

Leia as instruções atentamente!

- Responda às questões na folha de resposta.
- Pode usar as costas do enunciado para rascunho.
- Não desagrafe o enunciado!
- Instruções para responder:

	A	B	C	D	E
Seleccionar a resposta (A):	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Substituir a resposta (A) por (C):	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cancelar (C) e reactivar a resposta (A):	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Este teste tem 27 Questões, cada questão tem uma cotação de 200/27 pontos.
- **DESCONTO** por cada resposta errada (em percentagem da cotação da respectiva questão):

$\Sigma wrong$	1 = 0%	2 = 11.11%	3 = 22.22%	$\geq 4 = 33.33\%$
----------------	--------	------------	------------	--------------------

Nome: _____ Número: _____

1. Um dispositivo *raster* de visualização, em modo de varrimento entrelaçado:
 - A. Apresenta a imagem, alternadamente de cima para baixo num varrimento e de baixo para cima no varrimento seguinte, evitando assim um retorno vertical com o feixe desligado
 - B. Apresenta a imagem, de cima para baixo. As linhas pares e ímpares são "desenhadas" em direções opostas, evitando assim um retorno horizontal com o feixe desligado
 - C. *Outra*
 - D. Apresenta a imagem, de cima para baixo, e da esquerda para a direita, passando por todas as linhas da imagem num único varrimento. O feixe é desligado no retorno horizontal e no retorno vertical
 - E. Apresenta a imagem, de cima para baixo, e da esquerda para a direita, saltando de duas em duas linhas. Num varrimento apresenta as linhas ímpares e, no varrimento seguinte, apresenta as linhas pares, no espaço deixado entre as linhas ímpares. O feixe é desligado no retorno horizontal e no retorno vertical
2. Alguns dispositivos de visualização (monitores, televisores, projetores) são capazes de aceitar sinais de 10 bits por canal (R,G,B), mesmo sendo apenas capazes de reproduzir apenas 256 (2^8) níveis para cada componente. Internamente, convertem os sinais de 10 bits por canal para 8 bits por canal usando um truque engenhoso para simular os níveis intermédios que se perderiam, graças à tecnologia FRC (Frame Rate Control). Para um valor de 10 bits, $b_9b_8b_7b_6b_5b_4b_3b_2b_1b_0$, os níveis que o dispositivo é capaz de reproduzir e que enquadram o valor recebido são: $l = b_9b_8b_7b_6b_5b_4b_3b_2$ e o seu sucessor ($l + 1$). Os dois bits menos significativos (b_1b_0) indicam o número de vezes, em cada 4 (2^2) frames, que deve ser reproduzido o valor $l + 1$, sendo nos restantes frames reproduzido o valor l . Qual a quantidade de memória necessária para guardar uma imagem no GPU, que irá ser posteriormente enviada para reprodução, considerando que a resolução do dispositivo é de 2560×1440 ?
 - A. $2560 \times 1440 \times 30$ bits
 - B. *Outra*
 - C. $2560 \times 1440 \times 10$ bits
 - D. $2560 \times 1440 \times 24$ bits
 - E. $2560 \times 1440 \times 8$ bits
3. Quantas cores distintas podem ser reproduzidas num único frame usando o dispositivo de visualização da questão anterior?
 - A. 2^{30}
 - B. 2^{24}
 - C. 2^8
 - D. 2^{10}
 - E. *Outra*
4. Um determinado dispositivo de visualização, a operar em modo de cor indexada, usa 5 bits de informação para cada pixel. O dispositivo é capaz de reproduzir apenas 1024 tons de cinzento. Qual o espaço necessário para armazenar uma imagem de 1920×1080 pixels?
 - A. *Outra*
 - B. $1920 \times 1080 \times 10 + 2^5 \times 10$ bits
 - C. $1920 \times 1080 \times 5 + 2^5 \times 10$ bits
 - D. $1920 \times 1080 \times 10 + 2^{10} \times 5$ bits
 - E. $1920 \times 1080 \times 5 + 2^{10} \times 5$ bits
5. Escolha uma vantagem dos dispositivos *vetoriais* de visualização face aos dispositivos *raster*
 - A. A representação das linhas tem maior qualidade
 - B. O tempo de refrescamento da imagem afixada no dispositivo é dependente do número de primitivas desenhadas
 - C. *Outra*
 - D. O tempo de refrescamento da imagem afixada no dispositivo é independente do número de primitivas desenhadas
 - E. Facilita a reprodução de um elevado número de cores

Considere uma máquina tradicional com um processador central (CPU), memória principal e uma placa gráfica dedicada com memória própria e com suporte para WebGL.

