MODALITATEA DE DESFĂȘURARE A EXAMENULUI LA DISCIPLINA "PROGRAMAREA ALGORITMILOR"

- Examenul la disciplina "Programarea algoritmilor" se va desfășura în ziua de 20.01.2022, între orele 9^{00} și 11^{30}, astfel:
  - 09^{00} – 09^{30}: efectuarea prezenței studenților
  - 09^{30} – 11^{30}: desfășurarea examenului
  - 11^{30} – 12^{00}: verificarea faptului că sursele trimise de către studenți au fost salvate pe platforma MS Teams
- Testul se va desfășura pe platforma MS Teams, iar pe tot parcursul desfășurării sale, de la ora 09^{00} la ora 12^{00}, studenții trebuie să fie conectați pe canalul dedicat cursului de "Programarea algoritmilor" corespunzător seriei lor.
- În momentul efectuării prezenței, fiecare student trebuie să aibă pornită camera video în MS Teams și să prezinte buletinul sau cartea de identitate. Dacă dorește să-și protejeze datele personale, studentul poate să acopere codul numeric personal și/sau adresa!
- În timpul desfășurării testului studenții pot să închidă camera video, dar trebuie să o deschidă dacă li se solicită acest lucru de către un cadru didactic!

- Toate subiectele se vor rezolva folosind limbajul Python.
- Subiectul 1 este obligatoriu, iar dintre subiectele 2, 3 și 4 se vor rezolva CEL MULT DOUĂ, la alegere.
- Citirea datelor de intrare se va realiza de la tastatură, iar rezultatele vor fi afișate pe ecran.
- Se garantează faptul că datele de intrare sunt corecte.
- Operațiile de sortare se vor efectua folosind funcții sau metode predefinite din limbajul Python.
- Pentru subiectul 1 nu contează complexitatea soluției propuse.
- Rezolvările subiectelor alese dintre subiectele 2, 3 și 4 trebuie să conțină:
  - o scurtă descriere a algoritmului și o argumentare a faptului că acesta se încadrează într-o anumită tehnică de programare;
  - în cazul problemelor rezolvate folosind metoda Greedy sau metoda programării dinamice se va argumenta corectitudinea criteriului de selecție sau a relațiilor de calcul;
  - în cazul subiectelor unde se precizează complexitatea maximă pe care trebuie să o aibă soluția, se va argumenta complexitatea soluției propuse și vor primi punctaj maxim doar soluțiile corecte care se încadrează în complexitatea cerută;
  - în cazul problemei rezolvate folosind metoda backtracking nu contează complexitatea soluției propuse, dar se va ține cont de eficiența condițiilor de continuare;
  - în fiecare program Python se va preciza, pe scurt, sub forma unor comentarii, semnificația variabilelor utilizate.
- Rezolvările corecte care nu respectă restricțiile indicate vor primi punctaje parțiale.
- Se acordă 1 punct din oficiu.

- Rezolvările tuturor subiectelor se vor scrie de mână, folosind pix/stilou cu culoarea pastei/cernelii albastră sau neagră. Pe fiecare pagina studentul își va scrie numele și grupa, iar paginile trebuie să fie numerotate.
- Înainte de expirarea timpului alocat examenului, toate paginile vor fi fotografiate/scanate clar, în ordinea corectă, și transformate într-un singur fișier PDF care va fi încărcat în Google Drive folosind un anumit formular.

- Numele fișierului PDF trebuie să respecte șablonul *grupa_nume_prenume.pdf*. De exemplu, un student cu numele Popescu Ion Mihai din grupa 131 trebuie să denumească fișierul care conține rezolvările tuturor subiectelor astfel: *131_Popescu_Ion_Mihai.pdf*.

