

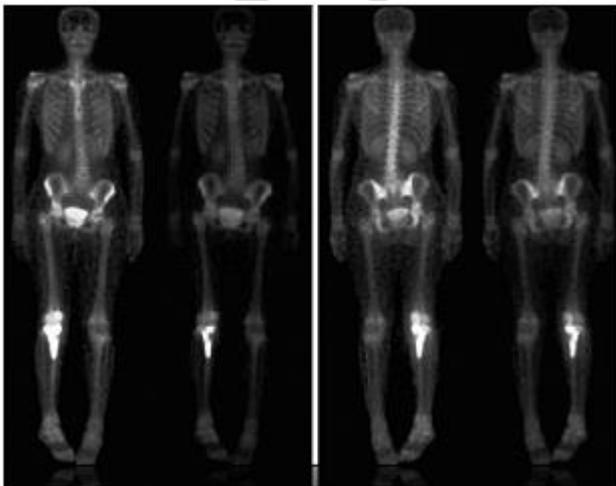
1. (Mackenzie 2018) O isótopo 238 do plutônio (${}^{238}_{94}\text{Pu}$), cujo tempo de meia vida é de aproximadamente 88 anos, é caracterizado por sua grande capacidade de emissão de partículas do tipo alfa. Entretanto, não é capaz de emitir partículas do tipo beta e radiação gama. A respeito desse radioisótopo, são realizadas as seguintes afirmações:

- I. Ao partir-se de 1 kg de plutônio-238, após 176 anos, restarão 250 g desse isótopo.
- II. A equação ${}^{238}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^{234}_{92}\text{U} + {}^4_2\alpha$ representa a emissão que ocorre nesse isótopo.
- III. A quantidade de nêutrons existentes no núcleo do plutônio-238 é de 144.

Considerando-se os conhecimentos adquiridos a respeito do tema e das afirmações supracitadas, quais das afirmativas são falsas? E Verdadeiras?

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

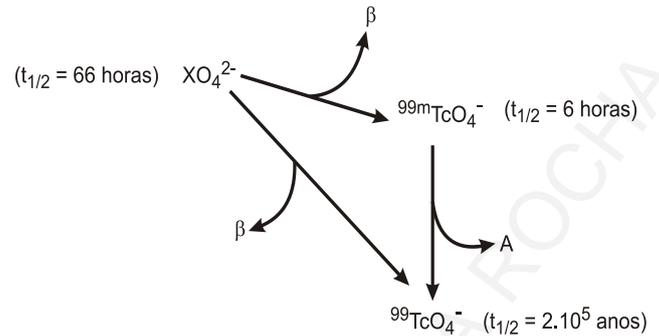
A cintilografia é um procedimento clínico que permite assinalar a presença de um radiofármaco num tecido ou órgão, graças à emissão de radiações que podem ser observadas numa tela na forma de pontos brilhantes (cintilação).



Cintilografia óssea

2. (Ufrj 2010) Os principais agentes usados nas clínicas de medicina nuclear para cintilografia são os radiofármacos marcados com ${}^{99\text{m}}\text{Tc}$, o qual é obtido através do decaimento do elemento X, conforme o esquema a seguir.

Dado: $t_{1/2} \equiv$ meia vida



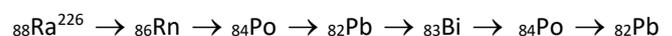
- a) Identifique o elemento X e a radiação A.
- b) Calcule a concentração molar de ${}^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ em 100 mL de uma solução contendo 16,2 g de ${}^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ após um período de 12 horas.

