

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 progressivo:
 - A. 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
 - B. 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
 - C. 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, ligeiramente abaixo das ímpares. O feixe é desligado no retorno horizontal e no retorno vertical
 - D. Nenhuma das outras
 - E. 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

2. Há alguns anos atrás, como forma de poupar espaço, era comum as placas gráficas suportarem modos designados por high color (em vez de true color). Em vez de se gastarem 24 bits por pixel, divididos por 3 canais de 8 bits cada, usava-se um arranjo de 5 bits para a componente vermelho, 6 bits para a componente verde e 5 bits para a componente azul. Qual o número de cores distintas que se conseguiam representar, em simultâneo e no total, nesse modo de visualização?
 - A. 2^{24} e 2^{24} , respectivamente
 - B. Nenhuma das outras
 - C. 2^{24} e 2^{16} , respectivamente
 - D. 2^{16} e 2^{16} , respectivamente
 - E. 2^{16} e 2^{24} , respectivamente

3. Uma determinada placa gráfica suporta, no seu modo de mais alta resolução, o formato 4K UHD de 3840x2160 pixels. Cada pixel é representado por 32 bits, em formato RGBA. O sistema usa ainda a técnica de double buffering, para evitar apresentar (frames) quadros parciais e a velocidade de refrescamento é de 60Hz. Qual a velocidade mínima de leitura que a memória da placa gráfica terá que suportar para se gerarem as imagens no dispositivo de saída?
 - A. $3840 \times 2160 \times 32 \times 2 / 60$ bits/s
 - B. $3840 \times 2160 \times 8 \times 60$ bytes/s
 - C. Nenhuma das outras
 - D. $3840 \times 2160 \times 32$ bits/s
 - E. $3840 \times 2160 \times 32 \times 60$ bytes/s

4. Um determinado dispositivo de visualização a operar em modo de cor indexada, usa para cada pixel 4 bits de informação. O dispositivo é capaz de reproduzir apenas 256 tons de cinzento. Qual o espaço necessário para armazenar uma imagem de 1024x768 pixels?
 - A. $1024 \times 768 + 256$ bytes
 - B. Nenhuma das outras
 - C. $1024 \times 768 + 16 \times 256$ bytes
 - D. $1024 \times 768 / 2$ bytes
 - E. $1024 \times 768 / 2 + 16$ bytes

5. Escolha uma vantagem dos dispositivos *raster* de visualização face aos dispositivos vetoriais
 - A. Não é necessário executar qualquer algoritmo para discretizar as primitivas gráficas do tipo linha

- B. O tempo de geração duma imagem em memória é independente do número de primitivas desenhadas
 - C. O tempo de refrescamento da imagem afixada no dispositivo é independente do número de primitivas desenhadas
 - D. A representação das linhas tem maior qualidade
 - E. Nenhuma das outras
-

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 estágio imediatamente após o vertex shader
 - B. No fragment shader
 - C. Nenhuma das outras
 - D. No vertex shader
 - E. No estágio anterior ao fragment shader
 - 7. Em que estágio do *pipeline* se podem aplicar transformações geométricas aos objetos?
 - A. No primeiro estágio
 - B. Nenhuma das outras
 - C. na unidade de discretização (rasterizer)
 - D. no último estágio
 - E. no estágio de "Assemblagem de primitivas e recorte"
 - 8. Em que parte duma aplicação WebGL se procede à atribuição de valores às variáveis de tipo **varying**?
 - A. No fragment shader
 - B. Na unidade de discretização (rasterizer)
 - C. No vertex shader
 - D. Nenhuma das outras
 - E. No código javascript
 - 9. Em que parte duma aplicação WebGL se define o valor duma variável do tipo **uniform**?
 - A. No vertex shader
 - B. no fragment shader
 - C. no ficheiro HTML
 - D. Nenhuma das outras
 - E. No código javascript
 - 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. Nenhuma das outras
 - B. No segundo
 - C. No último
 - D. No penúltimo
 - E. No primeiro
 - 11. Escolha a opção que melhor caracterize o que está contido num *buffer* WebGL?
 - A. o valor de 1 ou mais atributos para todos os vértices efetivamente usados numa determinada operação de desenho de primitivas
 - B. Nenhuma das outras
 - C. o valor de todos os atributos para todos os vértices efetivamente usados numa determinada operação de desenho de primitivas
 - D. o valor de 1 ou mais atributos para um subconjunto dos vértices efetivamente usados numa determinada operação de desenho de primitivas
 - E. o valor de todos os atributos para um subconjunto dos vértices efetivamente usados numa determinada operação de desenho de primitivas
-

