

Comece por ler atentamente o enunciado. Deve no entanto responder por grupos, em folhas separadas:

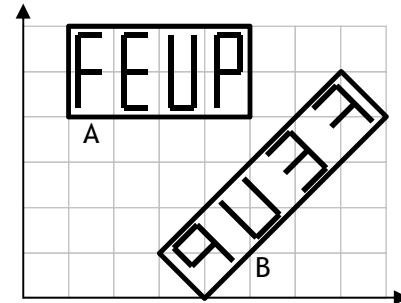
Grupo A: prob. 1, 2, 3

Grupo B: prob. 4, 5, 6

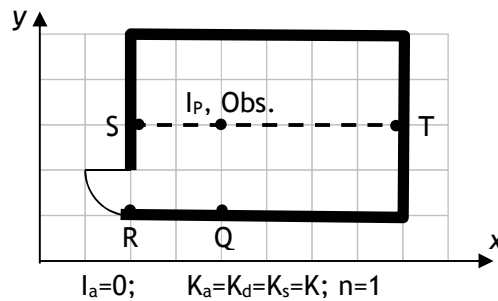
Grupo C: prob. 7, 8, 9

- 1) Seja a Transformação Geométrica responsável pela passagem da etiqueta FEUP da posição A para a posição B.

- a) [1.5] Indique o cálculo da matriz correspondente, utilizando a notação simbólica utilizada durante as aulas.  
b) [1.5] Justifique a razão pela qual se utilizam, em Transformações Geométricas 2D, matrizes de dimensão 3x3.



- 2) A figura mostra uma sala vista em planta; todas as paredes se compõem do mesmo material cujas propriedades se apresentam junto. As posições da fonte de luz e do observador coincidem no ponto assinalado.



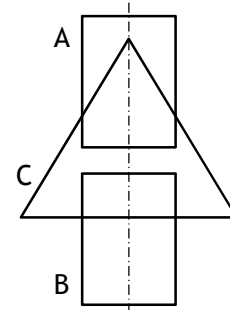
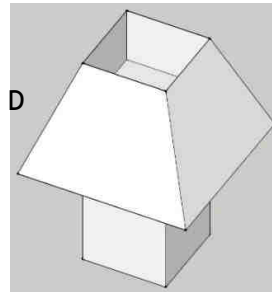
	<i>cos</i>	<i>sen</i>
0°	1	0
30°	$\sqrt{3}/2$	1/2
45°	$\sqrt{2}/2$	$\sqrt{2}/2$
60°	1/2	$\sqrt{3}/2$
90°	0	1

- a) Considere a ausência de qualquer tipo de atenuação.  
i) [1] Determine as iluminações nos pontos R e Q, considerando a ausência de qualquer tipo de atenuação.  
ii) [1] Suponha agora que a fonte de luz mantém a sua posição, mas que o observador se desloca desde S até T seguindo a linha pontilhada; diga se existe alguma posição do observador (coordenada x=?) que torna iguais as iluminações em R e em Q.  
b) Considere agora a atenuação linear da iluminação com a distância.  
i) [1] Repita a alínea a) i).  
ii) [1] Repita a alínea a) ii), mas para iguais iluminações nos pontos S e T.
- 3) [1] Diga como pode o método "Volume de Sombras" ser utilizado em cenas em que existam mais do que uma fonte de luz.
- 4) Quando se usa sombreamento do tipo *Constant Shading*, o efeito de *Mach Band* corresponde a uma descontinuidade de iluminação que pode ser sentida através da:
1. Função da Iluminação
  2. Derivada da Função de Iluminação
- a) [1] Diga qual das duas alternativas anteriores se adequa melhor à frase inicial.

- b) [1] Idem, mas considerando agora o sombreado do tipo *Gouraud Shading*.
- 5) Considere as seguintes afirmações e classifique-as como verdadeiras ou falsas, justificando ou corrigindo estas últimas.
- [1] A técnica *Back Face Culling* permite reduzir o número de polígonos a processar em termos de cálculo de iluminação.
  - [1] A técnica baseia-se na análise do ângulo formado entre a normal orientada de um polígono e o vetor que aponta para o observador.
  - [1] A análise do ângulo resume-se à verificação do sinal do resultado do produto vetorial desses dois vetores.
- 6) [1] Diga de que forma é que a técnica *Item Buffers* garante a diminuição do número de raios a processar em *Ray-Tracing*.
- 7) [1.5] A tabela seguinte apresenta cinco cores C1 a C5, codificadas segundo os modelos HSV, RGB e CMY. Complete os valores em falta.

