

5 a) B

5 b) A

1 - Em MRI, dois tecidos (a e b) têm tempos de relaxação $T_{1a}=500\text{ ms}$, $T_{2a}=240\text{ ms}$ e $T_{1b}=1200\text{ ms}$, $T_{2b}=300\text{ ms}$. Pretende-se uma imagem pesada por T_1 numa sequência spin-echo com o máximo contraste possível entre os dois tecidos.

a) Qual deve ser o valor de T_R ?

A: 750 ms

B: 832 ms

C: 906 ms

D: 1036 ms

b) Dos seguintes valores de T_E , qual será o mais adequado?

A: 240 ms

B: 60 ms

C: 300 ms

D: 540 ms

c) Para o tecido a o tempo de decaimento do sinal de indução livre é $T_2^*=60\text{ ms}$. Indique qual das seguintes opções representa mais corretamente a contribuição temporal para este valor devido a efeitos sistemáticos?

A: 144 ms

B: 240 ms

C: 336 ms

D: 80 ms

a) Sequência Spin-Echo com Máximo Contraste!

$$TR: -\frac{\ln\left(\frac{T_{1b}}{T_{1a}}\right) \cdot T_{1a} \cdot T_{1s}}{-T_{1b} + T_{1a}} = 750\text{ ms} \rightarrow \textcircled{A}$$

b) TE tem que ser inferior a T_2 $\rightarrow \textcircled{B}$

$$C) T_2^+ = \frac{1}{\frac{1}{T_2^*} - \frac{1}{T_2}} = \frac{1}{\frac{1}{60} - \frac{1}{240}} = 80\text{ ms} \rightarrow \textcircled{D}$$

4 - Num exame com ^{99}Tc a) qual é a energia de um raio γ que foi Compton-difundido no corpo por um ângulo de 60° ?

A: 106 keV

B: 132 keV

C: 123 keV ADÉIRO/FALSOD: 114 keV ADÉIRO/VERDADEIROb) se a janela de aceitação em energia for definida em $\pm 10\%$ relativamente à energia do fotão incidente, qual é o ângulo máximo que um raio γ pode ser Compton-difundido e ainda ser aceite se atingir o cristal de cintilação?A: 69.2° B: 85.0° C: 36.1° D: 53.5°

$$a) E_{scat} = \frac{E_{inc}}{1 + (E_{inc}/mc^2)(1 - \cos\theta)} = \frac{140}{1 + (140/511)(1 - \cos 60)} = 123\text{ keV} \hookrightarrow \textcircled{C}$$

$$b) 140 \cdot 0.1 = 14 \rightarrow [126, 154]$$

$$126 = \frac{140}{1 + \frac{140}{511}(1 - \cos\theta)} \Leftrightarrow \theta \approx 53.5^\circ \rightarrow \textcircled{D}$$

5 – Qual é a combinação correta para o seguinte par de afirmações?	
a)	X Uma relação sinal-ruído elevada leva necessariamente a uma relação contraste-ruído elevada.
b)	X A largura total a meia altura da função de espalhamento do ponto é uma medida da resolução temporal.
c)	X A ecografia é a única técnica de imageria médica que não usa radiação ionizante (energia dos fotões > 4 eV).
d)	X Em MRI a recuperação da magnetização ao longo do eixo z após um impulso de 90° não resulta necessariamente na perda de magnetização no plano xy.
A: VERDADEIRO/FALSO	B: VERDADEIRO/VERDADEIRO
C: FALSO/VERDADEIRO	D: FALSO/FALSO
A: VERDADEIRO/FALSO	B: VERDADEIRO/VERDADEIRO
C: FALSO/VERDADEIRO	D: FALSO/FALSO
A: FALSO/FALSO	B: FALSO/VERDADEIRO
C: VERDADEIRO/VERDADEIRO	D: VERDADEIRO/FALSO
A: FALSO/FALSO	B: FALSO/VERDADEIRO
C: VERDADEIRO/VERDADEIRO	D: VERDADEIRO/FALSO

3 – Em ecografia

a) se for ρ a densidade mássica do tecido e k a sua compressibilidade, a impedância acústica Z será dada por	A: $Z = \sqrt{k\rho}$	B: $Z = \sqrt{k/\rho}$	C: $Z = \rho k$	D: $Z = \sqrt{\rho/k}$
b) numa imagem em modo B uma das dimensões (eixos) da imagem é uma função da	A: impedância acústica	B: velocidade do som	C: compressibilidade	D: tempo real

1. Considere a tabela de exposições para radiografia representada ao lado.

a) Qual das seguintes afirmações está errada? "kVp" corresponde

A tensão máxima aplicável ao tubo de raios-X	<input checked="" type="checkbox"/> sendo o tubo alimentado em tensão alternada rectificada, ao valor máximo da tensão durante a radiografia
--	--

<input checked="" type="checkbox"/> à energia máxima em keV dos fotões emitidos	<input checked="" type="checkbox"/> a kiloVolt pico
---	---

b) Porque razão é necessário aumentar os "kVp" com a espessura do objecto?