3. (Ebmsp 2017) Movimentos como “Outubro Rosa” estimulam a associação entre empresas e profissionais de saúde com o objetivo de alertar a população sobre a prevenção e o tratamento do câncer de mama, causa mais frequente de morte por câncer em mulheres. Um dos tratamentos do câncer utiliza radioisótopos que emitem radiações de alta energia, como a gama, ${}^0_0\gamma$, eficientes na destruição de células cancerosas que são mais susceptíveis à radiação, por se reproduzirem rapidamente. Entretanto é impossível evitar danos às células saudáveis durante a terapia, o que ocasiona efeitos colaterais como fadiga, náusea, perda de cabelos, entre outros. A fonte de radiação é projetada para o uso das radiações gama, já que as radiações alfa, ${}^4_2\alpha$, e beta, ${}_{-1}^0\beta$, são menos penetrantes nos tecidos e nas células. Um dos radionuclídeos usados na radioterapia é o cobalto, ${}^{60}_{27}\text{Co}$.

Com base nas informações e nos conhecimentos sobre radioatividade,

- a) apresente um argumento que justifique o maior poder penetrante das radiações gama em relação às radiações alfa e beta.
- b) represente, por meio de uma equação nuclear, o decaimento radioativo do cobalto 60 com a emissão de uma partícula beta, indicando o símbolo, o número atômico e o número de massa do elemento químico obtido após emissão da partícula.

4. (Ufrj 2007) Para determinar a constante de Avogadro, Rutherford observou a seguinte série radioativa:



A partir desta série, responda:

- a) Qual será a relação entre o número de partículas α e partículas β emitidas na série radioativa anterior? Justifique.
- b) Sabendo que a meia vida do Polônio-218 é de 3,1 minutos, calcule o tempo que uma amostra leva para desintegrar 87,5 % de sua massa.

5. (Ufrj 2006) FIM DA 2ª GUERRA MUNDIAL - BOMBA ATÔMICA

SESENTA ANOS DE TERROR NUCLEAR

Destruídas por bombas, Hiroshima e Nagasaki hoje lideram luta contra essas armas

Domingo, 31 de julho de 2005 - O GLOBO

Gilberto Scofield Jr.

Enviado especial Hiroshima, Japão

"Shizuko Abe tinha 18 anos no dia 6 de agosto de 1945 e, como todos os jovens japoneses durante a Segunda Guerra Mundial, ela havia abandonado os estudos para se dedicar ao esforço de guerra. Era um dia claro e quente de verão e às 8h, Shizuko e seus colegas iniciavam a derrubada de parte das casas de madeira do centro de Hiroshima para tentar criar um cordão de isolamento anti-incêndio no caso de um bombardeio incendiário aéreo. Àquela altura, ninguém imaginava que Hiroshima seria o laboratório de outro tipo de bombardeio, muito mais devastador e letal, para o qual os abrigos anti-incêndio foram inúteis".

"Hiroshima, Japão. Passear pelas ruas de Hiroshima hoje - 60 anos depois da tragédia que matou 140 mil pessoas e deixou cicatrizes eternas em outros 60 mil, numa população de 400 mil - é nunca esquecer o passado. Apesar de rica e moderna com seus 1,1 milhão de habitantes circulando em bem cuidadas ruas e avenidas, os monumentos às vítimas do terror atômico estão em todos os lugares".

Sessenta anos após o fim da Segunda Guerra Mundial, ainda nos indignamos com a tragédia lançada sobre Hiroshima e Nagasaki. A bomba que destruiu essas cidades marcou o início da era nuclear. O fenômeno se constitui de uma reação em cadeia, liberando uma grande quantidade de energia, muito maior do que aquela envolvida em reações químicas. Em virtude disso, a fissão nuclear é usada nas usinas termoelétricas, que visam a transformar energia térmica em energia elétrica. O combustível principal é o Urânio.

Considerando as equações a seguir,

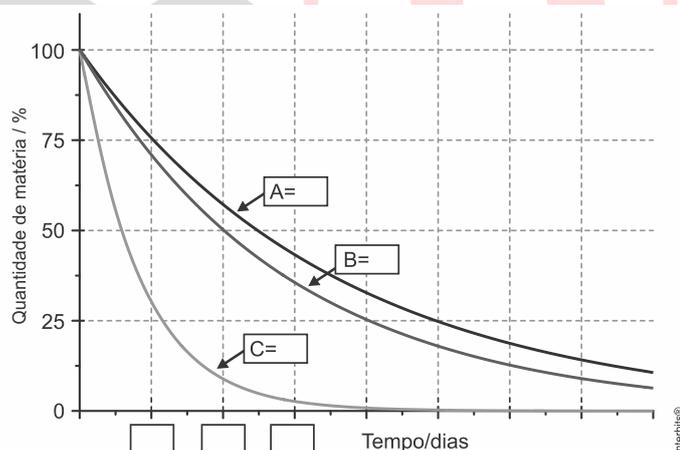


- a) determine X e Y, com número atômico e número de massa de cada um.

