



INSTITUTO
SUPERIOR
TÉCNICO

Computação Gráfica

Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores
Alameda / Taguspark

Segundo Teste

18 de Novembro de 2015

O teste tem a duração de **1h00**, tolerância incluída. Responda às questões **unicamente** no espaço disponibilizado. **Identifique todas as folhas.** No enunciado existem duas páginas para rascunho devidamente identificadas. Estas não serão consideradas na avaliação. Durante o exame apenas é permitido o uso de caneta. Não é permitido o uso de calculadoras ou telemóveis. Uma resposta errada nas perguntas de escolha múltipla desconta 1/3 da cotação da respectiva questão.

Identificação do Aluno

Nome:

Número:

	30°	45°	60°
<i>sin</i>	0,5	0,707	0,866
<i>cos</i>	0,866	0,707	0,5
<i>tan</i>	0,578	1,0	1,732

	30°	45°	60°
<i>sin</i>	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
<i>cos</i>	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$
<i>tan</i>	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$

```

void glutInitWindowSize(int width, int height);
void glutInitWindowPosition(int x, int y);
void glViewport(GLint x, GLint y, GLsizei width, GLsizei height);
void glOrtho( GLdouble left, GLdouble right,
              GLdouble bottom, GLdouble top,
              GLdouble nearVal, GLdouble farVal);
void gluLookAt(GLdouble eyeX, GLdouble eyeY, GLdouble eyeZ,
               GLdouble centerX, GLdouble centerY, GLdouble centerZ,
               GLdouble upX, GLdouble upY, GLdouble upZ);
void gluPerspective( GLdouble fovy, GLdouble aspect,
                    GLdouble zNear, GLdouble zFar);

```

1. [0.9v] Indique qual dos trechos de código OpenGL deve ser usada para definir uma fonte de luz **direccional**.

(escolha múltipla: indique a opção correcta)

- A: `GLfloat v[] = { 0.0f, 0.5f, 0.5f, 1.0f };
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, v);`
- B: `GLfloat v[] = { 0.0f, 0.5f, 0.5f, 0.0f };
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, v);`
- C: `GLfloat v[] = { 0.0f, 0.5f, 0.5f, 1.0f };
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_SPOT_DIRECTION, v);`
- D: `GLfloat v[] = { 0.0f, 0.5f, 0.5f };
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_SPOT_DIRECTION, v);`

E: Nenhuma das opções anteriores

Opção correcta: _____

Resposta: A opção A define uma luz pontual e a opção D define a direcção numa luz *spotlight*, tal como a opção C (apesar de esta conter um elemento a mais no vector, este é ignorado pelo sistema). A opção B define uma luz direccional pois usa o parâmetro W a zero.

2. [2.1v] Considere que tem uma fonte de luz pontual em cuja definição estão as linhas de código abaixo, que está activo o cálculo da iluminação e que não existe nenhuma componente de luz ambiente global.

```
GLfloat ambient[] = { 0.1, 0.1, 0.0, 1.0 };  
GLfloat diffuse[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };  
GLfloat specular[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };  
  
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_AMBIENT, ambient);  
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, diffuse);  
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_SPECULAR, specular);  
  
glLightf(GL_LIGHT0, GL_CONSTANT_ATTENUATION, 1.0);  
glLightf(GL_LIGHT0, GL_LINEAR_ATTENUATION, 1.0);  
glLightf(GL_LIGHT0, GL_QUADRATIC_ATTENUATION, 0.0);
```

- a) [0.3v] Indique o valor das três componentes da atenuação atmosférica.

a = _____ b = _____ c = _____

Identificação do Aluno

Nome:

Número:

Resposta: $a=1.0, b=1.0, c=0.0$

- b) [0.9v] Sabendo que o vértice V está, no momento do cálculo da sua cor, a uma distância da fonte de luz de $d=3.0f$, indique qual o valor do factor de atenuação atmosférica (f).

