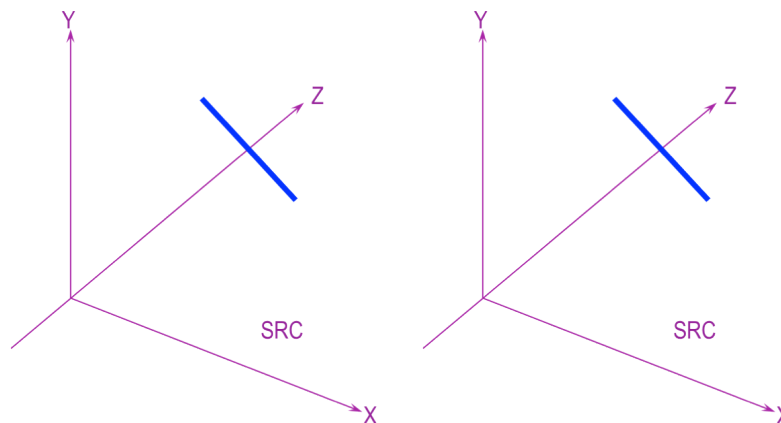


NOME: \_\_\_\_\_ **GABARITO** \_\_\_\_\_ No. Matrícula \_\_\_\_\_

**Exceto a questão 8 que vale 2 (dois) pontos, todas as demais questões valem 1 ponto.**

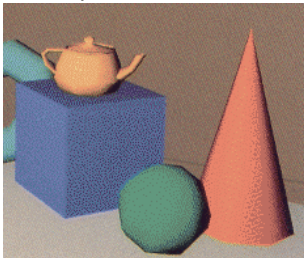
**1.** Mostre nas figuras abaixo, o volume de visualização e o resultado da projeção do segmento de reta, segundo o tipo solicitado. Considere as coordenadas do segmento como sendo (0,10,10) e (10,5,10) já no SRC. Defina, como achar conveniente, todos os detalhes pertinentes.



Projeção paralela ortográfica

Projeção perspectiva

**2.** Nas afirmativas abaixo, coloque 1 quando for relativa a reflexão difusa, 2 quando for relativa a reflexão especular e 3 quando for relativo a reflexão ambiente. Deixe em branco, caso contrário.



( 1 )



( 2 )

- ( 1 ) Reflexão caracterizada por ser de mesma intensidade em todas as direções e dependente da orientação das faces.  
( 2 ) A percepção deste tipo de reflexão depende da posição do observador.  
( 1 ) Tipo de reflexão responsável pelo efeito de cor do objeto.  
( 2 ) Pode-se obter efeitos de superfície com brilho, superfícies mais opacas ou metálicas.  
( 3 ) Se utilizada isoladamente, resulta em todas as faces de um objeto tonalizadas com a mesma intensidade.  
( ) Reflexão responsável pela simulação da luz transmitida através dos objetos.

**3.** Dada uma cena de computação gráfica com os seguintes parâmetros:

- fonte de luz pontual na posição (1,5,1) com intensidade  $I_p = 1$
- ponto P com coordenadas (5,2,1)
- vetor normal ao ponto P igual a (0,2,0)
- observador na posição com coordenadas (6,5,1)

Lembrando que o vetor reflexão é obtido por  $R = 2N(N \cdot L) - L$ , calcule (e mostre) o seguinte:

- a) A componente de reflexão difusa  $I_d$  com  $k_d = 0.4$  no ponto P  
b) A componente de reflexão especular  $I_s$  com  $k_s = 0.5$  e  $n=10$  no ponto P  
c) A intensidade final  $I$  considerando o modelo simples de iluminação apresentado em sala de aula e  $k_a = 0.1$  e  $I_a$  (luz ambiente) com intensidade igual a 0.2.