A: porque melhora o contraste	B: compensar o endurecimento do feixe
-------------------------------	---------------------------------------

C: limitação do tubo de raios-X	<input checked="" type="checkbox"/> maior penetração do feixe
---------------------------------	---

Thickness cm	Thorax		Abdomen	
	kVp	mAs	kVp	mAs
9	83	3	60	15
10	86	3	62	15
11	89	3	64	15
12	92	3	66	15
13	82	6	68	15
14	85	6	70	15
15	88	6	72	15
16	91	6	74	15
17	94	6	76	15
18	97	6	78	15
19	100	6	80	15
20	104	6	83	15
21	108	6	86	15
22	112	6	89	15
23	116	6	92	15
24	120	6	95	15
25	124	6	98	15



2. Este dispositivo é adequado para que tipo de exames imagiológicos?

- | | | | |
|-----------|----------------|----------------------|--|
| A: PET/CT | B: radiografia | C: cintigrafia/SPECT | <input checked="" type="checkbox"/> D: MRI |
|-----------|----------------|----------------------|--|

3. Em imagiologia, a largura total a meia altura da função de espalhamento do ponto é uma medida de

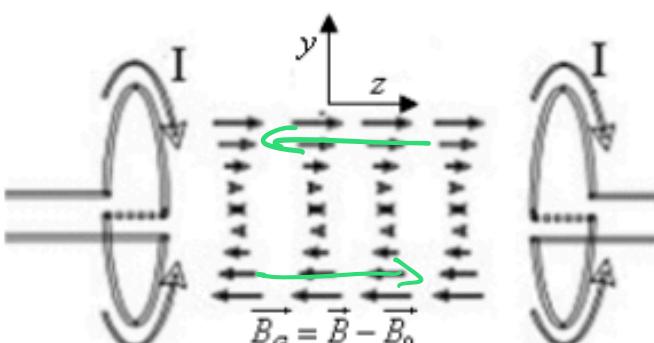
- | | | | |
|------------------------|--------------|--|------------------|
| A: relação sinal-ruído | B: contraste | <input checked="" type="checkbox"/> C: resolução | D: sensibilidade |
|------------------------|--------------|--|------------------|

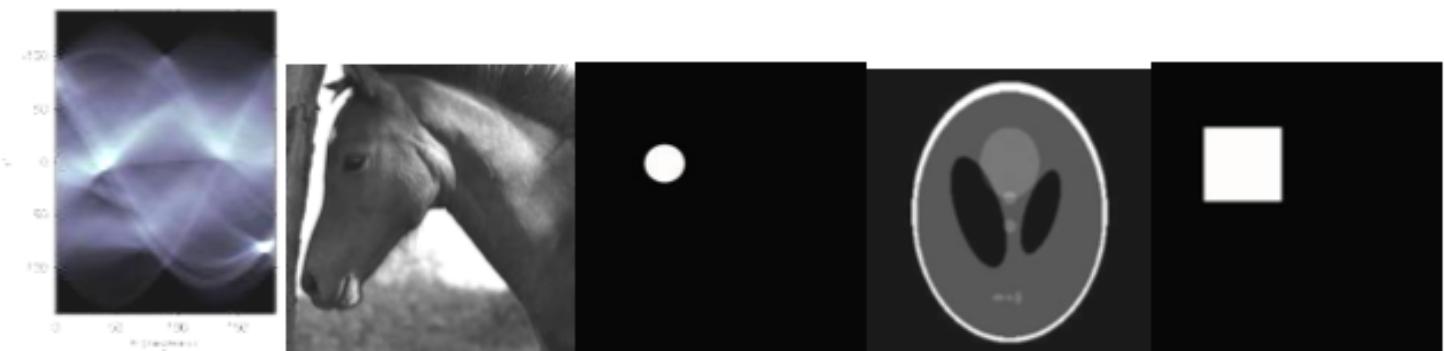
4. Em imagiologia PET a relação contraste/ruído não depende de

- | | |
|---|-----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> A: natureza do radioisótopo | B: resolução |
| C: contraste físico no paciente entre o objecto e o fundo | D: nº de eventos adquiridos |

5. O gráfico representa bobinas de gradiente para MRI e o vector campo magnético por estas criado \vec{B}_G . Qual das seguintes afirmações é FALSA?

- | |
|---|
| A: O campo magnético B_0 tem a direcção z |
| <input checked="" type="checkbox"/> B: Está aplicado um gradiente magnético na direcção z |
| C: Está aplicado um gradiente magnético na direcção y |
| D: Esta configuração de campo permite seleccionar uma fatia |





6 – Qual das imagens corresponde ao sinograma?

