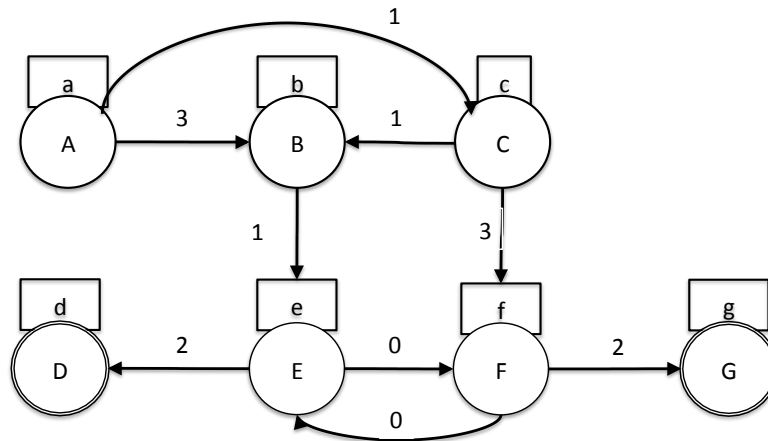


GRUPO I

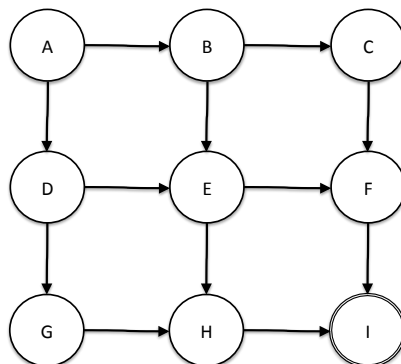
I.1) Considere o seguinte grafo de estados de um problema de procura. Os valores apresentados nos arcos correspondem ao custo do operador (acção) respetivo, enquanto as variáveis nos rectângulos correspondem ao valor da heurística. Os estados objectivos são o D e o G. Não se representam os nomes dos operadores, correspondendo cada arco a um operador distinto. Indique os melhores valores para as variáveis garantindo que a heurística obtida é admissível.



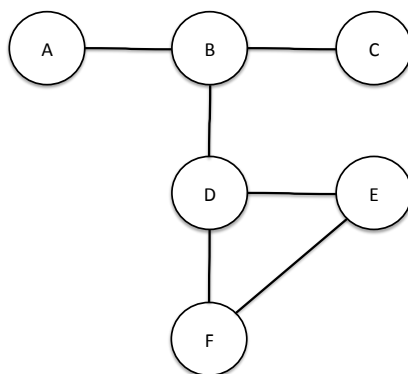
I.2) Considere novamente o grafo da questão 1. Apresente o conteúdo da fronteira (lista aberta) e expandidos (lista fechada) ao longo das iterações do algoritmo de procura A* em **grafos**, partindo do estado inicial A e assumindo que a heurística é nula para todos os nós; coloque entre parêntesis o valor da função de avaliação para cada nó. Indique a solução obtida e o custo respetivo.

Espaço de rascunho:

I.3) O grafo de estados de um problema de procura é apresentado na figura seguinte. Desenhe a árvore de procura como construída pelo algoritmo de procura em largura primeiro (em árvores) a partir do estado A para atingir o estado objectivo I, numerando os nós com uma possível ordem de expansão.



I.4) Um problema de satisfação de restrições (CSP) é representado pelo seguinte grafo de restrições, em que cada variável pode tomar um valor inteiro entre 1 e 10. Indique qual a dimensão do espaço de procura quando se utiliza o método por condicionamento com o conjunto de corte $\{B\}$.



I.5) Considere os indivíduos 0100111 e 1101110 utilizados na representação de um problema de optimização unidimensional com o argumento real pertencente ao intervalo $[0,1]$. Indique a que valor real corresponde cada um dos indivíduos obtido por recombinação uniforme com máscara 1001101.

Espaço de rascunho:

I.6) Considere instâncias dos predicados *equipa(Eq)*, *treinador(Tr)* e *treinador(Eq,Tr)* num programa P em linguagem SMOELS. Apresente uma restrição na linguagem SMOELS, sem utilizar a notação de conjuntos (constraint literals), garantindo que em todos os modelos “Todas as equipas têm exatamente 1 treinador”. Caso entenda necessário, poderá utilizar predicados auxiliares.

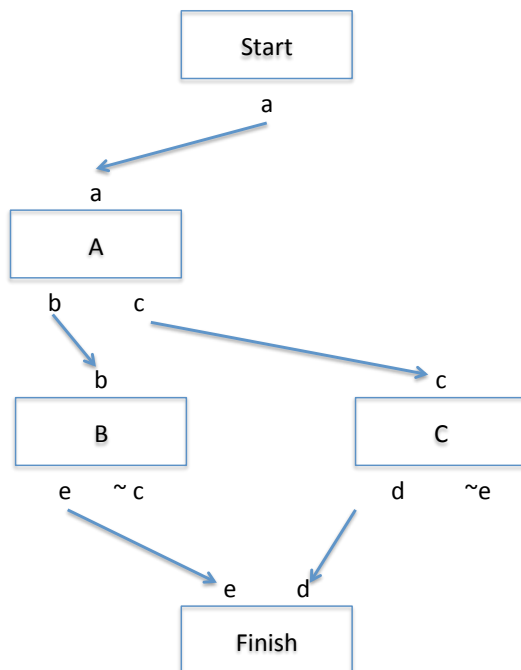
I.7) Seja Q o programa em lógica normal listado abaixo. Indique, caso exista, um modelo estável do programa Q. Justifique a sua resposta.

