

## ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ Ι :

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ C++

#### Θέματα Εξετάσεων Σεπτεμβρίου 2006

1. (α) Ένα ορισμένο ολοκλήρωμα στο διάστημα  $[a : b]$ , μιας συνεχούς συνάρτησης μιας μεταβλητής μπορεί να υπολογιστεί προσεγγιστικά με τη μέθοδο Simpson. Σύμφωνα με αυτήν, χωρίζουμε το  $[a : b]$  σε  $2k$  ίσα τμήματα, όπου  $k$  ακέραιος αριθμός της επιλογής μας (εξαρτώμενος από την ακρίβεια που θέλουμε να επιτύχουμε). Επομένως, έχουμε επιλέξει στο εσωτερικό του διαστήματος  $2k - 1$  ισαπέχοντα σημεία (και έχουμε μαζί με τα άκρα  $2k + 1$  σημεία). Τότε, το ολοκλήρωμα δίνεται προσεγγιστικά από τη σχέση

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{3} \left( f_0 + f_{2k} + 4 \sum_{j=1}^k f_{2j-1} + 2 \sum_{j=1}^{k-1} f_{2j} \right),$$

όπου  $b - a = 2kh$ ,  $f_i = f(a + ih)$ .

Γράψτε συνάρτηση C++ η οποία να υπολογίζει το ορισμένο ολοκλήρωμα μιας μαθηματικής συνάρτησης  $f(x)$  σε κάποιο διάστημα  $[a : b]$ . Η  $f(x)$  θα δίνεται σε μορφή μονοδιάστατου πίνακα με  $N$  στοιχεία, τα οποία θα είναι οι τιμές της σε ισάριθμα ισαπέχοντα σημεία στο διάστημα  $[a : b]$ . Η συνάρτηση της C++ θα ελέγχει αν το  $N$  είναι περιττός αριθμός προτού προχωρήσει στον υπολογισμό. Σε αντίθετη περίπτωση θα τυπώνει κατάλληλο μήνυμα λάθους. Ως ορίσματα θα δέχεται τον πίνακα και τα όρια ολοκλήρωσης ενώ θα επιστρέφει την τιμή του ολοκληρώματος.

- (β) Δημιουργήστε έναν πίνακα με 12 ισαπέχουσες τιμές της συνάρτησης  $f(x) = x(x^2 + 5 \sin(x))$  στο διάστημα  $[-5 : 5]$  και χρησιμοποιήστε την παραπάνω ρουτίνα για να προσδιορίσετε και να εκτυπώσετε με 9 σημαντικά ψηφία το ολοκλήρωμα. Τι σφάλμα έχετε ως προς την ακριβή τιμή  $[10 \sin(5) - 50 \cos(5)]$ ;
2. (α) Γράψτε υποπρόγραμμα που να αναζητεί μια συγκεκριμένη τιμή σε μονοδιάστατο πίνακα οποιουδήποτε τύπου. Το υποπρόγραμμα θα δέχεται ως ορίσματα τον πίνακα και τη ζητούμενη τιμή και θα επιστρέφει τη **θέση** του πρώτου στοιχείου που έχει τιμή ίση με τη ζητούμενη ή  $-1$  αν αυτή δε βρεθεί.
- (β) Γράψτε υποπρόγραμμα που να υπολογίζει το πλήθος των στοιχείων ενός μονοδιάστατου πίνακα που είναι κατ' απόλυτη τιμή μεγαλύτερα από μια δεδομένη τιμή. Το υποπρόγραμμα θα δέχεται ως ορίσματα τον πίνακα και τη συγκεκριμένη τιμή και θα επιστρέφει το ζητούμενο πλήθος.
- (γ) Το αρχείο mdint περιέχει ένα πλήθος ακεραίων αριθμών, σε ξεχωριστή γραμμή ο καθένας. Δημιουργήστε ένα πίνακα κατάλληλου τύπου και μεγέθους και εισάγετε τα στοιχεία σε αυτόν από το αρχείο. Κατόπιν, αναζητήστε τους αριθμούς 10856 και 10576 σε αυτόν και τυπώστε

τις θέσεις τους. Επίσης, τυπώστε το πλήθος των στοιχείων που είναι μεγαλύτερα από το 1222.

3. Γράψτε συνάρτηση της C++ που να υπολογίζει την τιμή των πολυωνύμων Hermite,  $H_n(x)$ . Τα πολυώνυμα αυτά δίνονται από την αναδρομική σχέση:

$$H_{n+1}(x) - 2xH_n(x) + 2nH_{n-1}(x) = 0$$

με  $H_0(x) = 1$ ,  $H_1(x) = 2x$ .

Η κβαντομηχανική αντιμετώπιση του μονοδιάστατου αρμονικού ταλαντωτή (μάζα  $m$  σε δυναμικό  $V = kx^2/2$ ) καταλήγει στις ιδιοσυναρτήσεις (χωρικό τμήμα)

$$\psi_n(y) = \sqrt{\frac{1}{2^n n! \sqrt{\pi}}} H_n(y) e^{-y^2/2},$$

όπου  $y = x\sqrt{\sqrt{km}/\hbar}$ .

Να τυπώσετε στο αρχείο "harmonic.dat" τις τιμές της πυκνότητας πιθανότητας ( $\psi\psi^*$ ) για  $n = 5$  σε 60 ισαπέχοντα σημεία  $x$  στο διάστημα  $[-6 : 6]$ , μαζί με τα αντίστοιχα σημεία  $x$  (δηλαδή το αρχείο θα περιέχει δύο στήλες,  $x$  και  $\psi\psi^*$ ).