Cognome e Nome _____

Matricola _____

Programmazione e Algoritmi 2 A.A. 2025/2026

Appello del 30 giugno 2026

Esercizio 1 [6 punti]

Si consideri il seguente codice Python.

```
class A:
    def __init__ (self, n:int):
        self.n=n

    def __str__ (self) -> str:
        return f"n = {self.n}"

    def __eq__(self, o: object) -> bool:
        if isinstance(o, A):
            return o.n==self.n
        return NotImplemented

    def __hash__(self) -> int:
        return hash(self.n)

class B(A):
    def __init__ (self, n:int):
        self.n= n + 3
```

```
class C (A, B):
    pass

class D (B, A):
    pass

a = A(10)
b = B(5)
c = C(8)
d = D(7)

z:set[A]={d, b, a}

for k in z:
    print (k)
```

Denotando la classe `object` con **O**, si calcoli la linearizzazione di tutte le classi, e si scriva in tabella il procedimento e il risultato finale:

classe	linearizzazione (MRO)
A	L(A) = A + merge (L(O), O) = A + merge (O, O) = AO
B	
C	
D	

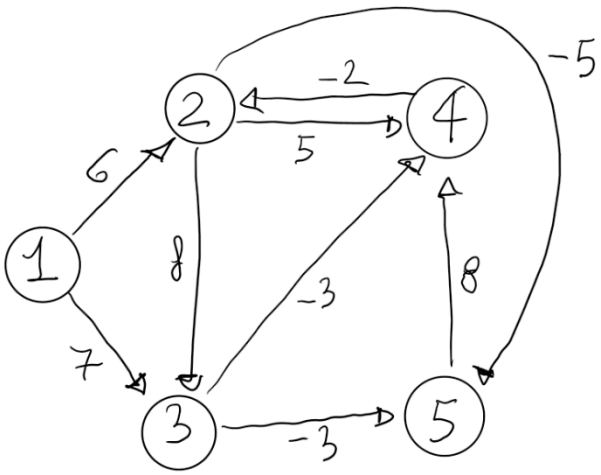
Si scriva nel riquadro a destra cosa **esclusivamente** ciò che viene stampato a video dal codice.

Nel caso in cui il codice dia errore in qualche punto (poiché ad esempio non è possibile calcolare qualche MRO), escludere dal codice il numero minimo di linee in modo da non ottenere errori, commentandole con **#** sul listato stampato in alto su questo foglio, e quindi stampare cosa risulta dal nuovo

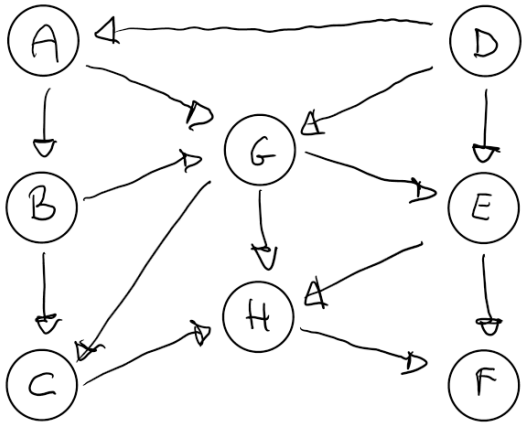
Esercizio 2 [6 punti]

Mostrare **passo-passo l'esecuzione dell'heap-sort** per ordinare l'array **[7, 30, 2, 1, 90, 37, 22, 5]** in modo non decrescente (compresa la fase iniziale di **build-max-heap**).

Esercizio 3 [11 punti]



a. **[6 punti]** Mostrare una possibile esecuzione **passo-passo** dell'algoritmo di **Bellman-Ford** per calcolare i cammini minimi a partire dalla sorgente **1.** Mostrare, per ogni iterazione completa che si fa sugli archi, l'evoluzione del **vettore delle distanze** e del **vettore dei padri**, assumendo di visitare, in ogni iterazione, gli archi in ordine crescente rispetto alle etichette dei nodi da cui escono e, a parità di nodo di partenza, in ordine crescente rispetto all'etichetta del nodo di arrivo. Dire, giustificando la risposta, se il grafo possiede cicli di peso negativo.



b. **[5 punti]** Calcolare un ordinamento topologico del DAG in figura, usando il metodo della visita in profondità ed evidenziando per ogni nodo i timestamp di inizio e fine visita. Si assuma di iniziare e riprendere la visita sempre dal nodo (non ancora visitato) avente l'etichetta **alfabeticamente più grande** e di visitare i figli di un nodo in ordine crescente di etichetta.