<input checked="" type="radio"/> A: 1	B: 2	C: 3	D: 4
---------------------------------------	------	------	------

7 – Se as dimensões lineares do foco de um feixe de ultrasons são reduzidas por um factor 1,5, todas as restantes variáveis mantendo-se iguais, a amplitude da onda de pressão na região focal multiplica por um factor

<input checked="" type="radio"/> A: 1,5	B: 8,4	C: 13,0	D: 23,4
---	--------	---------	---------

8 – Após atravessar uma espessura de tecido orgânico e atingir um reflector perfeito é recebido um eco com atraso de 130 μ s e cuja intensidade se reduziu 60 dB relativamente ao feixe injectado. O coeficiente de atenuação dos tecidos é 0,5 dB/cm/MHz. Qual é a frequência do ultrasom?

A: 5,00 MHz	B: 4,00 MHz	C: 3,00 MHz	<input checked="" type="radio"/> D: 6,00 MHz
-------------	-------------	-------------	--

$$t = 130 \mu\text{s}$$

$$I_1 = I_0 - 60$$

$$\alpha = 0,5 \text{ dB/cm/MHz}$$

$$C = 1540 \text{ m/s} = 0,1540 \text{ cm/us}$$

$$I_1 = I_0 e^{-50 \cdot 130 \cdot 10^{-6}} \Leftrightarrow \frac{I_1}{I_0} = 0,993521$$

→ D

$$g = 2 \cdot f \cdot \alpha \cdot C \Leftrightarrow 0,993521 = 2f \cdot 0,5 \cdot 0,1540 \Leftrightarrow f = 6,45 \text{ MHz}$$



A



B



C



D

1. Qual destes dispositivos pode realizar exames PET-CT?

<input checked="" type="radio"/> A	B: B	C: C	D: D
------------------------------------	------	------	------

2. Qual destas técnicas imagiológicas é funcional?

<input checked="" type="radio"/> A: SPECT	B: Fluoroscopia
C: Ecografia	D: TAC

3 - Em ecografia, qual dos seguintes efeitos NÃO ocorre quando se aumenta a frequência do impulso sonoro?

A: Possibilidade de melhor focagem	B: Redução da penetração do feixe
<input checked="" type="radio"/> C: A correcção tempo-ganho deve ter menor declive	D: Ocorrem todas as restantes opções

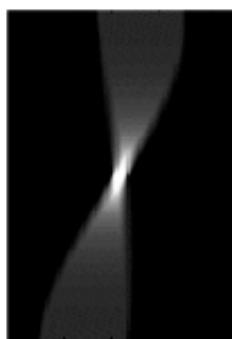
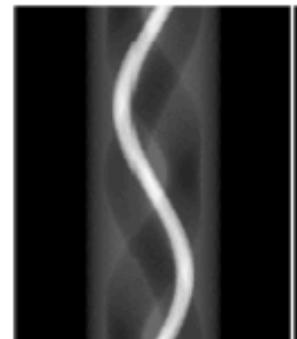
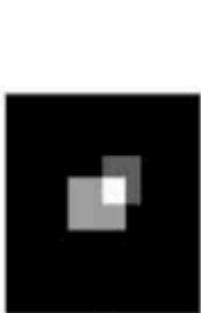
Imagen

1

2

3

4



4 -

a) Qual dos sinogramas corresponde à imagem?

<input checked="" type="radio"/> A: 1	B: 2	C: 3	D: 4
---------------------------------------	------	------	------

b) Nestes sinogramas, a escala vertical corresponde a:

A: ângulo da projecção de Radon	B: distância ao centro da imagem
C: densidade do objecto integrada na direcção de projecção	D: frequência espacial

c) Admitindo que os sinogramas foram medidos num tomógrafo de 3ª geração, se existir um detector defeituoso esse defeito manifesta-se no sinograma como

A: uma sinusóide escura	B: uma linha horizontal escura
C: uma linha vertical escura	D: nenhuma das anteriores

5 – Dois tecidos, a e b , têm valores idênticos do tempo de relaxação T_1 , mas valores diferentes do tempo de relaxação T_2 : T_{2a} e T_{2b} . Considere uma aquisição MRI spin-echo caracterizada pelos parâmetros T_R e T_E .

a) Qual o significado do parâmetro T_R ?

A: temperatura de recuperação	B: tempo inicial	C: tempo de repetição	D: nenhuma das anteriores
-------------------------------	------------------	-----------------------	---------------------------

b) Qual o significado do parâmetro T_E ?

A: temperatura estimada	B: tempo final	C: tempo do eco	D: nenhuma das anteriores
-------------------------	----------------	-----------------	---------------------------

c) Se a densidade de protões for idêntica nos dois tecidos, qual destes valores de T_E permite maximizar a diferença entre os sinais recolhidos dos dois tecidos (contraste)?