a)  $I_d = k_d(N.L)$

Normalizando N temos  $N=(0,1,0)$

L em relação ao ponto P temos  $L = (1-5, 5-2, 1-1) = (-4, 3, 0)$

Normalizando L temos  $L=(-4/5, 3/5, 0)$

$(N.L) = 0.(-4/5) + 1. 3/5 + 0.0 = 3/5$

Logo  $I_d = 0.4 \cdot 3/5 = 0.24$

b)  $R = 2N(N.L) - L$

$R = 2 (0,1,0) 3/5 - (-4/5, 3/5, 0)$

$R = (0, 6/5, 0) - (-4/5, 3/5, 0)$

$R = (4/5, 3/5, 0)$

V em relação ao ponto P temos  $V=(6-5, 5-2, 1-1) = (1, 3, 0)$

Normalizando V temos  $V=(1/\sqrt{10}, 3/\sqrt{10}, 0)$

$(V.R)^2 = (4/5.\sqrt{10} + 9/5.\sqrt{10})^2 = 0.14$

Logo  $I_s = 0.5 \cdot 0.14 = 0.07$

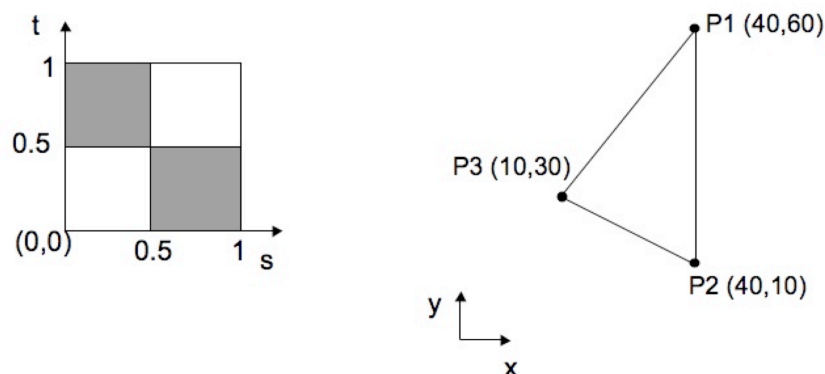
c)  $I = 0.1 \cdot 0.2 + 0.24 + 0.07$

$I = 0.33$

4. Se uma cena modelada em computação gráfica não contém objetos transparentes ou reflexivos, a imagem sintetizada com traçado de raios (ray tracing) será diferente da imagem sintetizada em OpenGL utilizando o mesmo modelo de iluminação local? Explique.

Sim, as imagens serão diferentes, mesmo sem objetos transparentes ou reflexivos. A razão principal para a diferença está nas sombras, que não são implementadas nativamente em OpenGL, mas são inerentes no Ray-tracing.

5. Um mapa de textura com padrão quadriculado (imagem à esquerda) é mapeado para o triângulo definido à direita. Desenhe esquematicamente no triângulo como este mapa de textura aparece no mesmo. As coordenadas de textura dos pontos são:  $P1:(s,t)=(1,0)$ ,  $P2:(s,t)=(0,1)$  e  $P3:(s,t)=(0.5,0.5)$ . Suponha que os pixels internos ao triângulo são obtidos por interpolação dos vértices.



Os 3 pontos irão corresponder no mapa de textura a pontos escuros, logo o triângulo inteiro será pintado de escuro, já que os pontos internos são obtidos por interpolação.

6. As curvas cúbicas Bezier são definidas como:

$$Q(t) = P_1(1 - t)^3 + P_2 3t(1 - t)^2 + P_3 3t^2(1 - t) + P_4 t^3$$

Dada uma curva onde  $P_3 = P_4 = (0, 2, 2)$ ,  $P_1 = (0, 1, 1)$  e  $Q(1/2) = (0, 2, 3)$ , calcule o valor de  $P_2$ .