$f =$ _____

Resposta:

$$f = \frac{1}{a + bd + cd^2} = \frac{1}{1.0 + 1.0 * 3.0 + 0.0 * 9.0} = 1/4$$

- c) [0.9v] Sabendo que o ângulo entre a normal no vértice V e o vector que liga a o vértice à fonte de luz é de 45° , no momento do cálculo da cor do vértice, indique qual o valor da componente vermelha da cor para esse vértice, considerando o material definido pelo código abaixo.

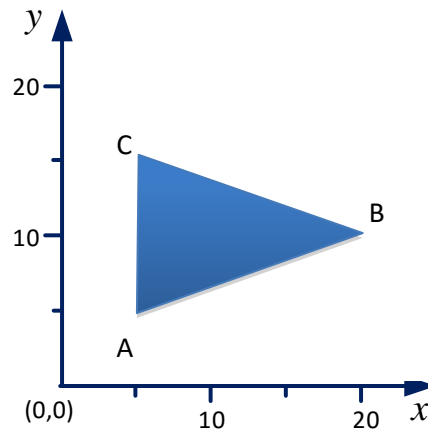
```
GLfloat mat_ambient[] = { 0.1, 0.1, 0.1, 1.0 };
GLfloat mat_diffuse[] = { 0.2, 0.4, 0.5, 1.0 };
GLfloat mat_specular[] = { 0.0, 0.3, 0.3, 1.0 };
glMaterialfv (GL_FRONT_AND_BACK, GL_AMBIENT, mat_ambient);
glMaterialfv (GL_FRONT_AND_BACK, GL_DIFFUSE, mat_diffuse);
glMaterialfv (GL_FRONT_AND_BACK, GL_SPECULAR, mat_specular);
glMaterialf (GL_FRONT_AND_BACK, GL_SHININESS, 2.0);
```

$VertexColor_{Red} =$ _____

Resposta:

$$\begin{aligned} VertexColor_{Red} &= \frac{1}{4} (0.1 * 0.1 + 1.0 * 0.2 * \max(l \cdot n, 0) + 0.0 * 0.0 * \max(h \cdot n, 0)^\beta) \\ &= \frac{1}{4} \left(0.01 + 0.2 * \frac{\sqrt{2}}{2} + 0.0 \right) = \frac{1}{4} (0.01 + 0.1\sqrt{2}) = \frac{1}{400} + \frac{\sqrt{2}}{40} \end{aligned}$$

3. [3.0v] Considere o triângulo ABC ilustrado na figura abaixo e definido pelos pontos $A = [5 \ 5]^T$, $B = [20 \ 10]^T$ e $C = [5 \ 15]^T$. Para efeitos do cálculo do sombreamento de Phong, sabe que as normais nos três vértices do triângulo ABC são dadas pelos vectores $n_A = [-0.2 \ -0.4 \ 0.3]^T$, $n_B = [0.2 \ 0.0 \ 0.6]^T$ e $n_C = [0.0 \ 0.4 \ 0.3]^T$.



- a) [1.5v] Indique o valor da normal no ponto $P = [10 \ 10]^T$. Note que este vector deve estar normalizado.

$n_P =$ _____

Resposta:

$$\begin{aligned}
 I &= [5 \ 10]^T, \\
 n_I &= [-0.1 \ 0.0 \ 0.3]^T \\
 n_P &= [0.0 \ 0.0 \ 0.4]^T \text{ (não normalizado)} \\
 n_P &= \frac{[0.0 \ 0.0 \ 0.4]^T}{\|[0.0 \ 0.0 \ 0.4]^T\|} = [0 \ 0 \ 1]^T \text{ (normalizado)}
 \end{aligned}$$

- b) [0.5v] Sabendo que existe apenas uma fonte de luz, calcule o valor do *halfway vector* nesse ponto, tendo em conta que $l = \begin{bmatrix} 0 & \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} \end{bmatrix}^T$ e $v = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} \end{bmatrix}^T$.