6. Indique o estágio do *pipeline* estudado nas aulas onde se procede à interpolação das variáveis de tipo **varying**
- A. No fragment shader
 - B. *Outra*
 - C. No estágio de "Assemblagem de primitivas e recorte"
 - D. No vertex shader
 - E. No estágio de discretização (rasterização)
7. Em que estágio do *pipeline* se podem aplicar transformações geométricas aos objetos?
- A. No vertex shader
 - B. No fragment shader
 - C. No estágio de discretização (rasterização)
 - D. *Outra*
 - E. no estágio de "Assemblagem de primitivas e recorte"
8. Que parte do pipeline numa aplicação WebGL fica facilitada pela utilização das coordenadas normalizadas $[-1, +1] \times [-1, +1] \times [-1, +1]$?
- A. *Outra*
 - B. O fragment shader
 - C. O código javascript
 - D. O vertex shader
 - E. O estágio de discretização (rasterização)
9. Em que parte numa aplicação WebGL se pode ler o valor de uma variável do tipo **uniform**?
- A. No código javascript
 - B. Apenas no fragment shader
 - C. No ficheiro HTML
 - D. *Outra*
 - E. Apenas no vertex shader
10. Em qual dos 4 estágios do *pipeline* é usada a informação acerca das primitivas a gerar, numa chamada de `gl.drawArrays` ou `gl.drawElements`?
- A. No vertex shader
 - B. No estágio de "Assemblagem de primitivas e recorte"
 - C. No fragment shader
 - D. Na unidade de discretização (rasterizer)
 - E. *Outra*
11. Escolha a afirmação **falsa**, relativa ao armazenamento dos valores de um atributo a usar num programa GLSL!
- A. os valores do atributo poderiam ser colocados num único buffer, todos no início, sem qualquer outro valor pelo meio
 - B. os valores do atributo poderiam ser colocados num único buffer, desde que a distância entre as posições dos valores do atributo para o vértice i e para o vértice $i + 1$ seja crescente
 - C. os valores do atributo poderiam ser colocados num único buffer, desde que a distância entre as posições dos valores do atributo para o vértice i e para o vértice $i + 1$ seja constante
 - D. os valores do atributo poderiam ser colocados num único buffer, todos no final, sem qualquer outro valor pelo meio
 - E. *Outra*
-
12. Considerando as variáveis pré-definidas da linguagem GLSL, `gl_FragCoord` e `gl_PointCoord`, escolha a afirmação correcta
- A. São ambas variáveis de saída do vertex shader
 - B. *Outra*
 - C. São ambas variáveis de saída, a primeira do vertex shader e a segunda do fragment shader
 - D. São ambas variáveis de entrada, a primeira do fragment shader e a segunda do vertex shader
 - E. São ambas variáveis de entrada do fragment shader

13. Considere o seguinte pedaço de código retirado dum shader escrito usando a linguagem GLSL. Todas as variáveis foram previamente declaradas por forma a tornar o código correto, do ponto de vista da sua sintaxe. Qual o valor final de 'p'?

```
c = 3.0 * vec3(0.25, 2.0, 1.0);
c.zx = c.bg;
p = c.brg;
```

- A. Outra B. (3,3,2.25) C. (3,6,6) D. (6,6,3) E. (2.25,3,3)
14. Consider the following pair of shaders, written in GLSL and presented on the right. They are used by an application that draws a model of a car engine part using both color and transparency. The color and transparency values are assigned by the javascript application on a per vertex basis. Which of the following sequences of words can be used to fill the blanks in the code so that the application works as described?

```
// vertex shader
attribute vec3 x;
----- vec4 y;
attribute float a;
----- vec3 b;

main()
{
    gl_Position = x;
    ___ = vec4(___, ___);
}

// fragment shader
varying vec4 y;
main()
{
    gl_FragColor = y;
}
```

