
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΦΥΣ 140 Εισαγωγή στην Επιστημονική Χρήση Υπολογιστών
Χειμερινό Εξάμηνο 2023

Ενδιάμεση Εξέταση

18 Οκτωβρίου 2023

Όνομα: _____ Επώνυμο: _____

Ταυτότητα: _____ Βαθμολογία: _____

Παρακαλώ διαβάστε προσεκτικά τις παρακάτω οδηγίες:

- Ο χρόνος εξέτασης είναι 150 λεπτά και ο συνολικός αριθμός μονάδων είναι 100.
- Η εξέταση αποτελείται από δύο τμήματα, από 40 και 60 μονάδες αντίστοιχα. Απαντήστε σε όλες τις ερωτήσεις. Χρησιμοποιήστε μόνο τις σελίδες που σας δίνονται.
- Στο πρώτο μέρος της εξέτασης, διάρκειας 40 λεπτών, θα πρέπει να απαντήσετε γραπτώς, χωρίς τη χρήση υπολογιστών ή σημειώσεων, στα ερωτήματα που σας δίνονται. Στο τέλος του 40-λεπτου θα επιστρέψετε το πρώτο τμήμα της εξέτασης που σας δόθηκε. Αν τελειώσετε το πρώτο μέρος νωρίτερα μπορείτε να ξεκινήσετε το δεύτερο μέρος της εξέτασης.
- Στο δεύτερο μέρος της εξέτασης θα πρέπει να γράψετε στον υπολογιστή τα προγράμματα για τα προβλήματα που σας δίνονται. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μόνο ό,τι υλικό υπάρχει στην **ιστοσελίδα** του μαθήματος (σημειώσεις διαλέξεων, εργαστηρίου, και κατ' οίκον).
- Απαγορεύεται αυστηρά η χρήση κινητών.
- Η χρήση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου καθ' όλη τη διάρκεια της εξέτασης απαγορεύεται.
- Στο τέλος της εξέτασης θα πρέπει να στείλετε τα αρχεία σας με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο στη διεύθυνση **fotis@ucy.ac.cy**. Θα σας δοθεί επιπλέον χρόνος για τη διαδικασία αυτή.
- Εάν έχετε κάποια απορία σηκώστε το χέρι σας και περιμένετε να σας δοθούν οδηγίες.
- Μη γυρίσετε σελίδα έως ότου σας ζητηθεί.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!

Μέρος Πρώτο

Ερώτηση 1 Ποιο θα είναι το αποτέλεσμα των εντολών print στα παρακάτω:

(α) (2 Μονάδες)

```
#!/usr/bin/python3
fruits = ["apple", "cherry", "fig", "kiwi"]
fruits.pop(2)
print(fruits)
```

(β) (2 Μονάδες)

```
#!/usr/bin/python3
x = 20
for i in range(0, x+1, 4):
    print(i-x)
```

(γ) (2 Μονάδες)

```
#!/usr/bin/python3
text = "Hello, World!"
print(text[::-1])
print(text[-6:-1:1])
```

Ερώτηση 1 συνεχίζεται...

(δ) (2 Μονάδες)

```
#!/usr/bin/python3
W = [1 if c == "x" else 0 for c in ["x", "y", "z"] ]
print(W)
```

(ε) (2 Μονάδες)

```
#!/usr/bin/python3
a, b, c, d = 10, 2, 6, 3

a %= b
b *= d
c /= b
d //= 3
print(a, ",", b, ",", c, ",", d)
```

(ζ) (2 Μονάδες)

```
#!/usr/bin/python3
A = [16, 18]
B = [ 2,  3]
del B[0]
print(A+B)
```

Ερώτηση 1 συνεχίζεται...

(η) (2 Μονάδες)

```
#!/usr/bin/python3
word = ""
step = -1
myList= ["A", "2", "C", "4", "E"]
count = len(myList)-1

while count >=0:
    word += "%s/" % ( myList[count] )
    count+= step
print(word)
```

(θ) (2 Μονάδες)

```
#!/usr/bin/python3
def double(x):
    return x * 2

def triple(y):
    return 3 * y

def decrement(z):
    return z - 1

print( triple ( double( decrement(3) ) ) )
```

Ερώτηση 1 συνεχίζεται...

