

1. Considere a matriz A, obtida após uma sequência de transformações geométricas. Indique a sequência incorrecta para gerar a matriz A a partir da matriz identidade, e apresente o resultado da respectiva opção.

$$A = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 0 & 4 \\ 0 & 4 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & 4 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(a) `translate(1, 1, 1);`
`scale(4, 4, 4);`

(b) `translate(4, 4, 4);`
`scale(4, 4, 4);`

(c) `scale(4, 4, 4);`
`translate(1, 1, 1);`

2. Considere um quadrado centrado na origem cujas arestas têm 1 unidade de comprimento e a seguinte matriz de transformação geométrica 2D:

$$\begin{bmatrix} -0.50 & 0.86 & -1 \\ -0.86 & -0.50 & -2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Desenhe o sistema de coordenadas após a transformação e desenhe o quadrado na sua posição antes e depois da transformação apresentada.

3. Considere o seguinte excerto de código :

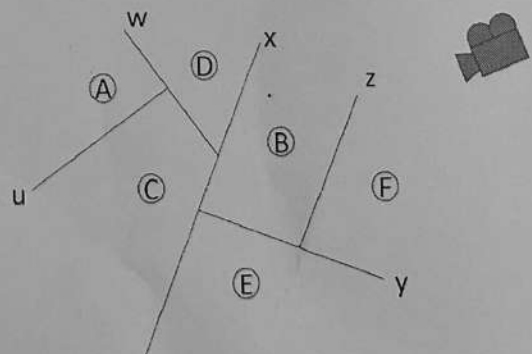
```
translate(-1, 0, 0);
drawSphere (); // esfera 1
translate(1, 0, 0);
gluLookAt(3, 0, -3, 0, 0, -3, 0, 1, 0);
translate(0, 0, -3);
drawSphere (); // esfera 2
```

Considerando somente o plano XZ do espaço global, desenhe e identifique a posição das esferas, a posição da câmara e o sistema de eixos da câmara.

4. A composição de transformações geométricas é em certos casos comutativa, embora no caso geral não o seja.
- (a) Mostre que a composição de transformações geométricas compostas exclusivamente por translações é comutativa.
- (b) Mostre algebricamente que a composição de duas transformações geométricas, sendo uma delas uma translação e a outra uma escala, não é comutativa.

5. Considere a seguinte divisão do espaço utilizando uma BSP de acordo com a figura.

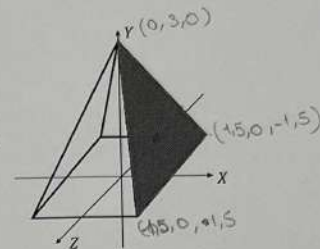
- (a) Construa a árvore definida pela BSB.
- (b) Dada a posição da câmara indicada na figura, indique qual a ordem de desenho dos objectos de forma a garantir a ordem de desenho.



1. Considere a definição de Hermite para curvas cúbicas. Descreva as condições necessárias para juntar duas curvas com continuidade da primeira derivada.

Elabore um diagrama de suporte à resposta.

2. Considere uma pirâmide quadrangular cuja base tem área 4 e altura 3. Apresente a expressão para o cálculo da normal da face sombreada na figura.



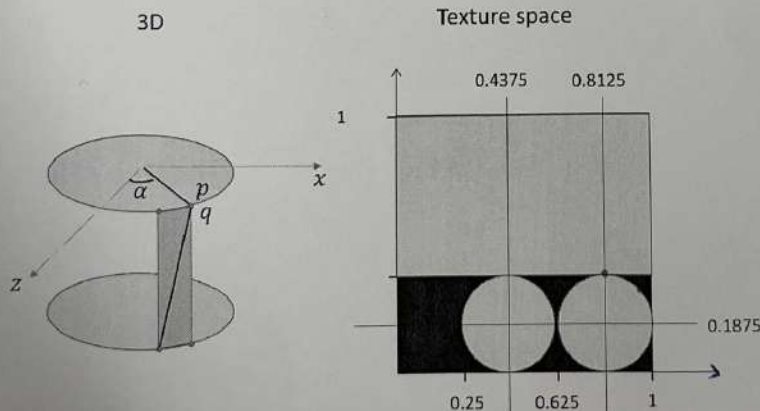
3. Considere o seguinte excerto de código:

```
float x[4] = {0.0, 0.0, -1.0, 1.0};
glLoadIdentity();
glRotatef(90, 0.0, 1.0, 0.0);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, x);
glRotate(-90, 0.0, 1.0, 0.0);
gluLookAt( 2, 0, 2, 0, 0, 2, 0, 1, 0)
```



Considerando o espaço global, onde fica a luz posicionada? Desenhe um diagrama no plano XZ do espaço global com a posição da câmara e a posição da luz

4. Considere o template para a aplicação de uma textura num cilindro. Calcule a expressão para o cálculo das coordenadas de textura do ponto p , vértice de um triângulo da tampa do cilindro, e do ponto q , vértice de um ponto do lado do cilindro. Assuma que o círculo da esquerda corresponde à tampa do topo do cilindro.



5. Por forma a tornar eficiente o algoritmo de view frustum culling é necessário implementar algum mecanismo de agrupamento de triângulos. Descreva o processo de partição espacial 3D baseado em k-D trees.