$$Q(1/2) = P_1(1 - 1/2)^3 + P_2 3(1/2)(1 - 1/2)^2 + P_3 3(1/2)^2(1 - 1/2) + P_4 (1/2)^3$$

$$Q(1/2) = P_1 1/8 + P_2 3/8 + P_3 3/8 + P_4 1/8$$

$$Q_x(1/2) = 0 = P_{2x} 3/8$$

$$P_{2x} = 0$$

$$Q_y(1/2) = 2 = 1/8 + P_{2y} 3/8 + 2 \cdot 3/8 + 2 \cdot 1/8$$

$$2 - 1/8 - 6/8 - 2/8 = P_{2y} 3/8$$

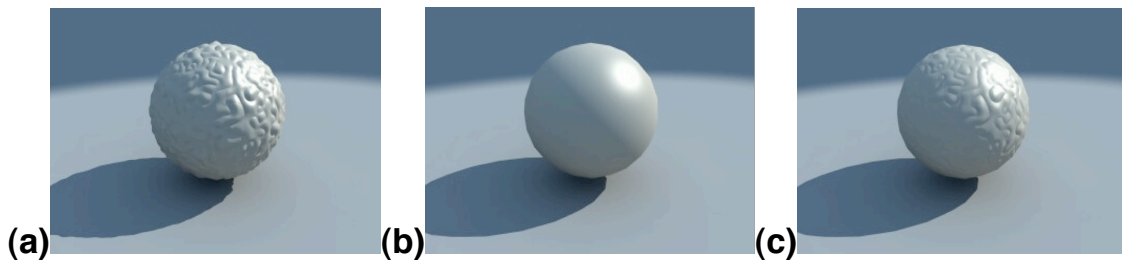
$$P_{2y} = 7/3$$

$$Q_z(1/2) = 3 = 1/8 + P_{2z} 3/8 + 2 \cdot 3/8 + 2 \cdot 1/8$$

$$P_{2z} = 5$$

$$P_2(0, 7/3, 5)$$

7. Abaixo ilustramos o mesmo objeto visualizado em três situações diferentes. Identifique (dando o nome correto) e comente qualitativamente as técnicas para gerá-las, ressaltando as vantagens e desvantagens.



Cena (a) Aplicação de Displacement Mapping (geometria alterada, sombras corretas)

Cena (b) Objeto com modelo de iluminação local e sombras apenas (em comparação com (a) e (c) onde técnicas de mapeamento foram utilizadas)

Cena (c) Aplicação de Bump Mapping (não altera a geometria, apenas as normais, efeito visual de alteração da superfície).

8. Marque V ou F caso conforme sejam verdadeiras ou falsas as afirmações a seguir, envolvendo a geração de imagens.

- ( F ) O processo de remoção de elementos ocultos usando o algoritmo do pintor ocorre durante a etapa de rasterização das primitivas geométricas e se baseia no armazenamento das profundidades de todos os pontos.
- ( F ) *Back-face culling* é uma técnica de iluminação local baseada na tonalização das faces de acordo com sua orientação com o observador. Essa informação pode ser obtida da ordem de representação dos vértices da face (CCW ou CW em OpenGL).
- ( F ) O método de sombreado de Gouraud é baseado na interpolação dos vetores normais nos vértices das faces e é executado durante a etapa de rasterização das referidas faces.
- ( V ) *Smooth shading* é implementado em OpenGL com base na interpolação das cores calculadas ou especificadas nos vértices das faces.
- ( V ) Através do algoritmo de *ray-tracing* podemos obter imagens com reflexão especular e modelar a refração que pode ocorrer quando há objetos transparentes na cena.
- ( F ) A técnica de radiosidade permite modelar a reflexão especular dos objetos com mais realismo porque é baseada nas múltiplas inter-reflexões entre as superfícies.
- ( V ) A determinação de sombras no *ray-tracing* é obtida traçando um raio do objeto até a(s) fonte(s) de luz.

- ( V ) Uma das técnicas de obtenção de sombras projetadas no *pipeline* convencional é a projeção do “envelope” do objeto em outras superfícies da cena, a partir da fonte de luz.
- ( F ) Sombras suaves são mais caras computacionalmente do que sombras duras, pois modelam apenas a penumbra.
- ( V ) O fator de forma entre duas superfícies arbitrárias quaisquer pode ser sempre calculado de forma aproximada pela técnica do Hemicubo.

9. A respeito de modelagem de objetos em computação gráfica, analise as frase a seguir e preencha as lacunas:

- a) Chamamos de **funções de mistura** as funções do parâmetro  **$t$**  que justamente dão o peso de cada ponto de controle na composição de uma curva paramétrica como a de Bezier, por exemplo.
- b) As curvas **interpoladas (poderia ser Bezier também?)** empregam diretamente as coordenadas de quatro pontos de controle em sua formulação.
- c) Uma curva **Hermite** unindo dois pontos quaisquer no espaço requer a especificação da coordenadas dos pontos inicial e final e dos vetores tangentes à curva nesses pontos.
- d) Uma árvore do tipo **quadtree** representa um objeto através da subdivisão sucessiva do plano que o contém em quadrantes.
- e) A técnica de representação de um objeto pela especificação de uma seção plana e de uma trajetória dessa seção no espaço é conhecida como **deslizamento (sweeping)**.