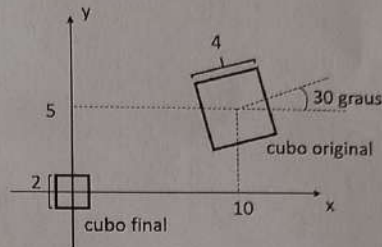


Parte I - Transformações Geométricas, Câmara, Depth Buffer

1. Considere um cubo com as seguintes características:

- centro em (10, 5, 0);
- arestas do cubo têm quatro unidades de comprimento;
- rodado 30 graus.



Defina os parâmetros da seguinte sequência de transformações geométricas para colocar o cubo na origem, com as arestas de comprimento 2 alinhadas com os eixos.

```
translate(____, ____ , ____);  
scale(____, ____ , ____);  
rotate(____, ____ , ____ , ____);
```

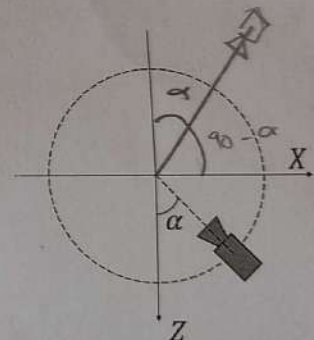
2. Pretende-se colocar uma câmara na circunferência de raio unitário com centro na origem, como ilustrado na figura.

- (a) Escreva os parâmetros da função `gluLookAt`, sabendo que os três primeiros parâmetros representam a posição da câmara, os três seguintes indicam o ponto para onde a câmara aponta, e os três últimos definem o vector "up".

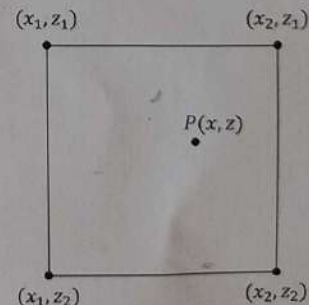
```
gluLookAt(____, ____ , ____ , ____ , ____ , ____ , ____ , ____ , ____);
```

- (b) Recorrendo somente a rotações e translações, escreva a sequência de transformações geométricas apropriadas para obter exactamente a mesma definição da câmara.

```
glRotate(____, ____ , ____ , ____);  
glTranslate(____, ____ , ____);
```



3. Considere que se pretende usar uma grelha para representar um terreno, à semelhança do que foi pedido na aula prática. As coordenadas dos pontos da grelha são números inteiros e a dimensão dos lados de cada quadrícula da grelha é uma unidade. Para obter a altura dos pontos da grelha é disponibilizada a função $h(x, z)$, sendo x, z as coordenadas inteiras de um ponto da grelha. Com base na figura, que representa uma quadrícula da grelha, apresente o processo de cálculo da altura de um ponto P no interior da quadrícula.



4. Considere que uma câmara está definida com a seguinte instrução:

```
gluLookAt( p1, p2, p3, l1, l2, l3, u1, u2, u3);
```

Apresente o processo de cálculo para mover a câmara para cima uma unidade (considerando o referencial da câmara), mantendo a direcção do olhar, recorrendo somente à informação fornecida na instrução.

Parte II - Curvas de Bezier; Iluminação; Texturas; View Frustum Culling

1. Considere duas curvas de Bézier de grau 3, P e Q , com os respectivos pontos de controle P_1, P_2, P_3, P_4 , e Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 . Indique a condição necessária para o ponto Q_2 para haver continuidade da primeira derivada na junção das duas curvas, sendo $P_4 = Q_1$:

(a) $Q_2 = 2 \times P_4 - P_3$

(b) $Q_2 = 2 \times P_3 - P_4$

(c) $Q_2 = -P_3$

Desenhe um diagrama com os pontos de controle das duas curvas de acordo com a sua escolha.

2. Considere a imagem representativa da mira técnica utilizada pela RTP em 1956 aplicada como uma textura a um quad (polígono com 4 vértices). Um exemplo da definição das coordenadas de textura, tendo como resultado a imagem esquerda, pode ser representado com o seguinte código:

```
glBegin(GL_QUADS);  
    glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(-1.0f, -1.0f, 0.0f);  
    glTexCoord2f(1.0, 0.0); glVertex3f( 1.0f, -1.0f, 0.0f);  
    glTexCoord2f(1.0, 1.0); glVertex3f( 1.0f,  1.0f, 0.0f);  
    glTexCoord2f(0.0, 1.0); glVertex3f(-1.0f,  1.0f, 0.0f);  
glEnd();
```

No código que se segue, defina as coordenadas de textura em falta de modo a obter como resultado a imagem direita.



```
glBegin(GL_QUADS);  
    glTexCoord2f( __, __ ); glVertex3f(-1.0f, -1.0f, 0.0f);  
    glTexCoord2f( __, __ ); glVertex3f( 1.0f, -1.0f, 0.0f);  
    glTexCoord2f( __, __ ); glVertex3f( 1.0f,  1.0f, 0.0f);  
    glTexCoord2f( __, __ ); glVertex3f(-1.0f,  1.0f, 0.0f);  
glEnd();
```

3. Considere duas das componentes da equação de iluminação: difusa e especular. Apresente a equação de cada componente suportada por um diagrama indicando claramente os elementos envolvidos na equação. Para a componente especular considere a equação de Phong.

4. Considere o seguinte excerto de código :

```
float p[4] = {0.0, 1.0, 0.0, 1.0};  
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, p);  
gluLookAt( 5, 0, 5, 0, 0, 0, 0, 1, 0);  
glLightfv(GL_LIGHT1, GL_POSITION, p);  
...
```

Indique quais das seguintes afirmações são falsas, corrigindo as respectivas afirmações para que se tornem verdadeiras:

- (a) A posição da luz 1 no espaço global é dependente da posição da câmara.
- (b) A posição da luz 0 no espaço global é fixa.
- (c) No espaço global, a posição da luz 0 é idêntica à posição da luz 1 se a câmara for posicionada com `gluLookAt(0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, -1, 0)`