A: $T_E = \frac{T_{2a}}{T_{2b}} \ln\left(\frac{T_{2a}}{T_{2b}}\right)$	B: $T_E = \ln\left(\frac{T_{2a}}{T_{2b}}\right) / \left(\frac{1}{T_{2b}} - \frac{1}{T_{2a}}\right)$
C: $T_E = \ln\left(\frac{T_{2a}}{T_{2b}}\right) (T_{2b} - T_{2a})$	D: nenhuma das anteriores

d) Se a densidade de protões tiver valores ρ_a e ρ_b como se altera a resposta anterior?

A: $T_E = \ln\left(\frac{\rho_b T_{2a}}{\rho_a T_{2b}}\right) / \left(\frac{\rho_b}{T_{2b}} - \frac{\rho_a}{T_{2a}}\right)$	B: $T_E = \ln\left(\frac{\rho_b T_{2a}}{\rho_a T_{2b}}\right) / \left(\frac{1}{T_{2b}} - \frac{1}{T_{2a}}\right)$
C: $T_E = \frac{\rho_a}{\rho_b} \ln\left(\frac{T_{2a}}{T_{2b}}\right) (T_{2b} - T_{2a})$	D: nenhuma das anteriores

e) Em qualquer dos dois casos anteriores, qual deve ser o valor de T_R ?

A: $T_R \ll T_1$	B: $T_R \approx T_E$	C: $T_R \gg T_1$	D: nenhuma das anteriores
------------------	----------------------	------------------	---------------------------

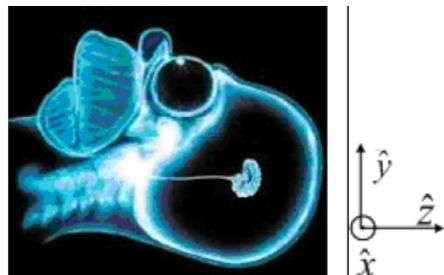


1. Qual destes dispositivos é adequado para exames SPECT?

A: A	B: B	C: C	D: D
------	------	------	------

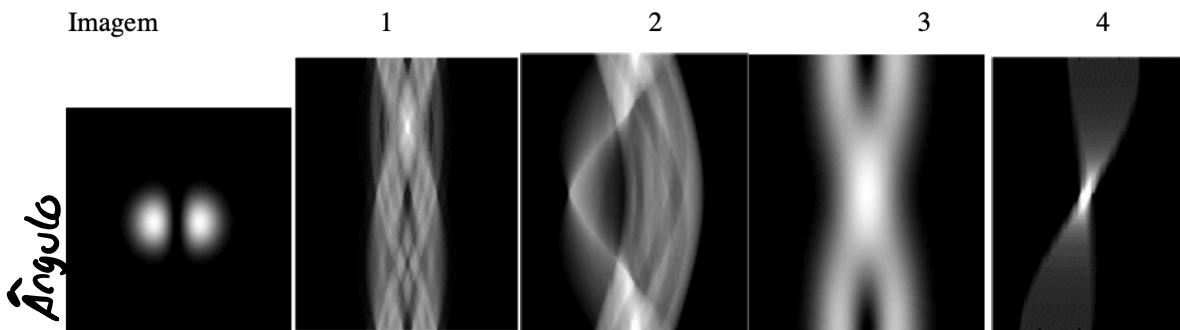
3. Para aquisição desta imagem MRI através duma sequência spin-echo, o gradiente de codificação em fase deve ser aplicado nas direcções?

- A: x ou z
 B: y ou z
 C: x ou y
 D: simultaneamente x e z



4. Que afirmação está certa?

- | | |
|---|--|
| A: A relação contraste-ruído dum sistema imagiológico melhora com a redução da relação sinal-ruído. | <input checked="" type="radio"/> B: A função de transferência da modulação é a transformada de Fourier da função de espalhamento da linha. |
| C: Em PET a relação sinal-ruído diminui com o tempo de aquisição. | D: A função de espalhamento da aresta é a transformada de Fourier da relação contraste-ruído. |



