

Υπολογιστική Ρευστομηχανική Μάρτιος 2005

1^η σειρά Θεμάτων

Τα θέματα θα υποβληθούν σε ηλεκτρονική μορφή. Επιτρέπεται η συνεργασία δύο ατόμων σε κάθε θέμα. Η γλώσσα προγραμματισμού πρέπει να είναι η FORTRAN, τουλάχιστον σε ένα θέμα. Όλα τα θέματα θα έχουν τη μορφή επιστημονικής εργασίας με συγκεκριμένη δομή, όπως: Περιγραφή του φαινομένου (εκ της βιβλιογραφίας), μαθηματικοποίηση προβλήματος, διακριτοποίηση, λογικό διάγραμμα-αλγόριθμος επίλυσης, το ίδιο το πρόγραμμα με αρκετά σχόλια, έλεγχος ανεξαρτησίας πλέγματος, παρουσίαση αποτελεσμάτων, κριτική αξιολόγηση αποτελεσμάτων, παραμετρική διερεύνηση, συμπεράσματα, βιβλιογραφία, σχήματα.

Η βαρύτητα στο βαθμό κάθε θέματος θα είναι 15% για το πρώτο θέμα, προσαυξανόμενη κατά 10% για τα υπόλοιπα. Υποχρεωτική η παράδοση ενός θέματος.

1. Να υπολογισθεί η ανάπτυξη του στρωτού οριακού στρώματος κατα μήκος επίπεδης πλάκας με
 - 1.1 επίλυση της εξίσωσης Blasius
 - 1.2 επίλυση της εξίσωσης οριακού στρώματος του Prandtl (κατόπιν μετασχηματισμό συντεταγμένων, όπως στο βιβλίο)
2. Να υπολογισθεί η διανομή της θερμοκρασίας και η θερμορροή προς το δωμάτιο κατά την διάρκεια 24 ωρών μιας ταράτσας με
 - Θερμική μόνωση
 - Χωρίς θερμική μόνωση(εσωτερική θερμοκρασία δωματίου, σταθερή 20° C)
3. Να υπολογισθεί η ταλάντωση εκκρεμούς σε μεγάλη γωνία αρχικής απόκλισης με μή γραμμική εξωτερική διέγερση . Να υπολογισθούν τα διαγράμματα φάσεων και η κλασματική διάσταση του χώρου των φάσεων (να γίνει διερεύνηση στο διαδίκτυο).
4. Να υπολογισθεί η διανομή θερμοκρασίας σε περύγια ψύξης και η συγκριτική τους αξιολόγηση για την ίδια την επιφάνεια (γραμμικά, παραβολικά , ελλειπτικά , ορθογωνικά)
5. Δοχείο (μονοδιάστατο) περιέχει νερό θερμοκρασίας 0° C . Ξαφνικά το ένα άκρο του τίθεται σε σταθερή θερμοκρασία -5° C, ενώ τα άλλο άκρο του παραμένει θερμικά μονωμένο. Να υπολογισθεί το πεδίο θερμοκρασιών μέσα στο δοχείο, η θέση του μετώπου του πάγου και η ταχύτητα κίνησης του (πρόβλημα Stefan. Θα επιλυθεί με μετασχηματισμό συντεταγμένων ή με επίλυση ενθαλπίας αντί θερμοκρασίας)
6. Να υπολογισθεί η μεταβολή της θερμοκρασίας μέσα σε ένα σφαιρικό σωματίδιο νερού που εξατμίζεται σε περιβάλλον υψηλής θερμοκρασίας καθώς και η διάμετρος της ως συνάρτηση του χρόνου
 - Δεχθείτε σχεδόν σταθερή προσέγγιση (αποσύζευξη θέρμανσης-εξάτμισης)
 - Να επιλυθεί ως πρόβλημα συζευγμένο Stefan (μετασχηματισμός συντεταγμένων)

7. Μια μεταλλική από χάλυβα καπνοδόχος θερμοηλεκτρικού σταθμού έχει ύψος 80 μέτρα, διάμετρο 5 μέτρα και πάχος ελάσματος 3 εκ. Να εξετασθεί η συμπεριφορά της σε σεισμό.

$$\left(\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + Ek^2 \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} = 0, \quad \text{u μετατόπιση, E μέτρο ελαστικότητας, } \rho \text{ πυκνότητα, } K \text{ ακτίνα αδράνειας}\right)$$

8. Η διανομή ταχύτητας σε δέσμη στρωτής ροής που εξέρχεται σε ακίνητο ρευστό υπακούει στην ακόλουθη διαφορική εξίσωση

$$\frac{d^3 f}{dn^3} + f \frac{df}{dn} + \left(\frac{df}{dn}\right)^2 = 0, \quad f(0) = 0, f'(0) = 0, f'(n) \rightarrow 0 \text{ για } n \rightarrow \infty$$

Να ευρεθεί η διανομή ταχυτήτων
(προηγουμένως να παρουσιασθεί αναλυτικά το φαινόμενο και να εξαχθεί η εξίσωση από τις εξισώσεις Navier-Stokes)

9. Ένα εκκρεμές Foucault διέπεται από τις ακόλουθες εξισώσεις

$$\ddot{x} - 2\omega \sin \varphi \dot{y} + k^2 x = 0$$

$$\ddot{y} + 2\omega \sin \varphi \dot{x} + k^2 y = 0$$

Όπου $x(t)$, $y(t)$ οι συντεταγμένες του άκρου του εκκρεμούς, φ το γεωγραφικό πλάτος του τόπου και $k^2 = g/l$ όπου l το μήκος του εκκρεμούς, με $\omega = 7,29 \cdot 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$
Να υπολογισθεί η τροχιά του άκρου του εκκρεμούς, η γωνία στροφής του επιπέδου ταλάντωσης με τον χρόνο και το διάγραμμα φάσεων για γεωγραφικό πλάτος $\varphi = 35^\circ$ βόρειο.