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

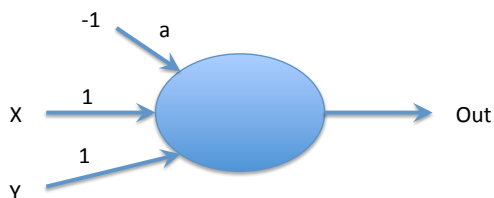
I.8) Seja **T** a teoria em lógica de primeira ordem formada pelas seguintes fórmulas: $\forall_x \forall_y (menor(x, y) \Leftrightarrow maior(y, x)), \forall_x \forall_y ((maior(x, y) \vee menor(x, y)) \Rightarrow número(x))$. Demonstre pelo método de resolução que a fórmula $\forall_x \forall_y (menor(x, y) \Rightarrow número(y))$ é uma consequência lógica de **T**, explicitando as unificações efectuadas.

Espaço de rascunho:

I.9) Considere o seguinte plano POP incompleto na figura. Recorrendo ao algoritmo POP demonstre que existe uma única sequência de execução possível dos passos. Simule a execução dessa sequência a partir do estado inicial dado (i.e. $\{a\}$).



I.10) O perceptron da figura abaixo tem variáveis de entrada booleanas **X** e **Y**, e saída **Out** também booleana com os valores 0 (falso) e 1 (verdadeiro). A função de ativação é a função limiar dada definida matematicamente por $limiar(x) = 1$ sse $x \geq 0$, e $limiar(x) = 0$ caso contrário. Indique o intervalo de valores possíveis para o parâmetro a de forma a que o perceptron se comporte como uma porta lógica **AND**.



Espaço de rascunho:

GRUPO II

Num país fictício 40% da população é idosa. Dos idosos, 70% são mulheres e os restantes 30% são homens; os cidadãos não idosos distribuem-se igualmente entre homens e mulheres. Cerca de 90% dos idosos sofre de uma doença crónica, enquanto 5% do resto da população sofre de uma doença crónica. Os rendimentos de 90% dos idosos são baixos e os rendimentos dos cidadãos não idosos são baixos em 50% dos casos. Os doentes crónicos ou cidadãos de rendimentos baixos têm direito a isenção de taxas moderadoras; os restantes cidadãos não têm isenção de taxas moderadoras.

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.

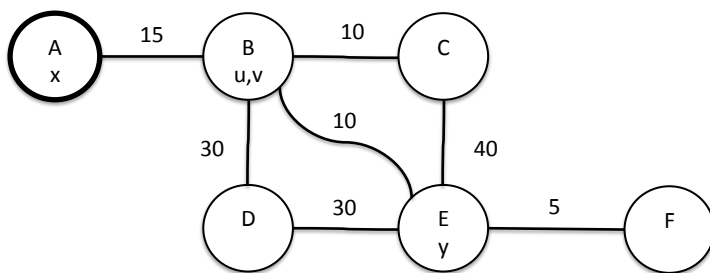
II.2) Calcule a probabilidade de um cidadão ser mulher sabendo que tem isenção de taxas moderadoras e rendimentos baixos.

II.3) Determine a probabilidade de simultaneamente se ser idoso, ter rendimentos baixos e não ter uma doença crónica.

Espaço de rascunho:

GRUPO III

Uma empresa pretende otimizar a sua logística tendo apenas um camião para fazer a sua distribuição. A empresa tem de recolher objetos em diversos pontos e transportá-los para os pontos de destino. Cada objeto tem um peso e o camião não pode transportar mais de 25 t. O problema é descrito através de um grafo não dirigido etiquetado G em que os vértices P denotam os pontos de entrega/recolha de objetos e com as arestas L representando as ligações entre os pontos. As arestas têm associadas uma etiqueta indicando o custo de percorrer a ligação correspondente. Adicionalmente, o conjunto O contém os objetos a entregar estando definidas as seguintes funções $\text{peso}: O \rightarrow [0,25]$, $\text{recolha}: O \rightarrow P$ e $\text{entrega}: O \rightarrow P$, indicando o peso (em toneladas), ponto de recolha e de entrega de cada objeto; sabe-se ainda que todos os objetos devem ser transportados para um ponto distinto do ponto de recolha. A operação de carga ou descarga de um objeto incorre em 3 unidades de custo, estando sempre o camião descarregado no início. Na figura seguinte apresenta-se uma instância do problema com 6 pontos $P = \{A, B, C, D, E, F\}$ e 4 objetos $O = \{u, v, x, y\}$. No início o camião encontra-se no ponto A, podendo permanecer em qualquer ponto após a entrega de todos os objetos.



Objeto	Peso (t)	Ponto Recolha	Ponto Entrega
u	20	B	C
v	15	B	D
x	5	A	E
y	10	E	D

O conjunto de ligações L é $\{\{A,B\}, \{B,C\}, \{B,D\}, \{B,E\}, \{C,E\}, \{D,E\}, \{E,F\}\}$. A função de custo (etiquetas) das ligações pode-se facilmente extrair a partir da figura, e.g. $\text{custo}(\{A,B\})=15$, assim como as funções associadas com os objetos, por exemplo, temos $\text{peso}(x) = 5$, $\text{recolha}(x)=A$ e $\text{entrega}(x)=E$.

III.1) Indique qual a dimensão do espaço de estados em função do número n de vértices do grafo e número de objetos o . Ignore no seu cálculo o limite de peso do camião.

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

- O número de objetos no camião multiplicado por 6;
- O menor custo das ligações $\times \frac{\text{soma dos pesos dos objetos por recolher}}{25}$;
- O número de objetos por recolher multiplicado pelo menor custo das ligações (arestas);
- O número de objetos no camião multiplicado por 3 + 6 vezes o número de objetos por recolher.

III.4) Indique e justifique se o problema é adequado à resolução por um algoritmo de procura local.

FIM