- b) Sabendo-se que o tempo de meia vida do Urânio (${}_{92}\text{U}^{235}$) é 4,5 bilhões de anos, calcule o tempo necessário para reduzir a $\frac{1}{4}$ uma determinada massa desse nuclídeo.

6. (Unicamp 2017) A braquiterapia é uma técnica médica que consiste na introdução de pequenas sementes de material radiativo nas proximidades de um tumor. Essas sementes, mais frequentemente, são de substâncias como ${}^{192}\text{Ir}$, ${}^{103}\text{Pd}$ ou ${}^{125}\text{I}$. Estes três radioisótopos sofrem processos de decaimento através da emissão de partículas ${}_{-1}^0\beta$. A equação de decaimento pode ser genericamente representada por ${}^A_p\text{X} \rightarrow {}^{A'}_{p'}\text{Y} + {}_{-1}^0\beta$, em que X e Y são os símbolos atômicos, A e A' são os números de massa e p e p' são os números atômicos dos elementos.

- a) Tomando como modelo a equação genérica fornecida, escolha apenas um dos três radioisótopos utilizados na braquiterapia, consulte a tabela periódica e escreva sua equação completa no processo de decaimento.
- b) Os tempos de meia vida de decaimento (em dias) desses radioisótopos são: ${}^{192}\text{Ir}$ (74,2), ${}^{103}\text{Pd}$ (17) e ${}^{125}\text{I}$ (60,2). Com base nessas informações, complete o gráfico abaixo, identificando as curvas A, B e C com os respectivos radioisótopos, e colocando os valores nas caixas que aparecem no eixo que indica o tempo.



Dados: ${}_{46}\text{Pd}$; ${}_{47}\text{Ag}$; ${}_{53}\text{I}$; ${}_{54}\text{Xe}$; ${}_{77}\text{Ir}$; ${}_{78}\text{Pt}$.

7. (Usf 2016) O tecnécio (${}_{43}\text{Tc}^{98}$) é um elemento artificial de alto índice de radioatividade. Suas principais aplicações estão voltadas principalmente para a produção de ligas metálicas e, em medicina nuclear, para a fabricação de radiofármacos. Com relação à distribuição eletrônica desse elemento e suas emissões radioativas, responda ao que se pede.

- a) Qual a sua distribuição eletrônica por subníveis de energia?

b) Qual a fórmula dos compostos iônicos formados entre o tecnécio catiônico (+2) com:

- oxigênio (Z = 8)?
- cloro (Z = 17)?

c) Qual o valor do número de massa e do número atômico do átomo formado quando o tecnécio sofre três decaimentos alfa e um decaimento beta?

8. (Fac. Santa Marcelina - Medicin 2016) Numa sequência de desintegração radioativa que se inicia com o ${}^{218}_{84}\text{Po}$, cuja meia vida é de 3 minutos, a emissão de uma partícula alfa gera o radioisótopo X, que, por sua vez, emite uma partícula beta, produzindo Y.

- a) Partindo-se de 40 g de Polônio-218, qual a massa, em gramas, restante após 12 minutos de desintegração? Apresente os cálculos.
- b) Identifique os radioisótopos X e Y, indicando suas respectivas massas atômicas.

9. (Unesp 2003) O cobre 64 (${}^{64}_{29}\text{Cu}$) é usado na forma de acetato de cobre para investigar tumores no cérebro. Sabendo-se que a meia vida deste radioisótopo é de 12,8 horas, pergunta-se:

- a) Qual a massa de cobre 64 restante, em miligramas, após 2 dias e 16 horas, se sua massa inicial era de 32 mg?
- b) Quando um átomo de cobre 64 sofrer decaimento, emitindo duas partículas α , qual o número de prótons e nêutrons no átomo formado?