Regole per lo svolgimento della prova scritta:

- Per svolgere il compito si hanno a disposizione **150** minuti.
- Scrivere **subito** nome, cognome, matricola su OGNI FOGLIO (**compreso questo**).
- Durante la prova scritta **non** è possibile abbandonare l'aula.
- Non è ammesso **per nessun motivo** comunicare in qualsiasi modo con altre persone
- È possibile consultare appunti, libri e dispense.
- Qualsiasi strumento elettronico di calcolo o comunicazione (telefoni cellulari, calcolatrici, palmari, computer, etc…) deve essere **completamente disattivato** e **depositato in vista sulla cattedra**
- Mettere in vista sul banco un valido documento di identità.

Esercizio 4 [11 punti]

Tutto il codice richiesto deve essere in **Python** ed annotato con i tipi opportuni.
Nota: Se necessario, si aggiungano alle classi tutti i metodi necessari per far funzionare correttamente il codice richiesto, e si discuta quanto fatto.
Si vogliono implementare le classi per gestire diversi tipi di figurine per un album da collezione. Tutte le figurine hanno un codice identificativo e un nome, ma il loro valore dipende dal tipo di figurina.

[4 punti] Si scriva una classe astratta **Figurina** con i seguenti attributi di istanza:

- **_codice** (tipo **int, Final**)
- **_nome** (tipo **str**)

ed i seguenti metodi di istanza:

- **__init__** che inizializza un oggetto della *classe* **Figurina** assegnando codice e nome;
- proprietà (`@property`) in lettura per tutti gli attributi, con lo stesso nome (senza _);
- proprietà in scrittura per nome;
- metodo **__eq__ (self, o:object)** che restituisce **True** se **o** è una Figurina con lo stesso codice di self, (indipendentemente dal nome), **False** altrimenti;
- metodo **__hash__ (self)** che restituisce in modo opportuno l'hash di una Figurina.
- metodo astratto **calcola_valore(self)** che restituisce (come un intero) il valore in centesimi di euro della figurina.

Si assuma, senza scrivere nulla, l'esistenza di una *sottoclasse* **FigurinaNormale** che estende Figurina ed ha, inoltre, il seguente attributo:

- **_nuova** (tipo **bool**, vale True se la figurina è nuova e False se è usata)

La *classe* **FigurinaNormale** ha i seguenti metodi di istanza:

- **__init__** che inizializza un oggetto della *classe* **FigurinaNormale** prendendo in input gli opportuni parametri (incluso il booleano nuova) e richiamando opportunamente il metodo __init__ della superclasse
- proprietà (`@property`) **nuova** in lettura per l'attributo **_nuova**.
- metodo **calcola_valore(self)** che restituisce il valore della figurina, tenendo conto che una figurina nuova vale 2€ mentre una figurina usata vale 1€.

[3 punti] *Si scriva* una *sottoclasse* **FigurinaRara,** che estende Figurina, con i seguenti attributi di istanza:

- **_livello_rarità** (tipo **int**, valori tra 1 e 5)

ed i seguenti metodi di istanza:

- **__init__** che inizializza un oggetto della *classe* **FigurinaNormale** prendendo in input gli opportuni parametri (incluso il livello di rarità) e richiamando opportunamente il metodo __init__ della superclasse
- proprietà (`@property`) **livello_rarità** in lettura per l'attributo **_livello_rarità**.
- metodo **calcola_valore(self)** che restituisce il valore della figurina, tenendo conto che una figurina rara vale 10€ moltiplicato per il livello di rarità.

Si assuma, senza scrivere nulla, l'esistenza di una *classe* **Album** con i seguenti attributi di istanza:

- **_figurine** (**list** di **Figurina**), contenente tutte le figurine dell'album.

ed i seguenti metodi di istanza:

- **__init__** che inizializza un **Album** vuoto
- **add_figurina (self, f:Figurina)** che aggiunge la figurina f all'album corrente

[4 punti] Aggiungere alla classe **Album** un metodo di istanza
get_numero_senza_duplicati (self) -> int
che restituisce il numero di figurine che sonno presenti almeno una volta nella lista self._figurine, contando ogni figurina solo una volta anche se ne sono presenti più occorrenze. Se la lista self._figurine è lunga **n**, la complessità nel caso medio (con l'uso di dizionari) deve essere ***O(n).***
Suggerimento: si usi un *set*.