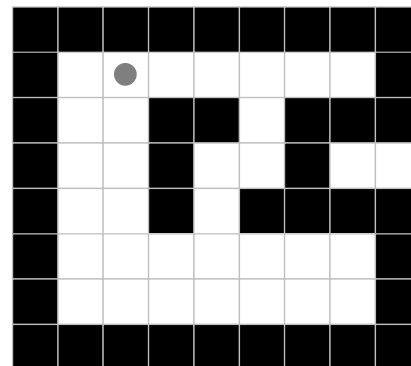
	H	S	V	R	G	B	C	M	Y
C1	180°	100%	100%						
C2		50%	50%				128		128
C3							64	64	64
C4			100%		64		191		
C5				128		128		255	

- 8) O sólido junto D foi obtido com base em operações Booleanas aplicadas sobre as primitivas A, B (ambas do tipo prisma quadrangular) e C (pirâmide quadrangular), alinhadas segundo o seu eixo vertical central.



- [1] Qual a expressão que traduz as operações Booleanas efetuadas? por exemplo:  $D = (A \cup B) - C$
- [1.5] Verifique que o sólido D é válido à luz da Fórmula de Euler.

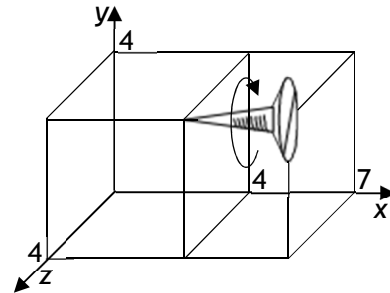
- 9) [2] A figura seguinte mostra o esboço de uma região de conectividade 4 cujo interior se pretende preencher por meio do algoritmo "análise de contorno". Cada quadrícula representa um *pixel* e o ponto assinalado com um círculo é o ponto de partida. Apresente as principais etapas do preenchimento da região, assinalando os pontos de partida ( $S_k$ ) utilizados e a ordem pela qual os *pixels* são preenchidos.



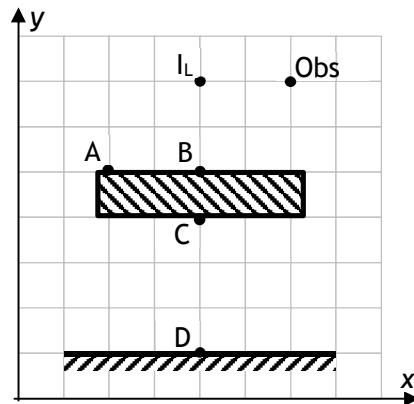
Comece por ler atentamente o enunciado. As respostas podem ser dadas por qualquer ordem, mas devem ser devidamente assinaladas/identificadas.

- 1) Seja  $M_{AC}$  a matriz de Transformação Geométrica que permite passar um objeto da posição  $A$  para a posição  $C$ ; da mesma forma,  $M_{BC}$  define-se relativamente às posições  $B$  e  $C$ .

- a) [1] Indique como usaria as matrizes anteriores para calcular a matriz  $M_{BA}$  necessária para passar da posição  $B$  para a posição  $A$ .
- b) [1] Seja o parafuso da figura junta. Represente, em notação simbólica, a matriz de transformação geométrica necessária para fazer avançar o parafuso de uma distância  $0.25$  ao longo do seu eixo, ao mesmo tempo que é rodado de um ângulo de  $45^\circ$  no sentido indicado.



- 2) Considere, na figura seguinte, o modelo de iluminação de *Phong*, sem qualquer tipo de atenuações. O lado de cada quadricula representa uma unidade de distância e as propriedades dos materiais encontram-se juntas.

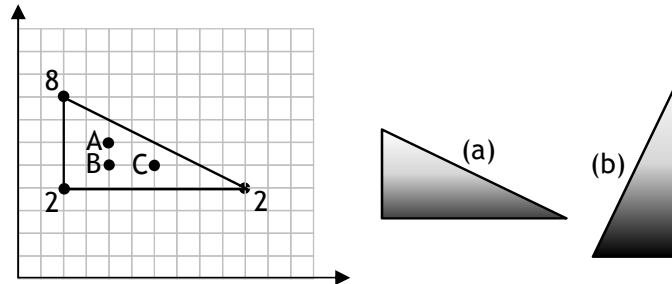


$$I_a = I_p = I_L; K_a = K_d = K; K_{SA} = K; K_{SD} = 0; n = 1$$

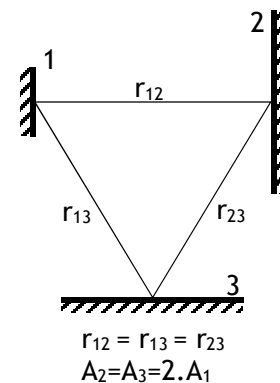
	<i>cos</i>	<i>sen</i>
$0^\circ$	1	0
$30^\circ$	$\sqrt{3}/2$	$1/2$
$45^\circ$	$\sqrt{2}/2$	$\sqrt{2}/2$
$60^\circ$	$1/2$	$\sqrt{3}/2$
$90^\circ$	0	1

- a) [1] Determine a iluminação no ponto  $C$
- b) [1] Determine a Iluminação no ponto  $B$
- c) [1] Sendo permitido movimentar a fonte de luz na vertical, determine as condições que garantem a iluminação em  $B$  igual à iluminação em  $D$ .
- d) [1] Repita a alínea anterior, supondo agora a atenuação linear da iluminação com a distância.