Gabarito:

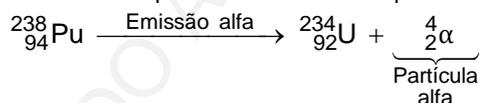
Resposta da questão 1:
Todas são verdadeiras.

[I] Verdadeira. Ao partir-se de 1 kg (1.000 g) de plutônio-238, após 176 anos, restarão 250 g desse isótopo.

$$1.000 \text{ g} \xrightarrow{88 \text{ anos}} 500 \text{ g} \xrightarrow{88 \text{ anos}} 250 \text{ g}$$

$$\text{Tempo} = 88 \text{ anos} + 88 \text{ anos} = 176 \text{ anos}$$

[II] Verdadeira. A equação ${}^{238}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^{234}_{92}\text{U} + 4\alpha$ representa a emissão alfa que ocorre nesse isótopo.

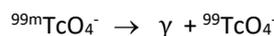


[III] Verdadeira. A quantidade de nêutrons existentes no núcleo do plutônio-238 é de 144.

$${}^{238}_{94}\text{Pu} \left\{ \begin{array}{l} A \\ Z \end{array} \right. \quad A - Z = n$$

$$238 - 94 = 144 \text{ nêutrons}$$

Resposta da questão 2:
a) ${}_{42}\text{MoO}_4^- \rightarrow -1\beta^0 + {}^{99m}\text{TcO}_4^-$



$$b) {}^{99}\text{TcO}_4^- = 4 \times 16 + 99 = 64 + 99 = 163.$$

Em 100 mL, teremos 16,2 g que equivale a quase 0,1 mol (16,3).

Logo em 1 L teremos, aproximadamente, 1 mol.

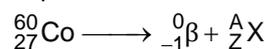
Como $t_{1/2}$ do ${}^{99m}\text{Tc} = 6 \text{ h}$, teremos 2 meias-vidas para um período de 12 horas:

$$1 \text{ mol} \xrightarrow{6 \text{ horas}} 0,5 \text{ mol} \xrightarrow{6 \text{ horas}} 0,25 \text{ mol}$$

A concentração molar de ${}^{99m}\text{TcO}_4^-$ na solução após 12 horas será de aproximadamente de 0,25 mol/L.

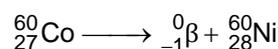
Resposta da questão 3:
a) A radiação gama não é formada por partículas, ou seja, é formada por ondas eletromagnéticas. Já a radiação alfa é formada por núcleos de átomos de hélio e a beta por elétrons de elevada energia, fatos que conferem a estes tipos de radiação menor poder de penetração.

b) Decaimento radioativo do cobalto 60 com a emissão de uma partícula beta:



$$60 = 0 + A \Rightarrow A = 60$$

$$27 = -1 + Z \Rightarrow Z = 28$$



Resposta da questão 4:
a) Como nesta série foram emitidas 4 partículas alfa e duas partículas beta, a razão será $4/2 = 2$.

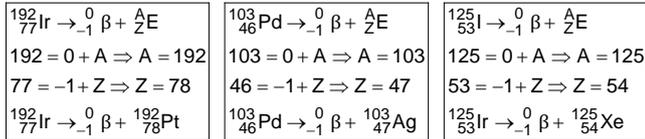
b) O tempo que uma amostra de Po^{218} leva para desintegrar 87,5 % de sua massa é de 9,3 minutos.

Resposta da questão 5:
a) $\text{X} = {}_{36}\text{Kr}^{93}$ e $\text{Y} = {}_{35}\text{Br}^{90}$.

