

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ

Κ. Αναγνωστόπουλος Π. Πασιπουλαρίδης Κ. Σιέττος

ΟΔΗΓΙΕΣ:

Γράψτε το (ένα) θέμα που σας δίνεται παρακάτω. Δημιουργήστε κατάλογο στην προσωπική σας περιοχή με όνομα **EXAM** (προσοχή: **όλα κεφαλαία!**). Εκεί μέσα θα βρίσκονται όλα τα σχετικά αρχεία του αντίστοιχου θέματος: Προγράμματα, γραφικές παραστάσεις, αρχεία δεδομένων κλπ. Μέσα στον κατάλογο αυτό θα βρίσκεται αρχείο με όνομα **NOTES** στο οποίο θα δίνετε τις αναγκαίες επεξηγήσεις για τα θέματα που λύνετε (μπορείτε να γράφετε σε greeklish). Επιτρέπεται η χρήση των σημειώσεών σας και η πρόσβαση στις ιστοσελίδες του μαθήματος. Κάθε άλλη αντιγραφή ή επικοινωνία κάνει την εξετάσή σας άκυρη και μηδενίζεστε.

Το συνοδευτικό λογισμικό του 1ου τόμου, εκτός από τη γνωστή του θέση στην ιστοσελίδα, μπορεί να κατέβει και με την εντολή
> wget http://www.physics.ntua.gr/pm.zip

Οι γραφικές παραστάσεις μπορούν να αποθηκευτούν σε αρχεία τύπου jpeg, pdf, postscript, eps, gif, png. Σχετικό παράδειγμα δίνεται από τις παρακάτω εντολές στο gnuplot:

```
gnuplot> plot x, x*2  
gnuplot> set terminal postscript color  
gnuplot> set output "graph.ps"  
gnuplot> replot  
gnuplot> set output  
gnuplot> set term wxt  
gnuplot> ! evince graph.ps
```

Προσοχή: τα αρχεία που θα συλλέξουμε είναι **μόνο** τα αρχεία που θα βάλετε στον κατάλογο ~/EXAM Οποιοδήποτε άλλο αρχείο είναι πιθανό να χαθεί μετά το τέλος των εξετάσεων.

Μη επιτυχημένη υποβολή σύμφωνα με αυτή τη διαδικασία είναι ισοδύναμη με μη παράδοση γραπτού σε συμβατικές εξετάσεις.

Όταν τελειώσετε να γράφετε, κάνετε αποσύνδεση χρήστη (logout) - όχι αλλαγή χρήστη ή shutdown.

Η εξέταση διαρκεί **1 ώρα και 45 λεπτά**

ΘΕΜΑ 10

Η εξέλιξη ενός πληθυσμού δίνεται από την ακόλουθη διακριτή σχέση

$$x_{k+1} = x_k e^{-r(1-x_k)}$$

A. Γράψτε ένα πρόγραμμα fortran το οποίο θα το ονομάσετε **rmapnewton.f** που θα βρίσκει τα σημεία ισοροπίας της παραπάνω απεικόνισης με την επαναληπτική μέθοδο Newton-Raphson και θα γράφει το αποτέλεσμα της κάθε επανάληψης σε ένα αρχείο το οποίο θα το ονομάσετε **resnewton.txt**

Βρείτε τα σημεία ισοροπίας με την μέθοδο Newton-Raphson με σφάλμα σύγκλισης $1.E-06$ για $r=-1.5$. Χρησιμοποιήστε ως αρχική συνθήκη την $x_0=0.8$.

Γράψτε στο **resnewton.txt** τα εξής: i,x,error όπου

i= ο τρέχων αριθμός της επανάληψης της μεθόδου Newton-Raphson

x= είναι η τρέχουσα λύση κατά την τρέχουσα επανάληψη

error= το σφάλμα κατά την τρέχουσα επανάληψη

B. Γράψτε ένα πρόγραμμα fortran που θα βρίσκει την εξέλιξη της παραπάνω εξίσωσης στον διακριτό χρόνο για διαφορετικές τιμές της παραμέτρου r και θα καταγράφει την επανάληψη i και την τιμή της μεταβλητής x(i) σε αρχείο. Ονομάστε το πρόγραμμα fortran **rmap.f** και το αρχείο που θα καταγράφονται τα αποτελέσματα **resmap.txt**.

Γ. Θέτοντας αρχική συνθήκη $x_0=0.1$:

(i) βρείτε για ποια τιμή του r ($r < -1.5$) αρχίζει το σύστημα να ταλαντώνεται με απλή περίοδο 2.

Καταγράψτε μια χαρακτηριστική τροχιά με περίοδο 2 στο αρχείο **resmap2.txt**

(ii) βρείτε για ποια τιμή του r αρχίζει το σύστημα να ταλαντώνεται με περίοδο 4. Καταγράψτε μια χαρακτηριστική τροχιά με περίοδο 4 στο αρχείο **resmap4.txt**

ΘΕΜΑ 11

Σωματίο περιορίζεται να κινείται μέσα σε τετράγωνο που ορίζεται από τις κορυφές A(1,1), B(-1,1), Γ(-1,-1), Δ(1,-1). Τη χρονική στιγμή $t=0$ βρίσκεται στη θέση $\vec{r} = 0.5\hat{x} + 0.5\hat{y}$ και κινείται με ταχύτητα $\vec{v} = -0.5\hat{y} + 0.707\hat{y}$.

