

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 **Σεπτέμβριος 2005**

Γενικές Οδηγίες: Κάνετε logon στο λογαριασμό σας. Δημιουργήστε έναν υποκατάλογο Exam μέσα στον οποίο θα δουλεύετε κατά τη διάρκεια της εξέτασης. Κάθε οχετική διαδρομή (relative path) που αναφέρεται, είναι σε οχέον με αυτόν τον υποκατάλογο. Για κάθε θέμα θα δημιουργήσετε υποκαταλόγους 01,02, 03, 04 μέσα στους οποίους 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 οποιεδήποτε 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 τεοσάρων φορτίων $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = 1$, που βρίσκονται στις θέσεις $P_1(-5, 1)$, $P_2(5, 1)$, $P_1(-5, -1)$, $P_2(5, -1)$. Δημιουργήστε αρχείο με τη γραφική παράσταση αντιπροσωπευτικών δυναμικών γραμμών και ιοδυναμικών επιφανειών.
2. Να γράψετε πρόγραμμα σε Fortran το οποίο θα υπολογίζει την ηλεκτροστατική δυναμική ενέργεια 4 ακίνητων φορτίων στο χώρο. Στην είσοδο ο χρήστης θα δίνει τις ουντεταγμένες στο χώρο και το φορτίο κάθε φορτίου και στην έξοδο θα τυπώνονται στο τερματικό οι πληροφορίες ειοόδου και η τιμή της ενέργειας με τις μονάδες της. Όλα τα φυσικά μεγέθη θα δίνονται σε μονάδες MKSA. Δίνεται $1/4\pi\epsilon_0 = 8.9874 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$. Το πρόγραμμα θα πρέπει να μεταγλωτίζεται και να τρέχει χωρίς λάθη. Το αρχείο του προγράμματος να ονομαστεί energy.f.

3. Σωμάτιο κινήται στο διδιάστατο επίπεδο υπό την επίδραση δύναμης $\vec{F}(\vec{r}) = -kr^2\hat{r}$. Να μελετήσετε το σύστημα αριθμητικά ολοκληρώνοντας τις εξιώσεις κίνησης με την μέθοδο Runge-Kutta. Στην είσοδο το πρόγραμμα θα δέχεται την τιμή της σταθεράς k και τις απαραίτητες αρχικές ουσιώδικες για $t = 0$. Στην έξοδο θα τυπώνεται στο τερματικό σε κάθε γραμμή οι τιμές $t, x, y, r, v_x, v_y, v, T, V, E, L_z$ των χρόνων, θέσεων, κινητικής/δυναμικής/μηχανικής ενέργειας και στροφορμής αντίστοιχα. Στα παρακάτω ερωτήματα επιλέξτε $k = 10 \text{ N/m}^2$.

- (a) Να προσδιοριστεί αριθμητικά η περίοδος T και να ουγκριθεί η τιμή της με την θεωρητικά αναμενόμενη.
- (b) Να γίνουν οι γραφικές παραστάσεις της τροχιάς (x, y) και των ουναρτήσεων $x(t), y(t), v_x(t), v_y(t)$ για $0 < t < T$.
- (c) Να εξετάσετε αριθμητικά αν ισχύει η διατήρηση της ενέργειας και της στροφορμής.

4. Υπολογίστε αριθμητικά την τιμή του ολοκληρώματος

$$I = \int_0^3 x \ln x \, dx$$

με ακρίβεια $\delta I/I \approx 10^{-4}$ με τη μέθοδο Simpson. Εξηγήστε πώς βεβαιωθήκατε για τη σύγκλιση της μεθόδου στην τιμή που υπολογίσατε. Για τον υπολογισμό αυτό χρησιμοποιήστε το ολοκλήρωμα

$$I(a) = \int_a^3 x \ln x \, dx$$

Βρήτε προσεγγιστικά τις τιμές $a_c(N)$ της παραμέτρου a για τις οποίες το I υπολογίζεται με ακρίβεια $\delta I/I \approx 10^{-4}$ για $N = 501, 1001, 10001$ ομιλία αντίστοιχα.