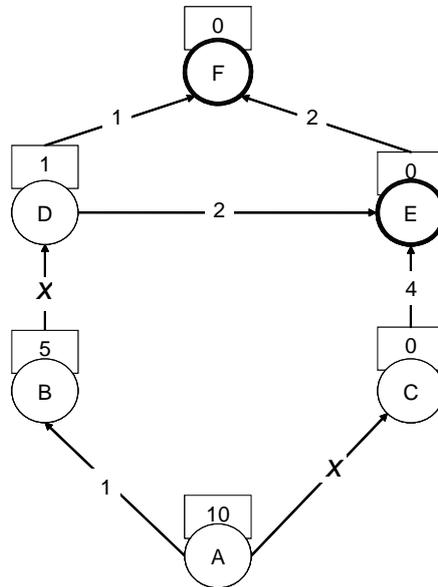


GRUPO I

I.1) Considere o seguinte grafo de estados de um problema de procura. Os valores apresentados nos arcos correspondem ao custo do operador (acção) respectivo, enquanto os valores nos rectângulos correspondem ao valor da heurística. Os estados para os quais a função de teste objectivo retorna verdadeiro são o E e o F. Não se representa os nomes dos operadores, correspondendo cada arco a um operador distinto. Indique o intervalo de valores possíveis para x de modo a que a função heurística seja admissível.



I.2) Suponha que o valor de x na figura da alínea anterior é 10. Especifique qual a ordem de expansão de nós efectuada pelo algoritmo de procura em árvores de custo uniforme até se atingir uma solução. Indique qual o custo dessa solução e se essa solução é óptima.

I.3) Considere o problema do caixeiro-viajante e a sua resolução através de algoritmos genéticos com o operador de recombinação *Order Crossover* (OX). Indique os indivíduos resultantes da aplicação do operador OX aos indivíduos seguintes, com os pontos de corte indicados.

$$\begin{aligned}
 p1 &= 7489 \mid 351 \mid 26 \\
 p2 &= 1276 \mid 543 \mid 89
 \end{aligned}$$

I.4) Sejam A, B, C e D variáveis discretas num problemas de satisfação de restrições. Os domínios das variáveis A, B, C e D são {true,false}, {1,2,3}, {2,3,4} e {0}, respectivamente. Indique o número máximo de atribuições completas a variáveis que podem ser exploradas pelo algoritmo de procura com retrocesso.

I.5) Recorrendo ao algoritmo de inferência através de tabelas de verdade, verifique se $\sim B$ é consequência lógica do seguinte conjunto de fórmulas em lógica proposicional.

$$\begin{aligned}
 &A \\
 &A \wedge \sim D \Rightarrow B \\
 &B \Rightarrow C \\
 &D \Rightarrow C
 \end{aligned}$$

I.6) Considere a chamada da função *WalkSAT(C,0.6,1000)* em que *C* é um conjunto de cláusulas em lógica proposicional. O que pode concluir relativamente a *C*, se a chamada devolver *failure*? E se não devolver *failure*?

NOTA: Os parâmetros da função WalkSAT são *clauses*, *p*, e *max-flips*, por esta ordem.

I.7) Para o programa em lógica normal *P* listado abaixo, determine o valor de $\Gamma_P(\{a,b,c\})$. O que pode concluir quanto à existência de modelos estáveis do programa *P*. Justifique a sua resposta.

```
a :- b, c, not d.
b :- not d.
c :- a.
c :- b.
d :- not b.
```

I.8) Considere um programa em lógica normal *Q* com os seguintes três modelos estáveis *M1*, *M2* e *M3*:

```
M1={a(1), a(2), a(3), b(1), b(2)}
M2={a(1), a(2), a(3), b(2), b(4)}
M3={a(1), a(2), a(3), b(0), b(4)}
```

Indique quais os modelos estáveis para o programa resultante de se adicionarem a regra e restrição seguintes a *Q*, em que *xpto* é um novo átomo que não ocorre na cabeça ou corpo de regras em *Q*.

```
xpto :- a(X), b(X).
:- not xpto.
```

I.9) Sejam *A*, *B*, *C* e *D* os seguintes operadores STRIPS e o estado inicial {*c*}:

ACÇÃO:	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
PRECONDIÇÕES:	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a, b</i>
EFEITOS:	<i>b, ~ a</i>	<i>a, c, ~ b</i>	<i>b, ~ c</i>	<i>d, ~ a</i>

Indique um plano STRIPS que permita ter-se o objectivo *d*. Apresente a execução desse plano e respectivas mudanças de estado, a partir do estado inicial.

I.10) Num problema de aprendizagem de árvores de decisão foram obtidos os seguintes exemplos.

Exemplo	<i>A</i>	<i>B</i>	Classificação
1	1	1	0
2	2	2	1
3	2	3	1
4	3	2	1
5	3	3	1
6	4	2	1
7	4	3	0

O atributo *A* tem como domínio {1,2,3,4} e o atributo *B* tem domínio {1,2,3}. Desenhe a árvore de decisão induzida pelo algoritmo DTL, sabendo que é escolhido o atributo *A* para raiz da árvore.