Subiectul 1 – limbajul Python – 3 p.

a) Scrieţi o funcţie **`litere`** care primeşte un număr variabil de cuvinte formate din litere mici ale alfabetului englez şi returnează un dicţionar care conţine pentru fiecare cuvânt primit ca parametru, un dicţionar cu frecvenţa fiecărei litere distincte care apare în cuvânt. De exemplu, pentru apelul **`litere('teste', 'dictionar', 'ele')`** funcţia trebuie să returneze dicţionarul `{'teste': {'e': 2, 's': 1, 't': 2}, 'dictionar': {'a': 1, 'c': 1, 'd': 1, 'i': 2, 'n': 1, 'o': 1, 'r': 1, 't': 1}, 'ele': {'e': 2, 'l': 1}}`. **(1.5 p.)**

b) Folosind un dicţionar cu acelaşi format ca valorile dicţionarului de la punctul a) (i.e., cheile sunt litere, iar valorile frecvenţa literei respective), să se scrie o secvenţă de iniţializare (*list comprehension*) pentru o listă astfel încât aceasta să conţină perechile de forma **`(literă, frecvență)`** cu literele extrase din dicţionar care au frecvenţa pară. De exemplu, pentru dicţionarul `{'e': 2, 's': 1, 't': 2}` lista trebuie să fie `[('e', 2), ('t', 2)]`. **(0.5 p.)**

c) Considerăm următoarea funcţie recursivă:

```
def f(lista, p, u):
    if u-p <= 1:
        return sum(lista[p: u+1])
    k = (u-p+1) // 3
    aux_1 = f(lista, p, p+k)
    aux_2 = f(lista, p+k+1, p+2*k)
    aux_3 = f(lista, p+2*k+1, u)
    return aux_1 + aux_2 + aux_3
```

Determinaţi complexitatea funcţiei apelată pentru o listă **`L`** formată din **`n`** numere întregi astfel: **`f(L, 0, n-1)`**. **(1 p.)**

Subiectul 2 – metoda Greedy (3 p.)

Complexitatea maximă a soluției: $\mathcal{O}(n \log_2 n)$

O balanță veche s-a defectat și acum se echilibrează nu doar pentru două obiecte având aceeași greutate, ci pentru orice două obiecte cu proprietatea că modulul diferenței dintre greutățile lor este mai mic sau egal decât un număr real *g*. Scrieți un program Python care citește de la tastatură un număr natural n, un număr real g și greutățile a *n* obiecte, după care afișează pe ecran numărul maxim de perechi de obiecte care echilibrează balanța defectă, precum și perechile respective, știind că orice obiect poate să facă parte din cel mult o pereche. Fiecare pereche afișată trebuie să fie de forma *x* + *y*, unde *x* și *y* sunt numerele de ordine ale celor două obiecte din pereche (obiectele sunt numerotate începând de la 1). Greutățile tuturor obiectelor și diferența *g* sunt exprimate prin numere reale strict pozitive, reprezentând grame. Nu contează ordinea în care se vor afișa perechile de obiecte pe ecran și nici ordinea numerelor de ordine ale obiectelor dintr-o pereche.

Exemplu:

Date de intrare	Date de ieșire
10 8.5 21.25 12 6.05 20.7 23.8 22 33.25 21 48.15 62.20	3 3 + 2 10 + 4 1 + 8

Explicații: Avem n = 10 și g = 8.5. Se pot forma maxim 3 perechi de obiecte care pot echilibra balanța defectă. Soluția nu este unică, o altă soluție corectă obținându-se, de exemplu, înlocuind perechea 1 + 6 cu perechea 1 + 5.