(ι) (2 Μονάδες)

```
#!/usr/bin/python3
sigmaX = [ ["0", "1"], ["1", "0"] ]
sigmaY = [ ["0", "-i"], ["i", "0"] ]
sigmaZ = [ ["1", "0"], ["0", "-1"] ]
sigmas = []
sigmas.append(sigmaX)
sigmas.append(sigmaY)
sigmas.append(sigmaZ)
for row in sigmas[1]:
    print(row)
```

(κ) (2 Μονάδες)

```
#!/usr/bin/python3
name = "Albert Einstein"
index = name.find(" ")
for x in range(0, len(name), 1):
    if x < index:
        print(x, name[x].upper())
    elif x == index:
        print("")
    else:
        print(x, name[x].lower())
```

Ερώτηση 2 Πόσα λάθη υπάρχουν στα ακόλουθα τμήματα κώδικα; Δώστε τον αριθμό γραμμής στα αριστερά του κώδικα, καθώς και μία επεξήγηση για το συμπέρασμά σας:

(α) (4 Μονάδες)

```
1  #!/usr/bin/python3
2  def writeFile(fName):
3      w = open(fName, 'r')
4      w.write("Hello World!")
5      w.close()
6
7  def printFile(fName):
8      with open(fName, 'r') as f:
9          for line in fName:
10             print(line, end='\n')
11             f.close()
12
13  fileName = 'example.txt'
14  writeFile(fileName)
15  printFile(fileName)
```

(β) (4 Μονάδες)

```
1  #!/usr/bin/python3
2  while True:
3      try:
4          myInput = input("Enter a number or 'q' to quit: ")
5          if myInput == 'q':
6              print("Quitting program")
7              break
8          else:
9              num = float(myInput)
10             for myPow in range(10):
11                 print(num, "**", myPow, "=", num ** myPow)
12                 break
13             except:
14                 print("Invalid input. Enter a number or 'q' to quit: ")
```

Ερώτηση 2 συνεχίζεται...

(γ) (4 Μονάδες)

```
1 #!/usr/bin/python3
2 myString = "name"
3
4 # Check and make sure that the first letter in myString is upper case
5 if not myString[0].isupper():
6     myString[0].upper() + myString[1:]
7
8 print myString
```

(δ) (4 Μονάδες)

```
1 #!/usr/bin/python3
2 getLength(o):
3     return len(o)
4
5 firstList = 'orange-lemon', 'apple-banana-cherry', 'kiwi-mango'
6 secondList = [ x.split("-") for x in firstList]
7 thirdList = map(getLength, secondList)
8
9 # Print the lists
10 for i in ( len(secondList) ):
11     print("List %s has %d entries" % (secondList[i], thirdList[i]) )
```

Ερώτηση 2 συνεχίζεται . .

(ε) (4 Μονάδες)

```
1 #!/usr/bin/python3
2 def getPower(base, exponent):
3     base    = 2
4     result  = base ^ exponent
5     return  result
6
7 x, y = 2 3
8 res = getPower(x, y)
9 print("The result of x^y is " + res )
```

Μέρος Δεύτερο

Στο δεύτερο μέρος της εξέτασης θα πρέπει να γράψετε στον υπολογιστή τα προγράμματα για τα τρία προβλήματα που σας δίνονται.

Δημιουργήστε ένα υποκατάλογο εν ονόματι **midterm** στον οποίο θα δουλέψετε τις ασκήσεις. Πρέπει να απαντήσετε σε όλα τα προβλήματα που σας δίνονται.

Στο τέλος της εξέτασης, θα έχετε επιπλέον χρόνο για να δημιουργήσετε ένα αρχείο τύπου tar με όλα τα αρχεία που έχετε δημιουργήσει. Το αρχείο τύπου tar θα πρέπει να έχει όνομα με τη μορφή **<username>_midterm.tgz** όπου <username> το όνομα χρήστη που χρησιμοποιείτε στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο στο πανεπιστήμιο.

Το αρχείο αυτό θα το στείλετε με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο στη διεύθυνση **fotis@ucy.ac.cy**.