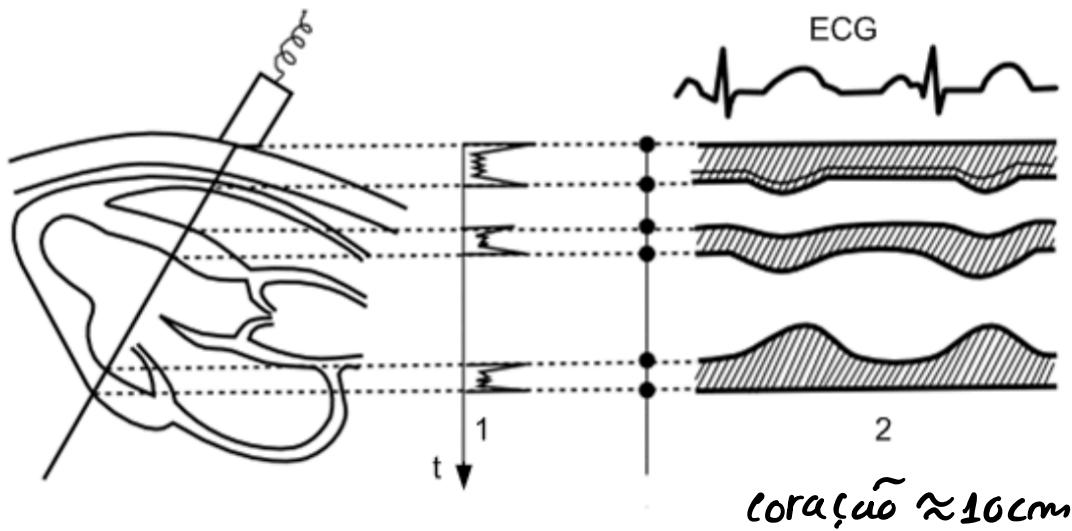
5 –

a) Qual dos sinogramas corresponde à imagem?

A: 1	B: 2	<input checked="" type="radio"/> C: 3	D: 4
------	------	---------------------------------------	------

b) Nestes sinogramas, a escala horizontal corresponde a

- | | |
|--|---|
| A: ângulo da projecção de Radon | <input checked="" type="radio"/> B: distância ao centro da imagem |
| C: densidade do objecto integrada na direcção de projecção | D: amplitude da projecção de Ram-Lak |



6 – A figura acima representa uma ecografia cardíaca.

a) O eixo "t" tem aproximadamente que limites?

A: 3 ms	B: 10 μ s
C: 400 ns	D: 200 μ s

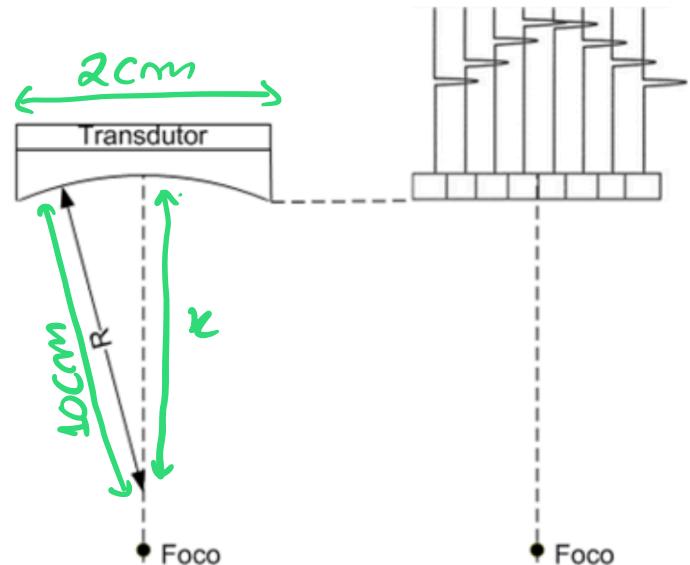
b) O gráfico marcado "1" corresponde a que modo de apresentação?

A: modo A	B: modo B
C: modo D	D: modo M

c) O gráfico marcado "2" corresponde a que modo de apresentação?

A: modo A	B: modo B
C: modo D	D: modo M

7 – A figura da esquerda representa uma lente acústica esférica fixa com diâmetro de 2 cm e raio $R=10\text{ cm}$. A figura da direita representa um transdutor linear segmentado do mesmo diâmetro, a que se aplicam impulsos com atrasos relativos. A lente acústica é feita de um material com velocidade do som 3000 m/s. Qual deve ser o atraso entre os impulsos aplicados aos segmentos centrais e os impulsos aplicados aos segmentos mais periféricos do transdutor segmentado para obter o mesmo efeito.



A: 157 ns	B: 131 ns	C: 112 ns	D: 98.2 ns
-----------	-----------	-----------	------------

$$n = \sqrt{0,1^2 - 0,01^2} = 0,0995 \text{ m}$$

$$V = \frac{d}{t} \Leftrightarrow t = \frac{d}{V} \rightarrow t_1 = \frac{0,1}{3000} \approx 33,3 \mu\text{s}$$

$$\rightarrow t_2 = \frac{0,0995}{3000} \approx 31,167 \mu\text{s}$$

$$t_1 - t_2 = 1,67 \times 10^{-7} s = 167 \text{ ms} \rightarrow \textcircled{A}$$

2 - Um tomógrafo MRI com campo $B_0=3 \text{ T}$ executa uma sequência spin-echo "standard". O impulso de radiofrequência (RF) inicial tem uma duração de 1 ms . A fatia seleccionada passa pelo isocentro do tomógrafo.

a) Qual deve ser a intensidade do campo magnético da onda de RF gerado?