GRUPO II

No mês de Agosto foi inaugurado o novo Terminal 2 do Aeroporto da Portela, destinado exclusivamente a partidas de voos domésticos. No Aeroporto da Portela sabe-se que 50% dos movimentos são partidas e os outros 50% são chegadas. Sabe-se ainda que dos voos que se realizam diariamente, apenas 10% são domésticos (os outros são internacionais). Também é importante saber que 90% dos passageiros em voos domésticos do Aeroporto da Portela são portugueses, e que 70% dos passageiros em voos internacionais são portugueses. De acordo com as novas regras de funcionamento do Aeroporto, se o movimento for de partida de um voo doméstico então o passageiro utiliza o Terminal 2; nas restantes situações, o passageiro utiliza o Terminal 1. Em inquéritos efectuados aos passageiros, 80% dos passageiros que utilizaram o Terminal 2 declaram estar insatisfeitos com o serviço, independentemente da nacionalidade; os utilizadores do Terminal 1 de nacionalidade portuguesa declaram-se insatisfeitos em 40% dos casos; este valor reduz-se para 20% no caso de estrangeiros utilizadores do Terminal 1.

II.1) Modele a situação anterior com uma rede de Bayes, indicando as variáveis aleatórias, seus domínios, topologia da rede e tabelas de probabilidade condicionada. Indique se a rede obtida é uma *polytree*.

II.2) Calcule a probabilidade de um passageiro ter nacionalidade portuguesa sabendo que se declarou insatisfeito com o serviço e o seu voo é doméstico.

II.3) Determine a probabilidade de um passageiro declarar estar insatisfeito com o serviço e ter nacionalidade portuguesa.

Espaço de rascunho:

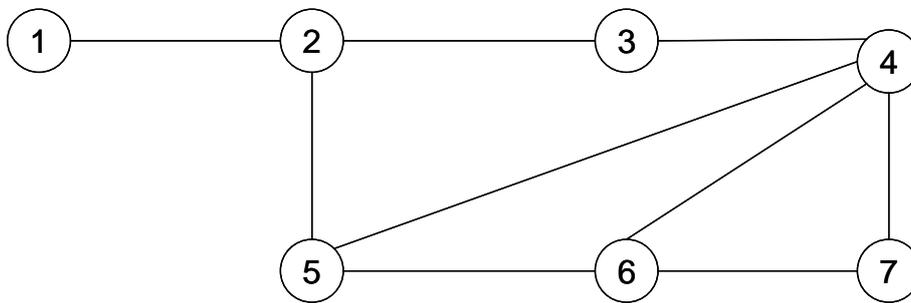
GRUPO III

Uma galeria de arte deseja instalar o menor número de câmaras garantindo que todo o espaço fique vigiado. Este problema pode ser representado abstractamente através de um grafo não dirigido, onde os vértices representam os locais a vigiar e onde se podem instalar as câmaras; as arestas representam a noção de “visibilidade”, i.e. dois vértices distintos v e w encontram-se ligados por uma aresta se e somente se de v se consegue ver w e vice-versa.

Seja $G=(V,E)$ um grafo não dirigido, em que V é o conjunto de vértices e E o conjunto de arestas. Assim, interessa-nos encontrar um menor conjunto dominante, ou seja, um conjunto D com o menor número de vértices tal que para todo o vértice não pertencente a D existe uma aresta que o liga a pelo menos um vértice em D . Formalmente,

- D é um conjunto dominante sse $D \subseteq V$ e para todo o $u \in V - D$, existe um $v \in D$ tal que $(u,v) \in E$.

Uma instância deste problema pode ser encontrado na figura abaixo, onde por exemplo alguns conjuntos dominantes são $\{1,4\}$, $\{2,4\}$, $\{2,6\}$, ou $\{1,3,6\}$, entre muitos outros. Por exemplo, o conjunto $\{2,6\}$ é solução pois se colocar uma câmara no vértice 2 fico com os vértices 1, 3 e 5 vigiados (para além de 2) e com a câmara no vértice 6, fica-se com os vértices 4, 5 e 7 vigiados (para além do 6).



Logo, para este exemplo, os menores conjuntos dominantes têm cardinalidade 2, sendo qualquer um deles uma solução possível para o problema.

III.1) Apresente uma expressão matemática para a dimensão do espaço de procura em função de propriedades do grafo G . Justifique sucintamente a sua resposta.

III.2) Formule claramente o problema para ser resolvido recorrendo a algoritmos de procura em espaço de estados, indicando a representação de um estado, o estado inicial, teste de estado objectivo e função que devolve os sucessores de um estado.

Nota: Não é necessário apresentar código Java.

III.3) Considere cada uma das seguintes funções heurísticas descritas abaixo. Indique quais delas garantem a obtenção de uma solução óptima pelo algoritmo A^* para a classe de problemas dada. Justifique sucintamente a sua resposta, quer para os casos de garantia quer para as situações de não garantia.

- a) O número de vértices sem câmaras.
- b) O número de arestas não cobertas por uma câmara.
- c) O número de vértices por vigiar a dividir pelo grau máximo do grafo.
- d) O número de componentes conexas do grafo de nós por vigiar e respectivas arestas entre eles.
- e) O mínimo de c) e d)

Terminologia: o grau de um vértice é o número de arestas incidentes nesse vértice. O grau máximo de um grafo é o máximo dos graus dos vértices. Uma componente conexa num grafo é um conjunto maximal de nós ligados, ou seja, dois nós estão na mesma componente conexa se e somente se existir um caminho entre eles.

III.4) Indique brevemente como poderia resolver este problema através do algoritmo trepa-colinas (versão de maximização), propondo uma função de avaliação e indicando a vizinhança de um estado.

FIM