- A. uniform, varying, b, y, a
B. varying, attribute, a, b, y
C. uniform, varying, y, a, b
D. Outra
E. varying, attribute, y, b, a

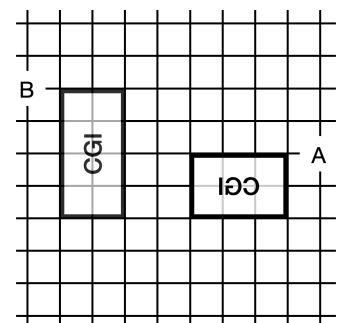
15. Uma aplicação WebGL irá mostrar no ecrã um conjunto de planetas em 2D, os quais irão ser representados por primitivas do tipo `gl.POINTS`, recorrendo a marcas quadradas com lados directamente proporcionais ao raio desses mesmos planetas (por uso da variável `gl_PointSize`). Cada planeta poderá ser pintado duma cor arbitrária. A forma circular dos planetas será desenhada descartando pixels no fragment shader que não fazem parte do círculo. O tamanho com que todos os planetas são desenhados é ainda afetado por uma escala controlada pelo utilizador. Indique como mapearia os dados para que um programa GLSL possa desenhar esses planetas:

- A. Outra
B. *attributes*: {}, *uniforms*: {(px, py), (r,g,b), raio, escala}
C. *attributes*: {(px, py)}, *uniforms*: {(r,g,b), raio, escala}
D. *attributes*: {(px, py), (r,g,b), raio}, *uniforms*: {escala}
E. *attributes*: {(px, py), raio}, *uniforms*: {(r,g,b), escala}
16. Como responderia à questão anterior se a cor dos planetas fosse uma só para todos eles?
- A. *attributes*: {}, *uniforms*: {(px, py), (r,g,b), raio, escala}
B. *attributes*: {(px, py), raio}, *uniforms*: {(r,g,b), escala}
C. *attributes*: {(px, py), (r,g,b), raio}, *uniforms*: {escala}
D. *attributes*: {(px, py)}, *uniforms*: {(r,g,b), raio, escala}
E. Outra
17. Considere os pontos e vetores 3D na tabela da direita, representados usando coordenadas homogêneas. Qual é o resultado da expressão: $C + D - A + B$ considerando as entidades 3D representadas?

A	(2, 1, 6, 2)
B	(0, 3, 4, 0)
C	(2, 2, 4, 1)
D	(0, 3, 0, 6)

- A. (1, 5, 5, 1) B. (1,5,1,5) C. (0,5,7,4) D. (0,7,4,5) E. Other

18. Considere a figura A, a qual deverá ser transformada para se obter a figura B. Qual a transformação geométrica que escolheria para o efeito?



- A. Outra
B. $T(-8, -1) \cdot S(-4/3, 1) \cdot R(-90^\circ) \cdot T(-3, 1)$
C. $T(-4, 0) \cdot S(-1, 4/3) \cdot R(-90^\circ)$
D. $T(-3, 1) \cdot R(-90^\circ) \cdot S(-4/3, 1) \cdot T(-8, -1)$
E. $R(-90^\circ) \cdot S(-1, 4/3) \cdot T(-4, 0)$

19. Qual das seguintes transformações compostas é equivalente a:

$$S(2, 2, 1) \cdot R_z(-30^\circ) \cdot S(1, 1, 2) \cdot R_z(10^\circ) \cdot T(2, -4, 2)$$

- A. $T(-2, 4, -2) \cdot R_z(-10^\circ) \cdot S(1/2, 1/2, 1/2) \cdot R_z(30^\circ)$
B. $S(2, 2, 1) \cdot R_z(-20^\circ) \cdot S(1, 1, 2) \cdot T(2, -4, 2)$
C. $S(2, 2, 2) \cdot R_z(-20^\circ) \cdot T(2, -4, 2)$
D. *Outra*
E. $R_z(-30^\circ) \cdot S(2, 2, 2) \cdot R_z(10^\circ) \cdot T(2, -4, 2)$

20. Considerando que M_{model} é a matriz de modelação aplicada a uma determinada primitiva, qual é a expressão que dá a localização, em Coordenadas do Objeto ou Coordenadas do Modelo (MC), do ponto (5, 0, 3) em coordenadas do mundo?