A: $2,97 \mu\text{T}$

B: $1,96 \mu\text{T}$

C: $9,43 \mu\text{T}$

D: $5,87 \mu\text{T}$

$$\alpha = \omega_1 T_{RF} \Leftrightarrow \omega_1 = \frac{\alpha}{T_{RF}} \Leftrightarrow \gamma \cdot B_0 = \frac{\alpha}{T_{RF}} \Leftrightarrow \gamma = \frac{\alpha}{T_{RF} \cdot B_0} =$$

1. Um fabricante de radioisótopos tem de expedir uma solução de $^{18}\text{FDG}^\dagger$ para um hospital situado a 1,5 horas de caminho. Se a encomenda é de 200 mCi, qual deve ser a sua actividade ao sair das instalações do fabricante?

A: 410 mCi

B: 442 mCi

C: 353 mCi

D: 380 mCi

$$h = 1,5h$$

$$Q_1 = 200 \text{ mCi} \quad \left| \begin{array}{l} \\ \end{array} \right. \quad T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{\frac{109,8}{60}} = 0,379 \text{ h}^{-1}$$

$$Q_0 = ?$$

$$Q(t) = Q(0) \cdot e^{-\lambda t} \Leftrightarrow 200 = Q(0) \cdot e^{-0,379 \cdot 1,5} \Leftrightarrow Q(0) = 353 \text{ mCi}$$

C



2. Qual destes dispositivos é adequado para exames PET?

A

B: B

C: C

D: D

3. Que afirmação está certa?

A: A relação contraste-ruído dum sistema imagiológico melhora com a redução da resolução espacial do mesmo.

C: O ruído de contagem é independente do conteúdo da imagem.

B: A função de transferência da modulação é uma quantidade relacionada com a resolução de um sistema imagiológico.

D: A função de espalhamento da aresta é a transformada de Fourier da relação sinal-ruído.

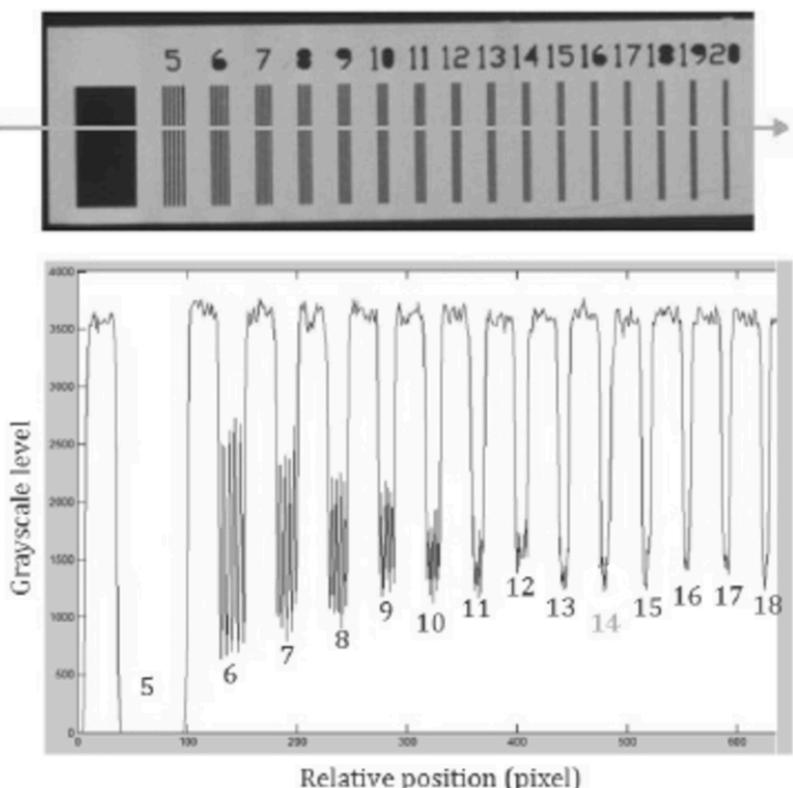
4. A parte de cima da figura representa uma radiografia de um fantoma de linhas. Os números correspondem ao nº de linhas/mm contidas nas regiões respectivas. A parte de baixo corresponde ao valor dos pixels da imagem ao longo da linha visível na imagem de cima.

- a) Porque razão a modulação da imagem nas regiões com linhas diminui para números maiores?

