**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

**Εξέταση Σεπτεμβρίου 2008**

**Γενικές Οδηγίες:** Κάνετε logon στο λογαριασμό σας. Δημιουργήστε έναν υποκατάλογο ∼/Exam360809 μέσα στον οποίο θα δουλεύετε κατά τη διάρκεια της εξέτασης. Κάθε σχετική διαδρομή (relative path) που αναφέρεται, είναι σε σχέση με αυτόν τον υποκατάλογο. Για κάθε θέμα θα δημιουργήσετε υποκαταλόγους 01, 02, 03, ... μέσα στους οποίους θα βρίσκονται όλα τα ζητούμενα αρχεία του θέματος. Οι απαντήσεις σε ερωτήσεις θα γράφονται σε αρχείο ASCII (greeklish OK) με όνομα NOTES στον αντίστοιχο υποκατάλογο. Θα πρέπει ο κώδικας και τα εκτελέσιμα αρχεία που χρησιμοποιήσατε να βρίσκονται στον αντίστοιχο υποκατάλογο.

Αν θέλετε να σώσετε μια γραφική παράσταση μέσω του `gnuplot` οι εντολές αφου φτιάξετε ένα plot στο terminal είναι:

```
gnuplot> set term postscript
gnuplot> set out  "fileXX.ps"
gnuplot> replot
gnuplot> set out
gnuplot> set term x11
```

Μπορείτε να έχετε οποιεσδήποτε σημειώσεις/βιβλία καθώς και πρόσβαση στο διαδίκτυο. Απαγορεύεται κάθε είδους επικοινωνία μεταξύ σας ή με άλλους όσο διαρκεί η εξέταση.

Γράψτε το πρώτο θέμα και διαλέξτε δύο από τα θέματα 2–4. Ολα τα θέματα είναι βαθμολογικά ισοδύναμα. Καλη Επιτυχία!

1. Το μαγνητικό πεδίο ενός μαγνητικού τετράπολου δίνεται από τη σχέση:

$$B_r(r,\theta) = K\frac{(3\cos^2\theta - 1)}{r^4} \qquad B_\theta(r,\theta) = 2K\frac{\sin\theta\cos\theta}{r^4}$$

όπου η σταθερά $K = \mu_0 \mathrm{T}/(4\pi)$ (T είναι η τετραπολική μαγνητική ροπή). Να γράψετε πρόγραμμα στο οποίο στην είσοδο ο χρήστης να δίνει τη σταθερά $K$, τα όρια των μεταβλητών $r$ και $\theta$ καθώς και τα βήματα υπολογισμού (ή αριθμό βημάτων) στα $r$ και $\theta$. Στην έξοδο το πρόγραμμα θα τυπώνει σε κάθε γραμμή τα $r$, $\theta$, $B_r(r,\theta)$ και $B_\theta(r,\theta)$. Το πρόγραμμα θα ελέγχει αν ο χρήστης παρέχει επιτρεπτές τιμές για τα $r$ και $\theta$.

Εσείς πάρτε $K = 10^{-7} Tm^4$ και κάντε τη γραφική παράσταση των $B_r(r,\theta)$ και $B_\theta(r,\theta)$ για $0.1 < r < 0.25\mathrm{m}$, $-\pi < \theta < \pi$.

2. Μελετήστε το ηλεκτροστατικό δυναμικό της διάταξης του Σχ. 1.1 των σημειώσεων για $L = 121$, $V_1 = 200$ και $V_2 = -300$. Επαναλάβατε για $V_2 = 0$. Φτιάξτε τη γραφική παράσταση και εκτιμήστε τις τιμές του δυναμικού στις (τοπικά) ακρότατες τιμές του (αν υπάρχουν) καθώς και την τιμή του δυναμικού στο σημείο $(0,0)$. Βεβαιωθήτε πως τα αποτελέσματά σας είναι σταθερά σε σχέση με τις παραμέτρους ολοκλήρωσης που επιλέξατε.

3. Τρία σημειακά φορτία $q_1 = q_2 = 1$, $q_3 = 4$ τοποθετούνται στις θέσεις $(-1,-1)$, $(1,-1)$ και $(0,3)$ αντίστοιχα. Φτιάξτε ένα διάγραμμα με αντιπροσωπευτικές ισοδυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου στο τετράγωνο $|x| < 10$ και $|y| < 10$. (Οι μονάδες φορτίου και απόστασης λαμβάνονται έτσι ώστε $1/(4\pi\epsilon_0) = 1$. Θυμίζεται πως οι ισοδυναμικές γραμμές είναι πυκνότερες όπου το ηλ. πεδίο είναι ισχυρότερο).

4. Υπολογίστε την ενέργεια $E_2$ του αναρμονικού ταλαντωτή που υπολογίζεται στο πρόγραμμα anharmonic.f για λ=0.75. Να κάνετε τη γραφική παράσταση $E_2(1/N)$ έτσι ώστε να φαίνεται η σύγκλιση $E_2(1/N) \to E_2$ καθώς $N \to \infty$. Σχολιάστε για ποιές τιμές $N > \mathrm{N}_0$ 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 λ και από το ενεργειακό επίπεδο $n$ το οποίο μελετάτε; Γιατί;