρευστομηχανικής. Φεβρουάριος 2005  
Ασκήσεις με ανοικτά βιβλία. Ομάδα Α.

(1,25 μονάδα)

Ένας φοιτητής του τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος, στα πλαίσια της διπλωματικής του, έχει αναλάβει να κάνει μετρήσεις της μέσης ταχύτητας (ως προς τον χρόνο), σε ένα αριθμό χειμάρρων του νομού Ξάνθης με τη βοήθεια ειδικού οργάνου.

Ρώτησε τρεις συμφοιτητές του οι οποίοι παίρνοντας υπόψη τους ότι η ροή σε όλες τις περιπτώσεις είναι τυρβώδης, ότι μπορεί να θεωρηθεί μακροσκοπικά μόνιμη και ότι ο αριθμός των σημείων που θα πρέπει να γίνουν οι μετρήσεις σε κάθε χείμαρρο είναι μεγάλος, κατέθεσαν τις παρακάτω απόψεις:

1. Όταν η ροή είναι τυρβώδης και οι οριακές συνθήκες ανεξάρτητες του χρόνου, τα χαρακτηριστικά της ροής είναι ανεξάρτητα του χρόνου. Κατά συνέπεια η διάρκεια της μέτρησης δεν έχει καμία σημασία
2. Ο χρόνος που θα πρέπει να γίνει η μέτρηση σε κάθε σημείο πρέπει να είναι αρκετά μεγάλος, ώστε η μέση τιμή της ταχύτητας να είναι ανεξάρτητη από τον χρόνο μέτρησης. Κατά συνέπεια περισσότερες δοκιμές είναι απαραίτητες για να βρεθεί μία μέση τιμή μετρημένη με τέτοιο τρόπο ώστε να πληρούνται οι παραπάνω συνθήκες.
3. Με την σημερινή αλματώδη εξέλιξη της τεχνολογίας, ο χρόνος που θα γίνει η μέτρηση δεν έχει σημασία, αν είναι διαθέσιμος ο κατάλληλος εξοπλισμός. Πολλά επιστημονικά όργανα μπορούν να εκτιμήσουν την μέση ταχύτητα με ελάχιστα δεδομένα, αφού έχουν ενσωματωμένο λογισμικό για την επίλυση της εξίσωσης Navier-Stokes (εκφρασμένη σε στιγμιαία μεγέθη) όπως επίσης τα κατάλληλα πακέτα λογισμικού στατιστικής. Αυτό λοιπόν που πρέπει να ελεγχθεί είναι αν το όργανο μέτρησης διαθέτει τα κατάλληλα λογισμικά.

Είναι κάποια από τις απόψεις σωστές; Αν ναι ποια; Αιτιολογείστε την απάντησή σας, ενδεχομένως με την βοήθεια σκαριφήματος

Αναφέρετε και αναλύστε σύντομα τα κατά την γνώμη σας τα πιο σημαντικά λάθη τα οποία περιέχονται στις παραπάνω προτάσεις.

#### 4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

(0,75 Μονάδες)

Εξετάζουμε το θεωρητικό πρόβλημα της ροής ακίνητης σφαίρας η οποία βρίσκεται σε χώρο πολύ μεγάλων διαστάσεων ως προς το μέγεθος της και περιβάλλεται από ρευστό.

Παίρνοντας υπόψη σας ότι σε μεγάλη απόσταση ανάντη της σφαίρας το πεδίο ταχυτήτων μπορεί να θεωρηθεί σταθερό και ότι συνισταμένη ταχύτητας στην περιοχή αυτή συμβολίζεται με  $U$  και ότι χρησιμοποιούμε για τον αριθμό Reynolds τον ορισμό:

$$Re = \frac{UR}{\nu}$$

όπου R η ακτίνα της σφαίρας και  $\nu$  το κινηματικό ιξώδες, κατά την γνώμη σας ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι αληθείς:

4<sup>α</sup>) Για την περίπτωση μικρών αριθμών Reynolds ( $Re \ll 1$ ), οι όροι της εξίσωσης Navier Stokes οι οποίοι συμβολίζουν τις δυνάμεις αδρανείας μπορούν να θεωρηθούν αμελητέοι

4β) Για την περίπτωση μικρών αριθμών Reynolds ( $Re \ll 1$ ), οι όροι της εξίσωσης Navier Stokes οι οποίοι συμβολίζουν τις δυνάμεις ιξώδους μπορούν να θεωρηθούν αμελητέοι