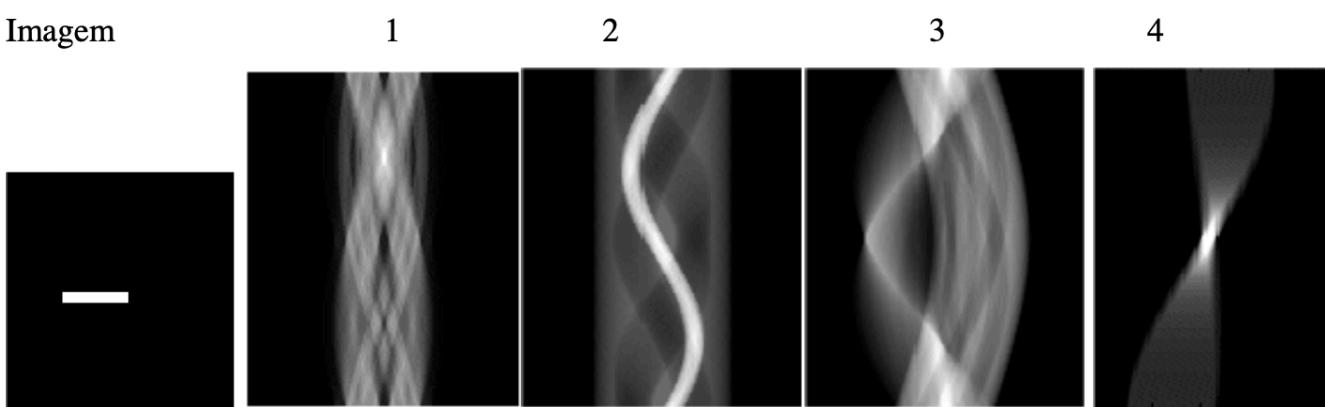
- A: aumento do ruído
- B: espalhamento do ponto**
- C: efeito fotoeléctrico
- D: bremstrahlung

- b) Sabendo que a resolução de um sistema imagiológico pode ser definido como a frequência espacial à qual a função de transferência de modulação se reduz a metade do seu valor a baixa frequência e tomando a região marcada "6" como unidade, qual é aproximadamente a resolução do sistema em pares de linhas/mm?

- | | | | |
|-------------|------|-------|-------|
| A: 9 | B: 7 | C: 12 | D: 14 |
|-------------|------|-------|-------|



Imagen



5 –

- a) Qual dos sinogramas corresponde à imagem?

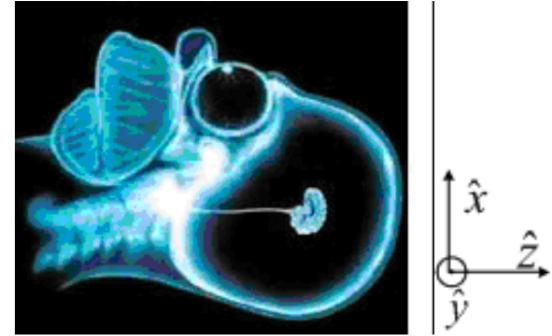
- | | | | |
|------|------|------|-------------|
| A: 3 | B: 2 | C: 1 | D: 4 |
|------|------|------|-------------|

- b) Nestes sinogramas, a escala de cinzentos corresponde a

- | | |
|--|--|
| A: ângulo da projecção de Radon | B: distância ao centro da imagem |
| C: densidade do objecto integrada na direcção de projecção | D: coordenada correspondente da projecção de Ram-Lak |

6. Para aquisição desta imagem MRI através duma sequência spin-echo, o gradiente de selecção da fatia deve ser aplicado na direcção?

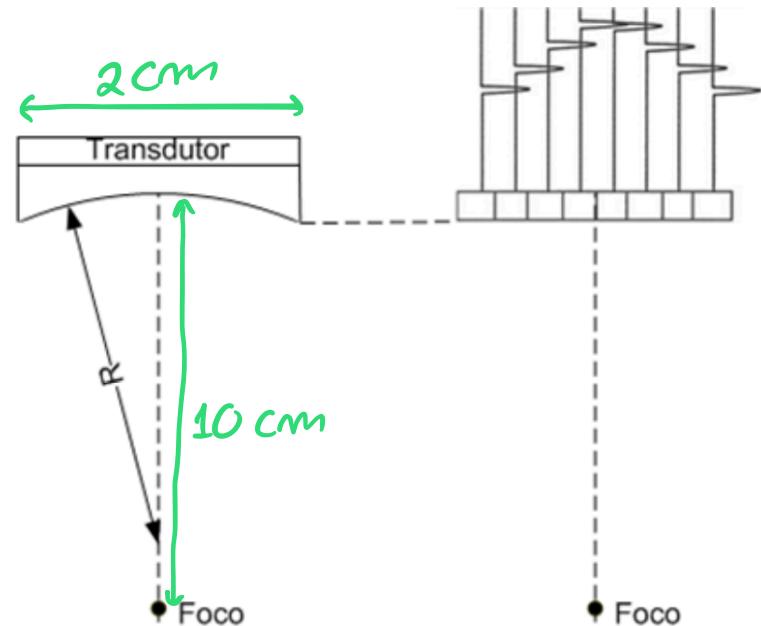
- A: x
- B: y
- C: z
- D: simultaneamente x e z



7 – A figura da esquerda representa uma lente acústica esférica fixa com diâmetro de 2 cm e ponto focal a 10 cm. A figura da direita representa um transdutor linear segmentado do mesmo diâmetro, a que se aplicam impulsos com atrasos relativos. A lente acústica é feita de um material com velocidade do som 3000 m/s.

a) Qual é o raio R da lente fixa?