Subiectul 3 – metoda Programării Dinamice (3 p.)
Complexitatea maximă a soluției: $O(n^2)$

Schiorel a urcat cu telecabina până în vârful stațiunii și își dorește să ajungă cât mai obosit la una din cabanele stațiunii ca să se poată hidrata cât mai intens. Stațiunea e reprezentată ca o matrice pătratică de dimensiune n în care în fiecare pătrat avem gradul de oboseală pe care îl va acumula Schiorel dacă trece prin acel câmp sau -1, însemnând că în acel câmp avem o cabană. Schiorel poate începe traseul de oriunde de pe linia de sus și se poate opri la orice cabană, voi trebuie să-l ajutați să ajungă cât mai obosit! Schiorel poate coborî drept sau în diagonală, adică din (i,j) în {(i+1,j-1), (i+1, j), (i+1, j+1)} evident fără a părăsi stațiunea.
Scrieți un program Python care citește de la tastatură dimensiunea tablei *n* și pentru fiecare pătrățică de coordonate (i,j) (cu i=1,..,n, j=1,...,n) o valoare c_{ij} cu semnificația:

- dacă c_{ij} este număr natural, el reprezintă gradul de oboseală acumulat de Schiorel când trece prin acea zona a stațiunii.
- dacă c_{ij} este -1, atunci în acea zonă se află o cabană!

și afișează un traseu al lui Schiorel până la o cabană, astfel încât să ajungă cât mai obosit (odată ajuns la o cabană, Schiorel se oprește și nu mai continuă drumul).

Intrare de la tastatură	Ieșire pe ecran
4 5 2 6 11 -1 7 1 -1 4 10 3 5 1 6 -1 2	Gradul de oboseala maxim 23 1 3 2 2 3 2 4 3

Explicații: Pârtia este o matrice de dimensiuni 4x4 în care elementele reprezintă oboseala acumulată trecând prin acel punct, respectiv -1 în locul în care avem cabană. Pe traseul (1,3), (2,2), (3,2), (4,3) acumulează oboseala 23 (!traseul trebuie să înceapă pe prima linie și să se termine cu o pătrățică de valoare -1).

Intrare de la tastatură	Ieșire pe ecran
4 5 2 6 31 -1 7 -1 -1 4 10 3 5 1 6 -1 2	Gradul de oboseala maxim 31 1 4 2 3

Odată ajuns la o cabana, Schiorel se oprește din schiat.
P.S. Lui Schiorel îi place oboseala.

Subiectul 4 – metoda Backtracking (3 p.)

a) Moș Crăciun are nevoie de m mașinuțe și apelează din nou la cei n spiriduși ai săi. El îl roagă pe fiecare spiriduș i $(1 \leq i \leq n)$ să-i spună care este numărul minim a_i și numărul maxim b_i de mașinuțe pe care ar vrea să le facă. Moș Crăciun ar vrea să îi pună pe spiriduși să facă cele m mașinuțe care-i trebuie pentru Crăciun, dar respectând opțiunile fiecărui spiriduș. Dacă vreți să primiți și voi una dintre mașinuțe, trebuie să-l ajutați pe Moș Crăciun scriind un program Python care să citească de la tastatură numerele m, n și opțiunile a_i și b_i ale fiecăruia dintre cei n spiriduși, după care să afișeze pe ecran toate modalitățile în care Moș Crăciun poate distribui producția de mașinuțe spiridușilor astfel încât spiridușul i să producă un număr de mașinuțe cuprins între a_i și b_i de mașinuțe sau mesajul "*Imposibil*" dacă nu există nicio modalitate de distribuție care să respecte cerințele precizate anterior. **(2.5 p.)**

Exemplu:
Pentru $m = 16, n = 3, a_1 = 1, b_1 = 6, a_2 = 0, b_2 = 7, a_3 = 4, b_3 = 8$ trebuie să fie afișate următoarele 20 de modalități de distribuție (nu neapărat în această ordine):

1 7 8
2 6 8
2 7 7
3 5 8
3 6 7
3 7 6
4 4 8
4 5 7
4 6 6
4 7 5
5 3 8
5 4 7
5 5 6
5 6 5
5 7 4
6 2 8
6 3 7
6 4 6
6 5 5
6 6 4

b) Modificați o singură instrucțiune din program astfel încât să fie afișate doar soluțiile în care spiridușul 1 și spiridușul 2 produc același număr de mașini. **(0.5 p.)**