1. Να γράψετε πρόγραμμα σε fortran που να υπολογίζει τη θέση και την ταχύτητα από τη χρονική στιγμή $t=0$ μέχρι χρόνο με βήμα χρόνου που θα προσδιορίζει ο χρήστης. Τα δεδομένα (t,x,y,v_x,v_y) θα αποθηκεύονται στο αρχείο **box.dat**. Όταν το πρόγραμμα τελειώνει θα τυπώνει στο stdout (στην οθόνη) πόσες φορές το σωματίο συγκρούστηκε ελαστικά με τις πλευρές AB, ΒΓ, ΓΔ, ΑΔ. Να τρέξετε το πρόγραμμα για $t_f = 20$ με $\delta t = 0.002$
2. Να κάνετε τα **διαγράμματα t-x, t-y** και να τα αποθηκεύσετε σε ένα αρχείο **position.ps**. Ομοίως τα **διαγράμματα t-v_x και t-v_y** να τα αποθηκεύσετε στο **αρχείο velocity.ps**. Τέλος να κάνετε το **διαγραμμα της τροχιάς x-y** και να το αποθηκεύσετε στο αρχείο **troxia.ps**

3. Να δώσετε τη θέση και ταχύτητα του σωματίου για $t=10$ και $t=20$ με ακρίβεια 4 δεκαδικών ψηφίων, καθώς και τον αριθμό κρούσεων με κάθε τοίχωμα όταν $t=20$.
4. Να σχεδιάσετε το **διάγραμμα στροφορμής** ανά μονάδα μάζας-χρόνου. Να αποθηκευτεί στο αρχείο **stroformi.ps**. Δίνεται $\vec{L} / m = (x v_y - y v_x) \hat{z}$

ΘΕΜΑ 12

Θεωρείστε δύο είδη που ανταγωνίζονται για το ίδιο είδος τροφής. Έστω ότι τα μεγέθη των δύο πληθυσμών στον χρόνο t παριστάνονται από τις μεταβλητές $x(t)$ και $y(t)$. Έστω ότι η δυναμική της εξέλιξης του μεγέθους των πληθυσμών στον χρόνο μπορεί να μοντελοποιηθεί από το εξής σύστημα εξισώσεων:

$$\frac{dx(t)}{dt} = 2x - 0.5xy$$

$$\frac{dy(t)}{dt} = 0.25xy - 0.6y$$

1. Γράψτε ένα πρόγραμμα fortran για την χρονική ολοκλήρωση των παραπάνω εξισώσεων με την μέθοδο Euler. Το πρόγραμμα θα πρέπει να γράφει σε ένα αρχείο τα εξής: $t, x(t), y(t)$ για κάθε αρχική συνθήκη που θα του δίνετε. Ονομάστε το πρόγραμμα **competition.f**
2. Τρέξτε το πρόγραμμα για αρχικές συνθήκες $x(t=0)=1, y(t=0)=1$ και για τελικό χρόνο $tend=20$. Πόσο μικρό θα πρέπει να γίνει το βήμα ολοκλήρωσης dt για να πετύχουμε «σύγκλιση» της λύσης? Χρησιμοποιείστε για $dt=10^{-n}$, $n=1,2,3,4$. Για την εξήγησή σας ανοίξτε ένα αρχείο το οποίο θα ονομάσετε **NOTES** και εκεί θα δικαιολογήσετε **τεκμηριωμένα** την επιλογή σας.
3. Αφού έχετε βρει το κατάλληλο dt , βρείτε την περίοδο της ταλάντωσης καθώς και τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές για τα x, y . Γράψτε την απάντησή σας **τεκμηριωμένα** μέσα στο αρχείο **NOTES**. Δημιουργήστε ένα αρχείο αποτελεσμάτων στα οποία θα καταγραφούν οι τροχιές $t, x(t), y(t)$ και ονομάστε το αρχείο **resultscomp1.txt**.
4. Δημιουργήστε την αντίστοιχη γραφική παράσταση $(t, x(t))$. Ονομάστε την γραφική παράσταση **graphcomp1.ps**
5. Αντικαταστήστε την δεύτερη διαφορική εξίσωση με την $\frac{dy(t)}{dt} = 0.25xy - 0.6y - y^2$
6. Τρέξτε ξανά το πρόγραμμα αρχίζοντας από τις ίδιες αρχικές συνθήκες με το ίδιο dt . Δημιουργήστε ένα αρχείο αποτελεσμάτων στα οποία θα καταγραφούν οι τροχιές $t, x(t), y(t)$ και ονομάστε το αρχείο **resultscomp2.txt**. Σε ποιες τιμές καταλήγει το σύστημα? Γράψτε την απάντησή σας μέσα στο αρχείο **NOTES**

ΣΗΜΕΙΩΣΗ ΠΡΟΣ ΤΟΥΣ ΦΟΙΤΗΤΕΣ

Τα θέματα που δίνονται παρακάτω είναι ενδεικτικά αυτών που θα ζητηθούν στην τελική εξέταση. Σε κάθε ομάδα θα ζητηθεί να αναπτύξει μέσα σε 1 ώρα και 45 λεπτά ένα θέμα ανάλογου επιπέδου. Η εξέταση θα γίνει μπροστά στους υπολογιστές των αιθουσών που διδάσκεστε και θα βγει πρόγραμμα κατανομής τη Δευτέρα 14/6, όπου καθένας θα πρέπει να παρουσιαστεί στην αναφερόμενη αίθουσα και χρόνο που θα έχει προσδιοριστεί από την