12. Considerando as variáveis pré-definidas da linguagem GLSL, `gl_PointSize` e `gl_PointCoord`, escolha a afirmação correcta
- São ambas variáveis de saída, a primeira do vertex shader e a segunda do fragment shader
 - São ambas variáveis de entrada do fragment shader
 - São ambas variáveis de entrada, a primeira do vertex shader e a segunda do fragment shader
 - São ambas variáveis de saída do vertex shader

E. **Nenhuma das outras**

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 correct do ponto de vista da sua sintaxe. Qual o valor final de `'foo[1]'`?

```
a = vec4(1.0, 2.0, 3.0, 1.0);
f = vec3(a.gab);
foo = vec4( f.x, f.r, dot(a.xyz, a.rgb), 0.0);
```

A. 3 B. 0 C. 14 D. Nenhuma das outras E. **2**

14. Uma das preocupações na optimização de aplicações gráficas 3D é o de reduzir o número de chamadas de operações de desenho de primitivas. Uma dada aplicação WebGL vai necessitar desenhar dezenas de milhares de triângulos no ecrã. Os triângulos a desenhar estão armazenados num ficheiro de texto com o formato apresentado ao lado (1 linha por triângulo). Para além das coordenadas (x, y, z) de cada vértice, no final de cada linha surgem as componentes da cor de cada triângulo. O tamanho de cada triângulo é uma função (conhecida) do tempo decorrido desde o início do programa. Escolha a forma mais apropriada para passar a informação necessária aos shaders, sabendo que o número total de cores distintas é, aproximadamente, uma dezena. Ignore eventuais tempos de pré-processamento para carregar os dados.

```
x11 y11 z11 x12 y12 z12 x13 y13 z13 r1 g1 b1
x21 y21 z21 x22 y22 z22 x23 y23 z23 r2 g2 b2
x31 y31 z31 x32 y32 z32 x33 y33 z33 r3 g3 b3
x41 y41 z41 x42 y42 z42 x43 y43 z43 r4 g4 b4
...
```

A. *attributes*: (x,y,z), (r,g,b); *uniforms*: tempo

B. ***attributes*: (x,y,z); *uniforms*: (r,g,b), tempo**

C. *uniforms*: (x,y,z), (r,g,b) e tempo

D. Nenhuma das outras

E. *attributes*: (x,y,z), (r,g,b) e tempo

15. Como responderia à questão anterior se nada se pudesse afirmar relativamente ao total de cores distintas dos triângulos? Note que, nos sistemas atuais, o número de cores distintas é da ordem dos 16 milhões.

A. Nenhuma das outras

B. *attributes*: (x,y,z); *uniforms*: (r,g,b), tempo

C. ***attributes*: (x,y,z), (r,g,b); *uniforms*: tempo**

D. *attributes*: (x,y,z), (r,g,b) e tempo

E. *uniforms*: (x,y,z), (r,g,b) e tempo

16. Considere a transformação geométrica composta que transforma a etiqueta FCT de (A) para (B). Em (A), a etiqueta apresenta uma inclinação de 45° e tem 3 unidades de largura 3 e 2 de altura.

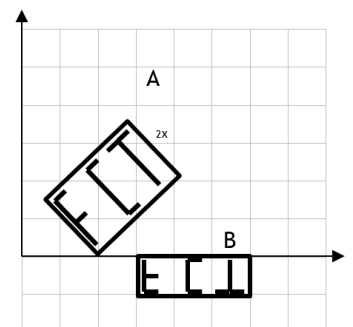
A. Nenhuma das outras

B. **$T(3,0) \cdot S(1, -1/2) \cdot R(-45^\circ) \cdot T(-2,0)$**

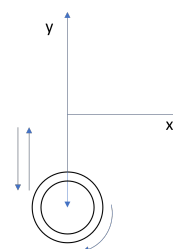
C. $T(1,0) \cdot S(1, -1/2) \cdot R(-45^\circ)$

D. $R(-45^\circ) \cdot S(1, -1/2) \cdot T(1,0)$

E. $T(-2,0) \cdot R(-45^\circ) \cdot S(1, -1/2) \cdot T(3,0)$



17. Um yo-yo é um brinquedo que consiste num eixo, ligado a dois discos, e um fio, enrolado em torno do eixo. A figura representa um yo-yo que gira em torno do seu eixo, e cujo ângulo de rotação é dado por α . Além disso, o yo-yo também se move, para cima e para baixo. A distância do seu centro à origem do referencial é dada por *dist*. O modelo original do yo-yo tem o seu centro na origem. Qual a sequência de transformações necessárias para colocar o yo-yo no referencial da câmara?