Όνομα: _____

Επώνυμο: _____

Ταυτότητα: _____

Βαθμολογία: _____

Ερώτηση 3 Η εξίσωση Σρέντινγκερ (Schrödinger) είναι μία διαφορική εξίσωση που περιγράφει τη χρονική και χωρική εξάρτηση κβαντομηχανικών συστημάτων. Το πιο απλό κβαντομηχανικό πρόβλημα σε τρεις διαστάσεις είναι αυτό ενός σωματιδίου μάζας m παγιδευμένου σε κουτί όγκου $L_x \times L_y \times L_z$. Η λύση της εξίσωσης δείχνει πως οι επιτρεπτές ενέργειες του σωματιδίου σε ένα τέτοιο κουτί δίνονται από τη σχέση:

$$E_{n_x, n_y, n_z} = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m} \left(\frac{n_x^2}{L_x^2} + \frac{n_y^2}{L_y^2} + \frac{n_z^2}{L_z^2} \right) \quad (1)$$

και χαρακτηρίζονται από τους ακέραιους αριθμούς n_x , n_y , και n_z που εκφράζουν την κβάντωση της ενέργειας. Εάν μία ενεργειακή στάθμη αντιστοιχεί σε περισσότερες από μία καταστάσεις τότε λέγεται πως έχουμε εκφυλισμό που πηγάζει από την συμμετρία του συστήματος.

(α) (8 Μονάδες) Ορίστε μια συνάρτηση Python εν ονόματι **getEnergy** που δέχεται ως όρισμα τους κβαντικούς αριθμούς (n_x , n_y , n_z) και τις διαστάσεις του κουτιού (L_x , L_y , L_z) και επιστρέφει την ενέργεια σε μονάδες ηλεκτρονιοβόλτ (eV) όπου $1\text{eV} = 1.60219 \times 10^{-19}\text{J}$. Θεωρείστε ότι $\hbar = 6.05 \times 10^{-34}\text{J s}$ και πως το σωματίδιο έχει μάζα $m = 9.11 \times 10^{-31}\text{kg}$.

(β) (8 Μονάδες) Γράψτε ένα πρόγραμμα Python που καλεί τη συνάρτηση **getEnergy** για να υπολογίσει τις επιτρεπτές ενέργειες για τους κβαντικούς αριθμούς $n_x, n_y, n_z \in [1, 3]$ για ένα κουτί με διαστάσεις $L_x = 1\text{m}$, $L_y = 2L_x$ και $L_z = 4L_y$. Σημειώστε πως για τις τιμές που σας δίνονται για n_x , n_y , και n_z , για κάθε τιμή του n_x υπάρχουν 6 δυνατοί συνδυασμοί κβαντικών αριθμών (π.χ. για $n_x = 1$ έχουμε $n_y = 1$ και $n_z = 1$, $n_y = 1$ και $n_z = 2$, $n_y = 2$ και $n_z = 1 \dots$). Για κάθε συνδυασμό κβαντικών αριθμών να φυλάγετε σε διαφορετική λίστα τις ακόλουθες ποσότητες:

- τους κβαντικούς αριθμούς n_x , n_y , και n_z
- τον κβαντικό αριθμό $n^2 = n_x^2 + n_y^2 + n_z^2$
- την ενέργεια E_{n_x, n_y, n_z}

(γ) (4 Μονάδες) Επεκτείνετε το πρόγραμμά σας ώστε να αποθηκεύει το περιεχόμενο των λιστών και τον βαθμό εκφυλισμού (degeneracy) κάθε ενεργειακής στάθμης τους συστήματος σε ένα αρχείο με το όνομα degeneracy.dat. Εκφυλισμός σημαίνει ότι σε μία ενεργειακή στάθμη αντιστοιχούν περισσότερες από μία καταστάσεις. Για παράδειγμα, εάν υπάρχουν τρεις διαφορετικοί συνδυασμοί κβαντικών αριθμών που έχουν την ίδια ενέργεια E τότε το ενεργειακό επίπεδο είναι τριπλά εκφυλισμένο (degeneracy=3). **Σημείωση:** Αυτό μπορεί να γίνει εύκολα με τη χρήση κατάλληλης συνάρτησης σε μεταβλητή τύπου λίστας.

