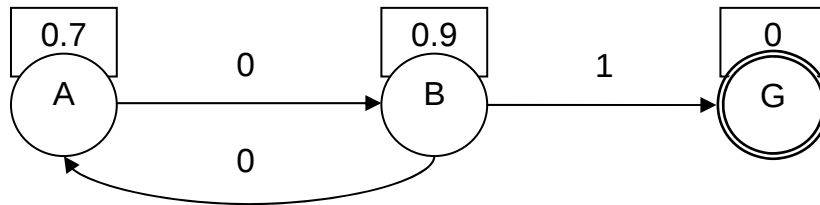


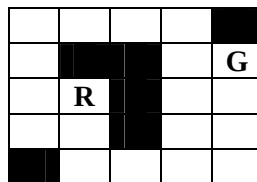
GRUPO I

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. O estado objectivo é o G. Não se representa os nomes dos operadores, correspondendo cada arco a um operador distinto.

Compare o comportamento dos algoritmos de procura A* em árvores e grafos quanto à propriedade de completude, assumindo que o estado inicial é o A.



I.2) Um robô R pretende mover-se num labirinto com a forma apresentada abaixo de modo a atingir a casa assinalada com G. O robô pode-se mover na horizontal, vertical ou diagonal para uma casa vazia adjacente, cada movimento com custo unitário. Indique qual o número de estados distintos para o exemplo dado e apresente uma heurística admissível não nula para ajudar na resolução deste problema.



I.3) Seja $f(x,y) = \sin(x+y) * \cos(y) + y$, uma função que se deseja maximizar com $x \in [-1.0, 1.0]$ e $y \in [0.0, 3.0]$. Para este efeito decidiu-se utilizar um algoritmo genético. Proponha uma representação para os indivíduos de maneira a se garantir uma precisão de 2 casas decimais para ambas as variáveis.

I.4) Sejam A, B e C variáveis inteiras positivas, sujeitas às seguintes três restrições $A + B > 6$, $B * C \geq 0$ e $\max(A,C) = 5$. Construa o grafo de restrições para este problema de satisfação de restrições, indicando o significado dos nós e das arestas.

I.5) Uma base de conhecimento **KB** em lógica proposicional tem os seguintes modelos $\{A=\text{true}, B=\text{false}, C=\text{true}\}$, $\{A = \text{true}, B=\text{true}, C = \text{true}\}$ e $\{A = \text{false}, B= \text{false}, C=\text{false}\}$. Indique se a fórmula $(A \vee \sim B) \wedge (\sim B \vee C)$ é uma consequência lógica da base de conhecimento **KB**. Justifique a sua resposta.

Espaço de rascunho:

I.6) Considere a seguinte teoria T em Lógica de Primeira Ordem. Demonstre utilizando o método da resolução que da teoria T se pode concluir $\forall_z [r(z) \vee \neg p(z)]$.

$$T = \left\{ \begin{array}{l} \forall_x \exists_y [p(x) \Rightarrow q(y)] \\ \forall_x [q(x) \Rightarrow \forall_y (r(y))] \end{array} \right\}$$

I.7) Seja P o programa em lógica normal listado abaixo. Indique, caso exista, um modelo estável do programa P. Justifique a sua resposta.

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

I.8) Considere os predicados do terceiro trabalho prático **interessante/1** e **água/1** com domínios dados por **ponto(1..5)**. Indique qual o significado da seguinte restrição de integridade que recorre ao predicado auxiliar **aux/1**.

```
:- ponto(X), not aux(X).
```

```
aux(X) :- ponto(X), not água(X).
aux(X) :- ponto(X), interessante(X).
```

I.9) Considere os seguintes operadores O, P e Q na linguagem STRIPS. Apresente um plano POP e suas linearizações tal que a partir da situação inicial em que **d** é verdadeiro se possa atingir a situação final em que **a** e **c** são verdadeiros.

b c O a ~b	d P b ~c	d Q c ~d
---	--	--

I.10) Construa uma rede neuronal que implemente a função booleana $x \geq 4$ and $y \leq 7$ em que x e y são variáveis reais. A rede neuronal deve utilizar apenas neurónios com função de activação limiar (ou degrau). Recordar-se que a função limiar tem o valor 1 quando o seu argumento é maior ou igual a zero; tendo o valor 0 caso contrário.