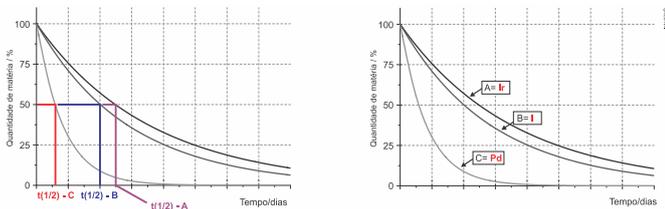
b) O tempo necessário para reduzir uma determinada massa do ${}_{92}\text{U}^{235}$ a $\frac{1}{4}$ será de 9,0 bilhões de anos.

Resposta da questão 6:

a) Equações completas no processo de decaimento para os três elementos (de acordo com o enunciado pode-se escolher apenas um deles):

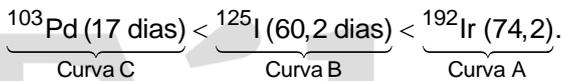


b) O tempo de meia-vida equivale à diminuição de 50% da quantidade de matéria. Localizando no gráfico, vem:

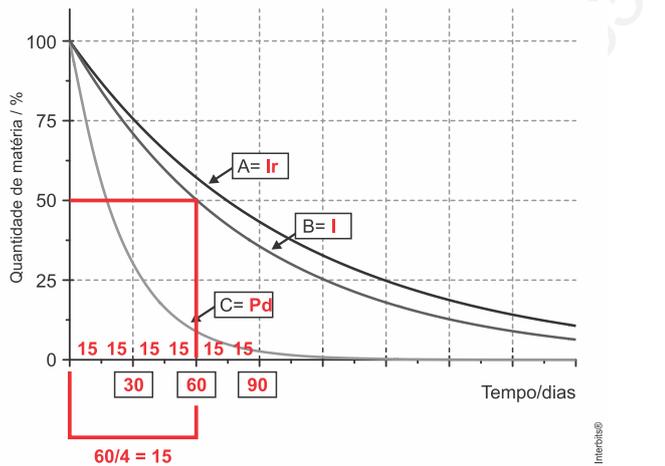


Na curva: $t(1/2) - C < t(1/2) - B < t(1/2) - A$.

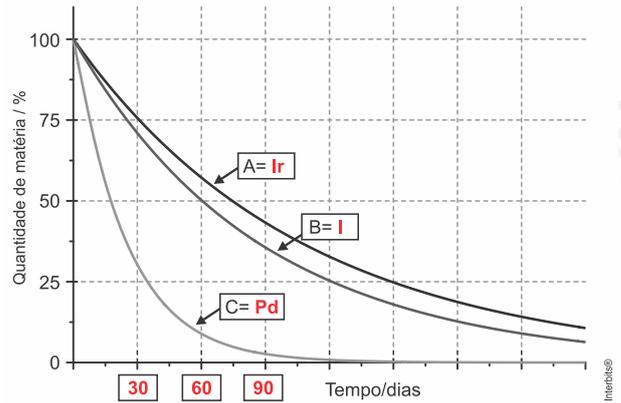
Conclusão:



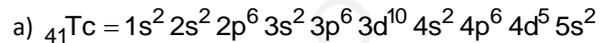
Como o tempo de meia vida o iodo é de, aproximadamente, 60 dias, pode-se fazer a seguinte estimativa:



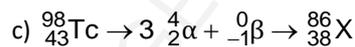
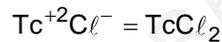
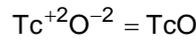
Conclusão:



Resposta da questão 7:



b) Teremos:

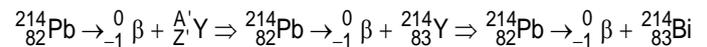
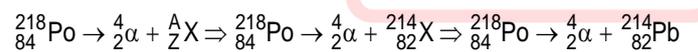


Resposta da questão 8:

a) Após 12 minutos de desintegração a massa restante será de 2,5 g de Polônio-218:



b) A emissão de uma partícula alfa gera o radioisótopo Pb, que, por sua vez, emite uma partícula beta, produzindo Bi:



Resposta da questão 9:

a) 1 mg

b) $\text{P} = 25$ (prótons)
 $\text{N} = 31$ (nêutrons)