Ερώτηση 4 Ένα αρχείο με το όνομα **data.txt** περιέχει τρεις στήλες με αριθμούς. Οι πρώτες δύο στήλες αντιστοιχούν στις συντεταγμένες x και y μιας καμπύλης, ενώ η τρίτη στήλη περιέχει εκτιμήσεις της αβεβαιότητας της τιμής του y . Δεν υπάρχει τιμή στην τρίτη στήλη αν δεν έχει υπολογιστεί η αβεβαιότητα της αντίστοιχης τιμής του y . Το αρχείο μοιάζει ως ακολούθως:

```
# Density of air versus temperature
# Column 1: temperature in Celsius degrees
# Column 2: density in kg/m^3
-10      1.341
-5       1.316      0.1561
0        1.293      0.1832
5        1.269
10       1.247
15       1.225      0.2135
20       1.204
25       1.184      0.2553
30       1.164      0.2941
#Source: Wikipedia
```

Οι γραμμές που ξεκινούν με `#` αποτελούν σχόλια. Δεν επιτρέπονται κενές γραμμές στο αρχείο. Η πρώτη στήλη περιέχει θερμοκρασίες, και η δεύτερη στήλη περιέχει τις αντίστοιχες πυκνότητες αέρα.

(α) (5 Μονάδες) Θα πρέπει να διαβάσετε τις τιμές από το αρχείο χρησιμοποιώντας κατάλληλο κώδικα γραμμένο στη γλώσσα προγραμματισμού Python και να μετατρέψετε τη θερμοκρασία από βαθμούς Κελσίου σε βαθμούς Fahrenheit. Η σχέση που συνδέει τους βαθμούς Fahrenheit (F) και Κελσίου (C) είναι:

$$F = 1.8 C + 32 \quad (2)$$

(β) (5 Μονάδες) Θα πρέπει να κάνετε το γράφημα της πυκνότητας στον y -άξονα ως προς την θερμοκρασία στο x -άξονα χρησιμοποιώντας όσα έχετε μάθε στις πρώτες 2 εργασίες. Το σημείο του γραφήματος θα πρέπει να συνδέονται με μια κόκκινη συνεχή γραμμή.

(γ) (5 Μονάδες) Επεκτείνετε το προηγούμενο πρόγραμμα, και κάντε το γράφημα της μεταβολής του σφάλματος συναρτήσει της τιμής θερμοκρασίας.

(δ) (5 Μονάδες) Γράψτε μια συνάρτηση, η οποία λαμβάνει ως όρισμα το όνομα ενός αρχείου, την θερμοκρασία σε Fahrenheit, την πυκνότητα και την αβεβαιότητα στην πυκνότητα η οποία όταν δεν έχει υπολογιστεί έχει την τιμή `None`, και να γράφει τις τιμές αυτές στο αρχείο που ορίστηκε. Θα πρέπει να γράψετε την θερμοκρασία ως έναν αριθμό με 2 δεκαδικά ψηφία, την πυκνότητα ως ένα πραγματικό αριθμό μήκους 5 ψηφίων εκ των οποίων 3 δεκαδικά ενώ η αβεβαιότητα θα πρέπει να εκφραστεί με 4 δεκαδικά ψηφία. Θα πρέπει να υπάρχουν 4 κενοί χαρακτήρες ανάμεσα στις στήλες. Να σημειωθεί ότι αν δεν υπάρχει τιμή για την αβεβαιότητα δεν θα πρέπει να τυπώνει οτιδήποτε στην στήλη αυτή.

Ερώτηση 5 Ο Λέοναρντ Όιλερ, πρωτοπόρος Ελβετός μαθηματικός και φυσικός, έχει αποδείξει πως η συνάρτηση του ημιτόνου $\sin(x)$ μπορεί να εκφραστεί ως ένα άπειρο γινόμενο των ριζών του (Euler's infinite product for the sine):

$$\sin(x) = x \prod_{n=1}^{\infty} \left(1 - \frac{x^2}{n^2\pi^2}\right) = x \left(1 - \frac{x^2}{\pi^2}\right) \left(1 - \frac{x^2}{4\pi^2}\right) \left(1 - \frac{x^2}{9\pi^2}\right) \dots \quad (3)$$

(4)