4γ) Για την περίπτωση μικρών αριθμών Reynolds ( $Re \ll 1$ ), στην εξίσωση Navier Stokes δεν μπορούν να θεωρηθούν αμελητέοι ούτε οι όροι οι οποίοι συμβολίζουν τις δυνάμεις αδρανείας, ούτε οι όροι οι οποίοι συμβολίζουν τις δυνάμεις ιξώδους

4δ) Για την περίπτωση μεγάλων αριθμών Reynolds ( $Re \gg 1$ ), οι όροι της εξίσωσης Navier Stokes οι οποίοι συμβολίζουν τις δυνάμεις αδρανείας μπορούν να θεωρηθούν αμελητέοι

4<sup>ε</sup>) Για την περίπτωση μεγάλων αριθμών Reynolds ( $Re \gg 1$ ), οι όροι της εξίσωσης Navier Stokes οι οποίοι συμβολίζουν τις δυνάμεις ιξώδους μπορούν να θεωρηθούν αμελητέοι

4ζ) Για την περίπτωση μεγάλων αριθμών Reynolds ( $Re \gg 1$ ), στην εξίσωση Navier Stokes δεν μπορούν να θεωρηθούν αμελητέοι ούτε οι όροι οι οποίοι συμβολίζουν τις δυνάμεις αδρανείας, ούτε οι όροι οι οποίοι συμβολίζουν τις δυνάμεις ιξώδους

Το σύμβολο  $\ll$  σημαίνει περισσότερες τάξης μεγέθους μικρότερο από», ενώ το σύμβολο  $\gg$  σημαίνει περισσότερες τάξης μεγέθους μεγαλύτερο από»

Αιτιολογείστε σύντομα τις απαντήσεις σας, ενδεχομένως με την βοήθεια σκαριφημάτων. (απαιτείται μία απάντηση στις ερωτήσεις 4<sup>α</sup>-4γ,  $Re \ll 1$  και άλλη μία στις ερωτήσεις 4δ-4<sup>ε</sup>)

## 5<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

(1 μονάδα)

Σε περίπτωση πλημμυρικής παροχής στον ποταμό Κόσυνθο και εάν θέλουμε να υπολογίσουμε την δύναμη  $F_H$  η οποία ασκείται από την ροή σε έναν πυλώνα γέφυρας κυλινδρικού σχήματος ποια από τις παρακάτω προσεγγίσεις είναι ενδεδειγμένη:

-Είναι επιτρεπτό να αγνοήσουμε στην εξίσωση Navier-Stokes ή σε κάποια εξίσωση η οποία παράγεται από αυτήν, τους όρους οι οποίοι αντιστοιχούν στις δυνάμεις αδρανείας, ώστε να απλοποιήσουμε τους υπολογισμούς;

-Είναι επιτρεπτό να αγνοήσουμε στην εξίσωση Navier-Stokes ή σε κάποια εξίσωση η οποία παράγεται, από αυτήν τους όρους οι οποίοι αντιστοιχούν στις δυνάμεις ιξώδους ώστε να απλοποιήσουμε τους υπολογισμούς

-Δεν είναι επιτρεπτό να αγνοήσουμε στην εξίσωση Navier-Stokes ή σε κάποια εξίσωση η οποία παράγεται από αυτήν, ούτε τους όρους οι οποίοι αντιστοιχούν στις δυνάμεις ιξώδους ούτε τους όρους οι οποίοι αντιστοιχούν στις δυνάμεις αδρανείας

Αιτιολογείστε την απάντησή σας.

Για την περίπτωση κατά την οποία η διάρκεια του πλημμυρικού γεγονότος είναι αρκετά μεγάλη και οι συνθήκες τέτοιες ώστε η ροή να μπορεί να θεωρηθεί μακροσκοπικά μόνιμη, και εφόσον έχετε υπολογίσει με κάποιο εμπειρικό ή ημιεμπειρικό τύπο την μέση ταχύτητα μακριά από την γέφυρα, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για τον υπολογισμό της δύναμης  $F_H$  διαγράμματα τα οποία δίνουν τιμές του συντελεστή αντίστασης συναρτήσει του αριθμού Reynolds (βλέπε σχήμα 9.1.2, σελίδα 9.8 στο βιβλίο Ρευστομηχανική του Κωτσοβίνου.; )

*Πάρτε υπόψη σας ότι η γέφυρα έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε η Α.Σ.Υ. (Ανώτατη στάθμη ύδατος) είναι ένα μέτρο κάτω από το κατώτατο άκρο της γέφυρας.*

Αιτιολογείστε την απάντησή σας.

Η σαφήνεια και συντομία των απαντήσεων θα συνεκτιμηθεί κατά την αξιολόγηση του γραπτού

**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.**