$h =$ _____

Resposta:

$$h = \frac{l + v}{\|l + v\|} = \frac{\begin{bmatrix} 0 & \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -\frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} \end{bmatrix}}{\left\| \begin{bmatrix} 0 & \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -\frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} \end{bmatrix} \right\|} = \frac{\begin{bmatrix} 0 & 0 & \sqrt{2} \end{bmatrix}}{\|[0 \ 0 \ \sqrt{2}]\|} = [0 \ 0 \ 1]^T$$

- c) [1.0v] Calcule a componente azul da cor desse ponto P , tendo em conta que existe apenas uma fonte de luz direccional, não existe luz ambiente global nem atenuação atmosférica, e que o material e as componentes da fonte de luz são definidos conforme indicado na alínea anterior.

$VertexColor_{Blue}(P) =$ _____

Identificação do Aluno

Nome:

Número:

Resposta:

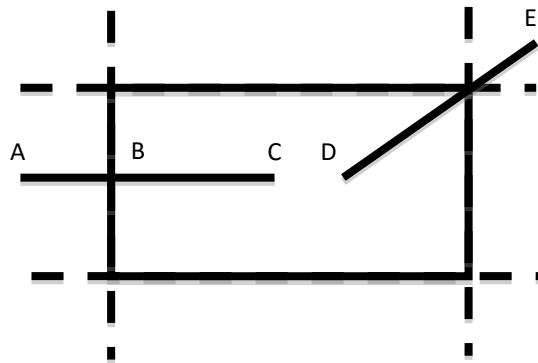
$$VertexColor_{Blue}(P) = 0.0 * 0.1 + 1.0 * 0.5 * \max(l \cdot n, 0) + 1.0 * 0.3 * \max(h \cdot n, 0)^2$$

$$l \cdot n = \begin{bmatrix} 0 & \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^T = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$h \cdot n = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^T = 1$$

$$VertexColor_{Blue}(P) = 0.0 + 0.5 * \frac{\sqrt{2}}{2} + 0.3 * 1^2 = \frac{\sqrt{2}}{4} + 0.3$$

4. [2.0v] Considere a Figura em que dois segmentos de recta são recortados por um rectângulo, sendo aplicado o algoritmo de recorte de Cohen-Sutherland.



- a) [0.6v] Qual o outcode do vértice E?

$OC_E =$ _____

Resposta: OutCode do ponto E pode ser um de vários desde que tenha dois valores 1, por exemplo 1010.

- b) [0.9v] Considerado a resposta da alínea anterior quais são os *outcodes* dos pontos A, B, C?

$OC_A:$ _____ $OC_B:$ _____ $OC_C:$ _____

Resposta: O OutCode de A tem que ter só um valor 1 e depende do OutCode de E, os pontos B e C têm OutCodes 0000.

- c) [0.5v] O que é necessário para estender o algoritmo para 3D?

Reposta: Basta expandir os OutCodes de 4 para 6 bits.

5. [1.8v] Considere o algoritmo Bresenham de discretização de uma segmento de recta com vértices (x_1, y_1) , (x_2, y_2) .

(escolha múltipla: indique a opção correcta)

- a) [0.9v] Na versão leccionada na cadeira, este algoritmo não permite discretizar segmentos de recta com declive superior a...

A: 0.5

B: 75°

C: 1.0

Identificação do Aluno

Nome:

Número:

D: $\sqrt{2}$

E: Nenhum dos anteriores

Resposta: O algoritmo só permite discretizar segmentos com declive entre 0 e 1 pelo que só a opção C está correcta.

- b) [0.9v]** Sabendo que existe uma variável de decisão que pode apontar para E ou NE, escreva o pseudo-código que permite determinar os novos valores de x e y , de acordo com o conteúdo da variável de decisão d .

Resposta:

```
if (d <= 0) {  
    d += incrE; x++;  
}  
else {  
    d += incrNE; x++; y++;  
}
```

- 6. [1.2v]** Considere que vai programar o algoritmo de Bresenham. Esse algoritmo é usado para:

(escolha múltipla: indique a opção correcta)

A: Remover Faces Traseiras

B: Discretizar polígonos convexos

C: A interpolação bi-linear de preenchimento de polígonos

D: Discretizar segmentos de recta

E: Nenhum dos anteriores

Resposta: Sendo um algoritmo de discretização só as opções B e D poderiam estar correctas. Como o algoritmo é usado para discretizar segmentos de recta é a opção D que está correcta.