- A: 9,46 cm
- B: 11,6 cm
- C: 13,7 cm
- D: 7,24 cm

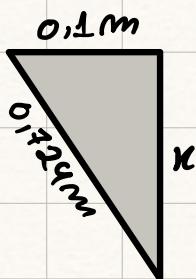


$$f\# = \frac{R}{2a} = \frac{R}{2}$$

$$F = \frac{R}{1 - \frac{1}{B_2}} \quad (\Rightarrow) \quad R = 7,24 \text{ cm}$$

b) Qual deve ser o atraso entre os impulsos aplicados aos segmentos centrais e os impulsos aplicados aos segmentos mais periféricos do transdutor segmentado para obter o mesmo efeito.

- A: 218 ns
- B: 166 ns
- C: 136 ns
- D: 115 ns



$$x = \sqrt{0,724^2 - 0,1^2} = 0,717 \text{ m}$$

$$V = \frac{d}{t} \quad (\Rightarrow) \quad t = \frac{d}{V}$$

$$d=R \Rightarrow t_1 = \frac{R}{V} = \frac{0,724}{3000} = 241,3 \mu s \quad / \quad t_1 - t_2 = 230 \text{ ms}$$

$$d=\kappa \Rightarrow t_2 = \frac{\kappa}{V} = \frac{0,717}{3000} = 239 \mu s$$

c) Qual é a resolução lateral em ambos os casos para uma frequência de operação de 5 MHz?

- | | | | |
|------------|------------|------------|------------|
| A: 1,97 mm | B: 2,32 mm | C: 1,23 mm | D: 1,61 mm |
|------------|------------|------------|------------|

$$FWHM \approx \frac{1.1 \cdot \frac{1540}{5000000} \cdot 0,0724}{2 \cdot 0,01} \approx 1,23 \text{ mm} \rightarrow C$$

MRI



A



Ecografia

PET



C



TAC

1. Qual destes dispositivos pode realizar exames de Ressonância Magnética Nuclear (RMN)?

- | | | | |
|-------------------------------------|------|------|------|
| A: <input checked="" type="radio"/> | B: B | C: C | D: D |
|-------------------------------------|------|------|------|

2. Qual destas técnicas imagiológicas não possibilita a visualização de qualquer aspecto funcional?

- | | |
|---|--------|
| A: <input checked="" type="radio"/> SPECT | B: TAC |
| C: Ecografia | D: RMN |

3 - Em ecografia, qual dos seguintes efeitos **NÃO** ocorre necessariamente quando se aumenta a frequência do impulso sonoro?

- | | |
|---|-----------------------------------|
| A: Possibilidade de melhor focagem | B: Redução da penetração do feixe |
| C: A correcção tempo-ganho deve ter maior declive | D: Melhoria da resolução axial |

1 - Em ecografia, de qual das seguintes formas se pode melhorar a resolução lateral da imagem?

A: Maior frequência do sinal

B: Menor largura da região activa do transdutor

C: Maior declive da compensação tempo-ganho

D: Maior amortecimento do transdutor

2 – A figura ao lado representa o princípio de operação do transdutor com varrimento faseado (em ecografia).

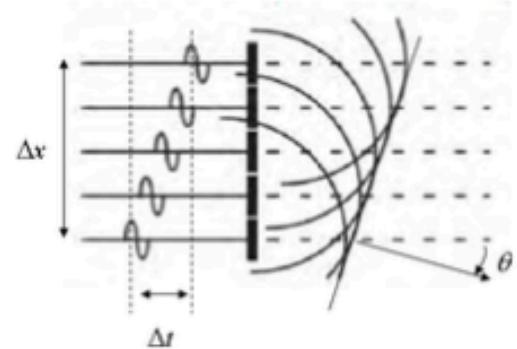
a) Qual é, aproximadamente, a expressão que dá o ângulo de desvio em função das restantes variáveis?

A: $\cot \theta = \frac{c\Delta t}{\Delta x}$

B: $\sin \theta = \frac{c\Delta t}{\Delta x}$

C: $\theta = 2\pi \frac{c\Delta x}{\Delta t}$

D: $\tan \theta = \frac{\Delta x}{c\Delta t}$



b) Utilizando o princípio do varrimento faseado é possível varrer o feixe em 2 dimensões (elevação e azimute)? Utilizando este princípio é possível simultaneamente focar o feixe?

A: SIM/NÃO

B: SIM/SIM

C: NÃO/SIM

D: NÃO /NÃO