A. $T(dist) \cdot R(\alpha)$

B. Nenhuma das outras

- C. $M_{view} \cdot T(dist) \cdot R(\alpha)$
 D. $M_{view} \cdot R(\alpha) \cdot T(dist)$
 E. $R(\alpha) \cdot T(dist)$

18. Qual das seguintes transformações compostas é a transformação inversa de:

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

- A. $T(2, -4, 2) \cdot R_z(10^\circ) \cdot S(1, 2, \frac{1}{2}) \cdot R_y(-30^\circ) \cdot S(2, 1, 2)$
 B. $T(-2, 4, -2) \cdot R_z(-10^\circ) \cdot S(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1) \cdot R_y(30^\circ)$
 C. Nenhuma das outras
 D. $T(-2, 4, -2) \cdot R_z(-10^\circ) \cdot S(1, \frac{1}{2}, 2) \cdot R_y(30^\circ)$
 E. $T(2, -4, 2) \cdot R_z(10^\circ) \cdot S(2, 2, 1) \cdot R_y(-30^\circ)$

19. A matriz $M_{modelview}$ é usada na implementação de muitos sistemas gráficos 3D e corresponde a uma combinação de 2 matrizes: M_{model} e M_{view} . Indique qual a expressão que traduz a relação que existe entre estas 3 matrizes:

- A. Nenhuma das outras
 B. $M_{model} = M_{modelview} - M_{view}$
 C. $M_{modelview} = M_{view} \cdot M_{model}$
 D. $M_{modelview} = M_{view} + M_{model}$
 E. $M_{modelview} = M_{model} \cdot M_{view}$

20. Considerando que M_{view} é a matriz retornada na chamada da função `lookAt()` para especificar o referencial da câmara, qual é a expressão que dá a localização, em Camera Coordinates (CC), do ponto (10, 0, 5) em coordenadas do mundo?

- A. Nenhuma das outras B. $M_{view}[10, 0, 5, 1]^T$ C. $M_{view}[10, 0, 5, 0]^T$ D. $M_{view}[-10, 0, -5, 1]^T$ E. $M_{view}^{-1}[10, 0, 5, 0]^T$

Um computador com resolução FullHD (1920×1080 pixels [16:9]) vai ser usado para mostrar o conteúdo numa janela definida em coordenadas 2D do mundo (WC) através dos seus limites $-200 \leq x \leq -30$ and $400 \leq y \leq 490$. O visor deverá estar encostado ao canto superior direito 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. $1920 \times (\frac{90 \times 1920}{170})$ B. $(\frac{90}{170 \times 1080}) \times 1080$ C. $1920 \times (\frac{170}{90 \times 1920})$ D. $(\frac{170 \times 1080}{90}) \times 1080$ E. Nenhuma das outras

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

- A. $T(-30, 490)$ B. $T(1920, 1080)$ C. $T(30, -490)$ D. $T(-1920, -1080)$ E. Nenhuma das outras

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

- A. $T(-30, 490)$ B. $T(30, -490)$ C. $T(-1920, -1080)$ D. Nenhuma das outras E. $T(1920, 1080)$

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

- A. $S(\frac{1080}{90}, \frac{1080}{90})$ B. $S(\frac{1920}{170}, \frac{1920}{170})$ C. $S(\frac{1080}{90}, \frac{1080}{-90})$ D. Nenhuma das outras E. $S(\frac{1920}{170}, \frac{-1920}{170})$

25. Considere um triângulo formado pelos seus vértices P_1 , P_2 e P_3 . Dado um ponto P , definido através das suas coordenadas baricêntricas (α, β, γ) , o que pode dizer relativamente à sua posição quando uma daquelas coordenadas é nula?

- A. Está no exterior do triângulo
 B. Está no interior do triângulo
 C. Nenhuma das outras
 D. Está sobre uma aresta do triângulo
 E. É um dos vértices do triângulo

26. Considere o pseudo-código que resultou do percurso dum grafo de cena, sendo as chamadas de funções $P_i()$ o equivalente no grafo de cena da respetiva primitiva. Indique as linhas de código que poderiam ser removidas.

- A. 16,19,21,24,26,30
- B. 21,24,26,30
- C. 16,19,21,24
- D. 3,16,19,21,24,25
- E. Nenhuma das outras

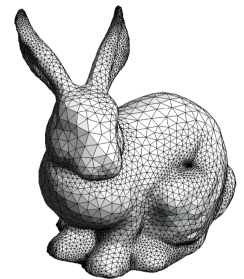
27. Em certas APIs gráficas, cada nó de transformação no grafo de cena pode guardar várias transformações. Imagine um sistema onde a ordem de transformações armazenadas em cada nó é $T \cdot R \cdot S$. Quantos nós seriam necessários para representar o grafo de cena nesse hipotético sistema?

- A. 9
- B. 10
- C. 8
- D. 11
- E. 7

```

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!