- 3) Seja o triângulo junto a ser iluminado utilizando o método de sombreamento suavizado de Gouraud. Os números junto aos vértices representam os respectivos valores de iluminação.

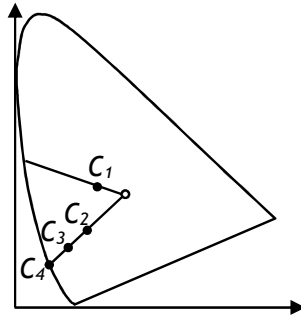


- a) [1.5] Determine a iluminação nos pontos *A*, *B* e *C*.
- b) [1] Confirme se a imagem (a) é a que se obtém como resultado da alínea anterior.
- c) [1] Idem com (b) para o mesmo objeto depois de rodado 90° e com os mesmos valores de iluminação iniciais.
- 4) Identifique como verdadeiras ou falsas, justificando, as afirmações seguintes relativas à técnica *Bump Textures*.
- a) [0.5] Permitem diminuir a complexidade geométrica dos objetos em que sejam usadas.
- b) [0.5] Permitem diminuir a complexidade dos cálculos de iluminação nos objetos em que sejam utilizadas.
- c) [0.5] São compatíveis com qualquer dos métodos de sombreamento suavizado *Gouraud* e *Phong Shading*.
- 5) Sejam os seguintes três polígonos/*patches* a iluminar pelo método de Radiosidade (*Radiosity*). Tendo em conta a geometria apresentada (distâncias, áreas, ângulos), classifique como verdadeiras ou falsas as seguintes afirmações:



- a) [1]  $F_{12} > F_{21}$
- b) [1]  $F_{12} < F_{13}$
- c) [1]  $F_{23} = F_{32}$

- 6) [1.5] Sejam as cores  $C_1$  a  $C_4$  marcadas no diagrama CIE junto. Estabeleça as respetivas equivalências com as cores  $C_a$  a  $C_d$  apresentadas seguidamente, expressas em  $HSV$  (valor  $H$  desconhecido) e em  $RGB$ .

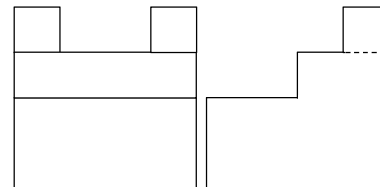
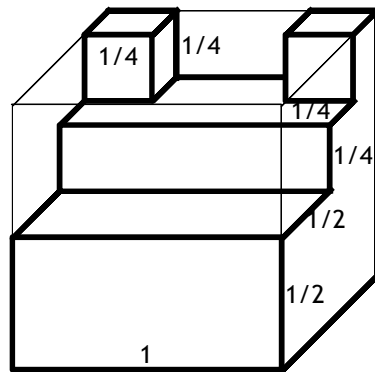


$C_1$ o	o $C_a(HSV)=(h,75\%,25\%)$
$C_2$ o	o $C_b(RGB)=(0,64,64)$
$C_3$ o	o $C_c(HSV)=(h,25\%,75\%)$
$C_4$ o	o $C_d(RGB)=(64,64,128)$

- 7) [1.5] Seja uma nova família de curvas paramétricas polinomiais de grau 3, caracterizada pelo vetor geométrico seguinte. Determine a matriz base correspondente.

$$G_N = \begin{bmatrix} V1 \\ P1 \\ V3 \\ P3 \end{bmatrix} \text{ em que: } \begin{cases} V1 = P2 - P1 \\ V3 = P3 - P4 \end{cases} \text{ com } P1, P2, P3, P4 \text{ das curvas de Bezier}$$

- 8) [1.5] Represente o objeto seguinte usando *octrees*.



- 9) [1.5] Considere o preenchimento de regiões segundo descrição de contorno, pelo algoritmo da lista de pontos de fronteira ordenados. As intersecções das arestas com as linhas de varrimento do ecrã resultaram no conjunto seguinte de pontos.

(3, 2) (3, 3) (3, 4) (8, 2) (7, 3) (6, 4)

Mencione os passos seguintes do algoritmo, aplicados ao presente caso, e efetue o preenchimento da área correspondente.