Εδώ το $\sin(x)$ αντιπροσωπεύει το ημίτονο μιας γωνίας x σε ακτίνια (radians) για την οποία θέλουμε να υπολογίσουμε το ημίτονο, ενώ το n είναι ένας θετικός ακέραιος. Στην περίπτωση που στο γινόμενο χρησιμοποιήσουμε μόνο N όρους τότε το ημίτονο γράφεται ως $\sin_N(x)$:

$$\sin_N(x) = x \prod_{n=1}^N \left(1 - \frac{x^2}{n^2\pi^2}\right) = x \left(1 - \frac{x^2}{\pi^2}\right) \left(1 - \frac{x^2}{4\pi^2}\right) \left(1 - \frac{x^2}{9\pi^2}\right) \dots \left(1 - \frac{x^2}{N^2\pi^2}\right). \quad (5)$$

- (α) (8 Μονάδες) Γράψτε ένα πρόγραμμα Python το οποίο ζητάει από το χρήστη να πληκτρολογήσει έναν ακέραιο αριθμό, N , και έναν πραγματικό αριθμό, x . Ορίστε τη συνάρτηση **getEulerSineTerm** που δέχεται ως όρισμα τους δύο αυτούς αριθμούς, N και x , και επιστρέφει τον n -ιοστό όρο $\left(1 - \frac{x^2}{n^2\pi^2}\right)$ της σειράς.
- (β) (8 Μονάδες) Χρησιμοποιείστε τη συνάρτηση **getEulerSineTerm** για να υπολογίσετε την τιμή της Εξ. (3) για $N = 20$ και $x = \frac{\pi}{2} \simeq 1.571$. Το πρόγραμμά σας θα πρέπει να τυπώνει για κάθε n -ιοστό όρο τα ακόλουθα:
- τον όρο n ως ακέραιο αριθμό,
 - τη γωνία x ως αριθμό κινητής υποδιαστολής (3 ψηφία)
 - τον υπολογισμό $\sin_N(x)$ ως αριθμό κινητής υποδιαστολής (10 ψηφία)
 - την πραγματική τιμή $\sin(x)$ ως αριθμό κινητής υποδιαστολής (1 ψηφίο)
 - τη τιμή $\delta = \frac{|\sin_N(x) - \sin(x)|}{\sin(x)}$ ως αριθμό κινητή υποδιαστολής σε μορφή εκθέτη.
- (γ) (4 Μονάδες) Επεκτείνετε το πρόγραμμά σας ώστε να υπολογίσετε την Εξ. (3) συμπεριλαμβάνοντας διαδοχικούς όρους έως ότου η απόλυτη σχετική διαφορά μεταξύ του υπολογισμού και της πραγματικής τιμής είναι μικρότερη ή ίση του 2.5×10^{-3} (δηλαδή $\delta \leq 2.5 \times 10^{-3}$).

Οδηγίες αποστολής:

Αφού βεβαιωθείτε πως τα προγράμματα σας έχουν τη τελική τους μορφή, δημιουργήστε ένα φάκελο με την ονομασία **<username_midterm>**, όπου <username> το όνομα χρήστη που χρησιμοποιείτε στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο στο πανεπιστήμιο. Τοποθετήστε μέσα σε αυτόν το φάκελο αντίγραφα των προγραμμάτων σας. Έπειτα, βγείτε από το φάκελο αυτό και δημιουργήστε ένα αντίγραφο του με μορφή συμπιεσμένου αρχείου τύπου δίδοντας την εντολή:

```
tar -cvzf <username>_midterm.tgz <username>_midterm/
```

- Βεβαιωθείτε για την ορθότητα του αρχείου σας.
- Όταν είστε έτοιμοι για αποστολή του αρχείου επικοινωνήστε με ένα από τους εξεταστές.
- Ακολουθείστε επακριβώς τις οδηγίες του εξεταστή για το πως θα στείλετε το αρχείο σας στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο **fotis@ucy.ac.cy**.
- Αφού αποστείλετε το αρχείο σας να αποσυνδεθείτε από τον υπολογιστή σας άμεσα και να αποχωρήσετε από την αίθουσα εξέτασης χωρίς ομιλίες.
- Επιπρόσθετα διορθωτικά μηνύματα δεν θα γίνουν αποδεκτά.

Ερώτηση	1	2	3	4	5	Σύνολο
Μονάδες	20	20	20	20	20	100
Βαθμολογία						