1. [2v] Considere uma imagem com resolução de 1000 x 1000 pixels. Imagine que quer sintetizar uma imagem por traçado de raios (*ray-tracing*).

- a) Quantos raios primários terão de ser disparados pelo algoritmos de *ray-tracing* para sintetizar esta imagem?

#raios primários = _____

R: 1000000 (1 por cada pixel na imagem)

- b) Imagine que a cena é constituída por dois objectos opacos, convexos, sendo um reflector e o outro não reflector. Qual o número máximo de raios secundários traçados por esta abordagem ?

#max raios secundários = _____

R: 1000000 (1 por cada raio primário)

2. [1v] Qual das seguintes afirmações é verdadeira a respeito do ray-tracing ?

(escolha múltipla: indique a opção correcta)

- A: Não permite a representação de cenas com objectos reflectores
- B: Segue o percurso de raios das fontes luminosas para a câmara
- C: Segue o percurso de raios dos objectos para o ecrã
- D: Permite determinar sombras projectadas por objectos na cena
- E: Não considera mecanismos de refacção luminosa

Opção correcta: _____

Resposta: (d)

3. [1.5v] Considere o seguinte troço de código.

```
Glubyte funkystuff[A][B][C];
glEnable(GL_TEXTURE_2D);
...
glTexImage2D(GL_TEXTURE_2D, 0, GL_RGB, 128, 128, 0,
             GL_RGB, GL_UNSIGNED_BYTE, funkystuff);
```

Indique os valores das constantes *A*, *B* e *C* para o código executar correctamente:

Identificação do Aluno	
Nome:	Número:

A = _____

B = _____

C = _____

A: 128

B: 128

C: 3

4. [1.5v] Considere que deseja enriquecer a qualidade das imagens de síntese simultaneamente com sombreamento e textura. Qual das linhas de código OpenGL satisfaz os requisitos pretendidos?

(escolha múltipla: indique a opção correcta)

A: `glTexEnvf(GL_TEXTURE_ENV, GL_TEXTURE_ENV_MODE, GL_MODULATE);`

B: `glTexEnvf(GL_TEXTURE_ENV, GL_TEXTURE_ENV_MODE, GL_BLEND);`

C: `glTexEnvf(GL_TEXTURE_ENV, GL_TEXTURE_ENV_MODE, GL_REPLACE);`

D: `glTexEnvf(GL_TEXTURE_ENV, GL_TEXTURE_ENV_MODE, GL_DECAL);`

E: Nenhuma das anteriores

Opção correcta: _____

Resposta: (a)

- 11. [1.2v]** Os pixels numa imagem podem ser representados por índice de cor, em vez de três componentes de cor. Que designação tem esta representação concretizada por índice de cor ?

RTA : A designação é a representação por "mapa", "indexação" ou "palette" de cores".

- 12. [1.2v]** Considere o triplet (1,1,0) no modelo de cor CMY.

- a) [0.6v]** Diga qual a cor representada neste espaço de cor.

(escolha múltipla: indique a opção correcta)

- A:** Vermelho
- B:** Azul
- C:** Ciano
- D:** Rosa
- E:** Nenhuma das anteriores

RTA : azul é a cor representada no espaço CMY

- b) [0.6v]** Diga qual o triplet correspondente no espaço de cor RGB.

(escolha múltipla: indique a opção correcta)

- A:** (0,0,1)
- B:** (1,0,1)
- C:** (1,1,1)
- D:** (0,1,1)
- E:** nenhuma das anteriores

RTA: opção A - (0,0,1)

- 13. [0.6v]** Em computação gráfica, a propriedades mais desejável dos modelos de cor deve ser:

(escolha múltipla: indique a opção correcta)

- A:** Uniformidade perceptual
- B:** Uniformidade espacial
- C:** Facilidade de navegação
- D:** Facilidade na sua realização
- E:** Nenhuma das anteriores

Identificação do Aluno	
Nome:	Número:

RTA: Em computação gráfica terá de haver facilidade na realização de cor, pelo que a resposta certa é a opção (D).