

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ  
ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 9 - ΖΩΓΡΑΦΟΥ  
157 80 ΑΘΗΝΑ  
ΤΗΛ. 210 772 3009, 772 3032 - FAX: 210 772 3025



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY  
OF ATHENS  
SCHOOL OF APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF PHYSICS  
ZOGRAFOU CAMPUS  
157 80 ATHENS - GREECE  
TEL. +30210 772 3009, 772 3032 - FAX: +30210 772 3025

## ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Ι Φεβρουάριος 2005

**Τενικές Οδηγίες:** Κάνετε logon στο λογαριασμό σας. Δημιουργήστε έναν υποκατάλογο Exam μέσα στον οποίο θα δουλεύετε κατά τη διάρκεια της εξέτασης. Κάθε οχεική διαδρομή (relative path) που αναφέρεται, είναι σε οχέον με αυτόν τον υποκατάλογο. Για κάθε θέμα θα δημιουργήσετε υποκαταλόγους 01,02, 03, 04 μέσα στον οποίον θα βρίσκονται όλα τα ζητούμενα αρχεία του θέματος. Οι απαντήσεις σε ερωτήσεις θα γράφονται σε αρχείο ASCII με όνομα NOTES στον αντίστοιχο υποκατάλογο. Θα πρέπει ο κώδικας και τα εκτελέσιμα αρχεία που χρησιμοποιήσατε να βρίσκονται στον αντίστοιχο υποκατάλογο.

Μπορείτε να έχετε οποιεσδήποτε οιμειώσεις/βιβλία καθώς και πρόσβαση στο διαδίκτυο. Απαγορεύεται κάθε είδους επικοινωνία μεταξύ σας ή με άλλους όσο διαρκεί η εξέταση. Όλα τα θέματα είναι βαθμολογικά ισοδύναμα. Καλη σπουδή!

1. Χρησιμοποιήστε το πρόγραμμα LinesOffForce.f για τον υπολογισμό των δυναμικών γραμμών ηλεκτρικού πεδίου δύο φορτίων  $q_1 = q_2 = 3$  που βρίσκονται στις θέσεις  $P_1(-5, 0)$ ,  $P_2(5, 0)$ 
  - (a) Δημιουργήστε αρχείο με τη γραφική παράσταση αντιρροσεντικών δυναμικών γραμμών και ισοδυναμικών επιφανειών.
  - (b) Δοκιμάστε τη δυναμική γραμμή που ξεκινά από το οικείο  $(0, 0)$ . Τι συμβαίνει; Μεταβάλλοντας τον κώδικα LinesOffForce.f, προσθέστε τον κατάλληλο κώδικα που ελέγχει τέτοιες παθολογίες. Το τελικό αποτέλεσμα θα το βάλλετε στο αρχείο LinesOffForce1.f
2. Να γράψετε πρόγραμμα σε Fortran το οποίο θα υπολογίζει την κινητική ενέργεια  $N$  ουματιδών μάζας  $m_i$  και ταχύτητας  $\vec{v}_i$   $i = 1, \dots, N$  που

κινούνται στο χώρο. Ο χρήστης θα παρέχει οαν είσοδο στο πρόγραμμα τα δεδομένα  $N$ ,  $m_i$ ,  $\vec{v}_i$  και το πρόγραμμα θα τυπώνει την κινητική ενέργεια στο standard ουτρπ και την κινητική ενέργεια και τα δεδομένα στο αρχείο out.dat. Το πρόγραμμα πρέπει να έχει σύντορα οχόλια. Τα δεδομένα πρέπει να τυπώνονται με αρκετή πληροφορία ώστε να είναι κατανοητά από χρήστη που τα διαβάζει. Το πρόγραμμα θα πρέπει να μεταγλωττίζεται και να τρέχει χωρίς λάθη. Το αρχείο του προγράμματος να ονομαστεί energy.f.

3. Σωμάτιο κινήται στο ομογενές πεδίο βαρύτητας της επιφάνειας της γης ( $\vec{g} = -9.81 \hat{y} \text{ m/s}^2$ ). Εκτοξεύεται από το οικείο  $O(0, 0)$  τη χρονική οτιγμή  $t_0 = 0$  με ταχύτητα  $v_{0x} = v_{0y} = 3\text{m/s}$  και κινήται μέσα σε υγρό για το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ότι η επιβράδυνση λόγω αντίστασης είναι  $\vec{a} = -k\vec{v}$ . Να μελετήσετε το σύστημα αριθμητικά ολοκληρώνοντας τις εξιούσιες κίνησης με την μέθοδο Runge-Kutta.
  - (a) Να προσδιοριστεί προσεγγιστικά η τιμή του  $k$  για την οποία το βεληνεκές της βολής είναι α) το μισό και β) το ένα τρίτο του βεληνεκούς της ελεύθερης βολής.
  - (b) Να γίνουν οι γραφικές παραστάσεις της τροχιάς  $(x, y)$  για  $y > 0$ , και των συναρτήσεων  $x(t)$ ,  $y(t)$  για  $0 < t < 1.5\text{s}$  για την ελεύθερη βολή και για τις τιμές του  $k$  που βρήκατε στο προηγούμενο υποερώτημα (σε κάθε γραφική παράσταση θα έχετε όλες τις τιμές του  $k$ ).
  - (c) Τι συμπεραίνετε για την κίνηση του ουρανίου όταν  $t \rightarrow \infty$ ;
4. Υπολογίστε την ενέργεια  $E_0$  της θεμελιώδους κατάστασης του αναρμονικού ταλαντωτή που υπολογίζεται στο πρόγραμμα anharmonic.f της 15ης διάλεξης για  $\lambda=1.3$ . Να κάνετε τη γραφική παράσταση  $E_0(1/N)$  έτοι ώστε να φαίνεται η σύγκλιση  $E_0(1/N) \rightarrow E_0$  καθώς  $N \rightarrow \infty$ . Σχολιάστε για ποιές τιμές  $N > N_0$  μπορείτε να θεωρήτε το αποτέλεσμα της αριθμητικής προσέγγισης ασφαλές για την ακρίβεια υπολογισμού που θα θέσετε. Ποιά περιμένετε να είναι ποιοτικά η εξάρτηση του  $N_0$  από το  $\lambda$  και από το ενεργειακό επίπεδο  $n$  το οποίο μελετάτε; Γιατί;