- A. $M_{model}[5, 0, 3, 1]^T$ B. $M_{model}^{-1}[5, 0, 3, 0]^T$ C. $M_{model}[5, 0, 3, 0]^T$ D. *Outra* E. $M_{model}^{-1}[-5, 0, -3, 1]^T$

Um computador com resolução FullHD (1920 × 1080 pixels [16:9]) vai ser usado para mostrar o conteúdo duma janela definida em coordenadas 2D do mundo (WC) através dos seus limites $100 \leq x \leq 210$ and $-50 \leq y \leq 40$. O visor deverá estar encostado ao canto superior esquerdo do ecrã e deverá maximizar a área de visualização, sem deformação nem recorte do conteúdo da janela. A origem do referencial do dispositivo está localizada no canto inferior esquerdo.

21. Quais as dimensões do visor (em pixels)?

- A. $1920 \times (\frac{110}{90 \times 1920})$ B. *Outra* C. $(\frac{110 \times 1080}{90}) \times 1080$ D. $1920 \times (\frac{90 \times 1920}{110})$ E. $(\frac{90}{110 \times 1080}) \times 1080$

22. Qual a primeira transformação a aplicar primeiro no mapeamento da janela para o visor?

- A. $T(0, 1080)$ B. *Outra* C. $T(-100, 50)$ D. $T(-100, -40)$ E. $T(1920, 1080)$

23. Qual a última transformação a aplicar primeiro no mapeamento da janela para o visor?

- A. $T(-100, -40)$ B. $T(-100, 50)$ C. $T(0, 1080)$ D. $T(1920, 1080)$ E. *Outra*

24. Qual a escala envolvida no mapeamento da janela para o visor?

- A. *Outra* B. $S(\frac{1080}{90}, \frac{1080}{90})$ C. $S(\frac{1920}{110}, \frac{1920}{110})$ D. $S(\frac{1080}{90}, \frac{1080}{-90})$ E. $S(\frac{1920}{110}, \frac{-1920}{110})$

25. O que alteraria na especificação do problema se pretender manter a visualização do conteúdo visualizado na questão anterior no mesmo local, mas agora ocupando todo o ecrã?

- A. Aumentar o limite superior da janela
B. Aumentar o limite direito da janela
C. Diminuir o limite esquerdo da janela
D. *Outra*
E. Diminuir o limite inferior da janela

26. Considere o pseudo-código que resultou do percurso dum grafo de cena, sendo as chamadas de funções $Pi()$ o equivalente no grafo de cena da respetiva primitiva. Indique um par de linhas de código que poderiam ser removidas, sem mudar mais nada no programa

- A. 21,24
- B. 21,26
- C. 16,21
- D. Outra
- E. 3,25

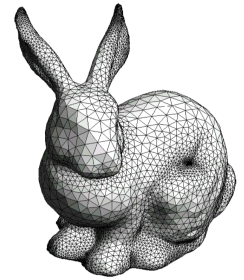
27. Qual valor da matriz M_{model} aquando do desenho da primitiva P4?

- A. $R_y(-5^\circ) \cdot S(1,3,3) \cdot R_x(60^\circ) \cdot S(2,3,2) \cdot R_z(-10^\circ)$
- B. Outra
- C. $R_z(-10^\circ) \cdot S(2,3,2) \cdot R_x(60^\circ) \cdot S(1,3,3) \cdot R_y(-5^\circ)$
- D. $R_z(-10^\circ) \cdot S(2,3,2) \cdot R_x(60^\circ) \cdot S(1,2,1)$
- E. $S(1,2,1) \cdot R_x(60^\circ) \cdot S(2,3,2) \cdot R_z(-10^\circ)$

```

01. Rz(-10);
02. S(2,3,2);
03. Push();
04. Rx(60);
05. Push();
06. T(5,7,6);
07. S(2,1,2);
08. P1();
09. Pop();
10. Push();
11. S(1,3,3);
12. Push();
13. T(2,0,2);
14. P2();
15. Pop();
16. Push();
17. Ry(-5);
18. P3();
19. Pop();
20. Pop();
21. Push();
22. S(1,2,1);
23. P4();
24. Pop();
25. Pop();
26. Push();
27. Ry(20);
28. T(3,2,5);
29. P5();
30. Pop();

```



Boa sorte!