Espaço de rascunho:

GRUPO II

A sinistralidade rodoviária é um problema do nosso país que exige resolução urgente, em particular aquela em que provocada por veículos de duas rodas e em que há vítimas (mortais ou não). Os veículos de duas rodas provocam 20% dos acidentes com vítimas. Quando os veículos de duas rodas provocam acidentes com vítimas, sabe-se que 10% são atropelamentos, 50% colisões e os restantes 40% despistes; dos acidentes com vítimas provocados por outros veículos, sabe-se que 20% são atropelamentos e 50% colisões. Há 10% de vítimas mortais em colisões ou despistes provocados por veículos de duas rodas. Nas restantes situações de tipos de acidente e veículos que provoquem os acidentes, há vítimas mortais em 5% dos casos. Quando há vítimas mortais, o condutor é do sexo masculino em 90% dos casos, sendo de 75% a probabilidade do condutor ser do sexo masculino quando não há vítimas mortais. Nos acidentes em que há vítimas mortais, o condutor é vítima em 60% das situações; quando não há vítimas mortais o condutor é vítima em 50% das situações.

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.

II.2) Calcule a probabilidade de haver vítimas mortais, sabendo que foi provocado por um veículo de duas rodas e o condutor é do sexo masculino.

II.3) Determine a probabilidade de ocorrer uma colisão com vítimas mortais cujo condutor é do sexo feminino e não é vítima.

Espaço de rascunho:

GRUPO III

Numa empresa trabalha um conjunto P de pessoas organizadas em n equipas de trabalho. As equipas são formadas por subconjuntos de 1 ou mais pessoas, podendo uma pessoa pertencer a mais do que uma equipa. Com a existência de diversas equipas é necessário realizar reuniões semanais conjuntas que permitam à direcção da empresa seguir a evolução dos trabalhos. Assim, todas as equipas devem ter pelo menos 1 pessoa presente nas reuniões semanais. A empresa sabe o custo individual de uma pessoa participar na reunião, sendo este custo dado por uma função c que a cada pessoa de P atribui um valor inteiro positivo. O objectivo é construir uma aplicação que emita as convocatórias de forma a minimizar o custo total das reuniões semanais.

Por exemplo, considere o seguinte conjunto de pessoas $P = \{ \text{Ana, Bruno, Carla, Duarte, Elsa, Fernando} \}$ e as seguintes equipas e custos individuais

Equipa	Membros
1	{ Ana, Bruno, Carla }
2	{ Bruno, Duarte }
3	{ Duarte }
4	{ Ana, Elsa }

Pessoa	Custo
Ana	$c(\text{Ana}) = 10$
Bruno	$c(\text{Bruno}) = 1$
Carla	$c(\text{Carla}) = 2$
Duarte	$c(\text{Duarte}) = 7$
Elsa	$c(\text{Elsa}) = 4$
Fernando	$c(\text{Fernando}) = 1$

Por exemplo, se forem convocados a Ana e o Duarte todas as equipas têm um representante, tendo esta solução um custo total para a empresa de $c(\text{Ana}) + c(\text{Duarte}) = 10 + 7 = 17$ unidades.

III.1) Indique qual a solução óptima para o exemplo fornecido e custo total correspondente.

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

NOTA: Não é necessário apresentar qualquer código Java, desde que fique perfeitamente claro e sem ambiguidades como definiria e implementaria cada um dos itens da alínea.

III.3) Apresente uma expressão matemática para a dimensão do espaço de procura para instâncias de problemas deste tipo.

III.4) Considere cada uma das 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.

- Número de equipas sem pessoas convocadas.
- A soma dos custos das pessoas já convocadas.
- Seja m o número máximo de equipas às quais pertence uma pessoa ainda não convocada, e $c_{\min}$ o menor custo entre as pessoas em equipas ainda não convocadas. O valor da heurística é dado pelo produto de $c_{\min}$ pelo número de equipas ainda sem pessoas convocadas a dividir por m .
- O custo máximo entre pessoas não convocadas.
- O custo mínimo entre as pessoas de equipas não convocadas.

Espaço de rascunho: