

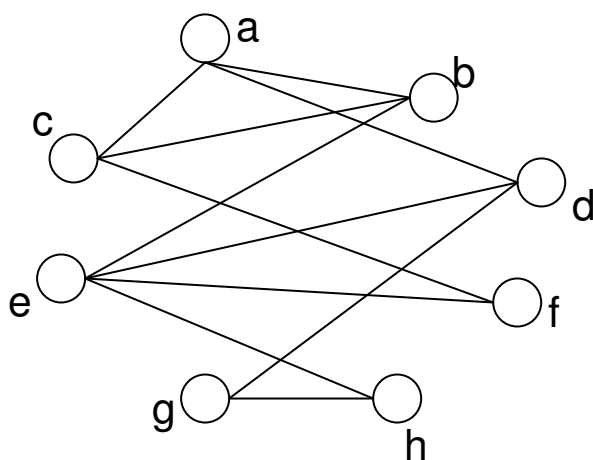
Cognome \_\_\_\_\_  
Nome \_\_\_\_\_  
Matricola \_\_\_\_\_

### Domanda 1

Descrivere l'euristica di Christofides per il problema del commesso viaggiatore.  
Dimostrare che l'algoritmo di Christofides è  $3/2$ -approssimato.

### Esercizio 1

1. Dato il grafo in figura  $G$ , formulare il problema di determinare il minimo trasversale su  $G$ .



2. Scrivere la matrice di incidenza nodi-archi associata al grafo  $G$  e dire se è totalmente unimodulare motivando la risposta.

### Esercizio 2

Dato il seguente problema di Knapsack 0-1

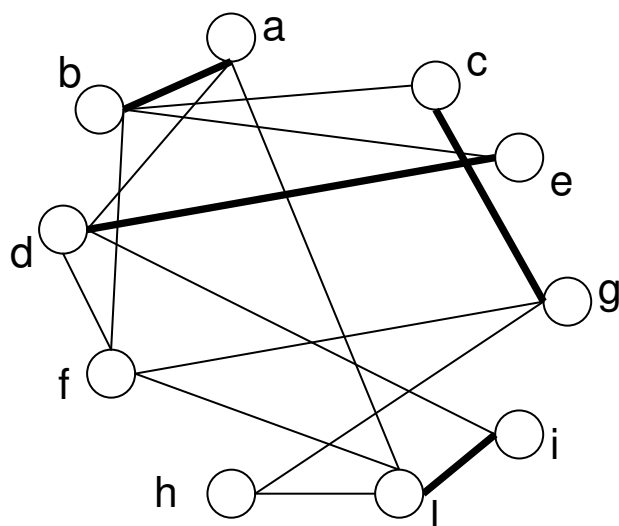
$$\begin{aligned} \max \quad & 6x_1 + 3x_2 + 16x_3 + 28x_4 + 36x_5 \\ & 3x_1 + 2x_2 + 7x_3 + 10x_4 + 12x_5 \leq 21 \\ & x \in \{0, 1\}^5 \end{aligned}$$

1. Calcolare la soluzione ottima  $\mathbf{x}^*_{PL}$  associata al rilassamento lineare.
2. Rafforzare la formulazione con l'aggiunta di una disequazione valida oppure concludere che non esiste una disequazione valida violata da  $\mathbf{x}^*_{PL}$  (**utilizzare l'algoritmo di programmazione dinamica per risolvere il problema di separazione**).
3. Determinare la soluzione ottima  $\mathbf{x}^*$  del problema di Knapsack 0-1 tramite l'algoritmo di Branch-and-Bound.

### Esercizio 3

Cognome \_\_\_\_\_  
Nome \_\_\_\_\_  
Matricola \_\_\_\_\_

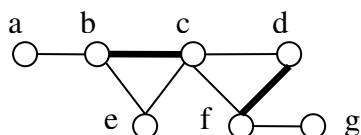
1. Dato il grafo in figura  $G_1$ , a partire dal matching  $M = \{ab, cg, de, il\}$  determinare il massimo matching e il minimo vertex cover su  $G$ . Spiegare nel dettaglio i passi degli algoritmi utilizzati.



2. Disegnare un grafo  $G_2$  tale che:
  - a.  $\mu(G_2) = \tau(G_2) = \alpha(G_1)$ ;
  - b.  $\alpha(G_2) = 7$ ;
  - c.  $G_2$  è connesso.

#### Esercizio 4

Dato il grafo in figura



1. Dire se è possibile applicare su tale grafo l'algoritmo per il calcolo del massimo matching (motivando la risposta).
2. Dire se esiste un cammino aumentante rispetto al matching  $M = \{bc, fg\}$  e, in caso affermativo, calcolare tale cammino.