

DISCIPLINA: FÍSICO-QUÍMICA

TEMA: RADIOATIVIDADE

1. Vinte milicuries de $^{99}\text{Tc}^m$ são injetados num paciente que faz mapeamento cerebral. Em cada desintegração desse radioisótopo cuja meia-vida é de 6h é emitido um raio gama de 0,143 Mev. Admitindo que metade dos raios gama escape do corpo sem interagir, calcule a dose absorvida por um paciente de 60 kg e a quantidade em gramas de $^{99}\text{Tc}^m$ injetada. Dado: $1\text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19}\text{ J}$.

2. A abundância natural do U-235 é 0,72% e sua meia vida é de $7,07 \times 10^8$ anos. Supondo que a idade do nosso planeta seja $4,50 \times 10^9$ anos, exatamente igual à meia vida do outro isótopo natural do urânio, determine a abundância do U-235 por ocasião da formação da Terra. Considere como isótopos naturais do urânio apenas o U-235 e o U-238. Dado: $2^{6,36} = 82$

3. Uma amostra de 250 mg de carbono de uma parte de um pano encontrado em uma escavação de um túmulo antigo em Núbia sofre 1500 desintegrações em 10,0 horas. Se 1,00 g de uma amostra recente de carbono apresenta 920 desintegrações por hora, quantos anos têm o pedaço de pano? Dados: meia-vida do carbono-14 = 5730 anos e $\log 1,53 = 0,185$

4. Considere a série de decaimento: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$, em que A, B e C são isótopos radioativos com tempos de meia-vida de 4,50 s, 15,0 dias e 1,00 s, respectivamente, e D não é radioativo. Começando com 1,00 mol de A e nenhum de B, C e D, calcule, respectivamente, o número aproximado de mols de A, B, C e D depois de 30 dias.

5. Cada molécula de hemoglobina, o transportador de oxigênio no sangue, contém quatro átomos de ferro. Explique como usar o $^{59}_{26}\text{Fe}$ radioativo ($t_{1/2} = 46$ dias) para mostrar que o ferro em determinado alimento é convertido em hemoglobina.

6. Explique por que a realização da fusão nuclear em laboratório exige temperaturas cerca de 100 milhões de $^{\circ}\text{C}$, o que excede em muito a temperatura do interior do Sol (cerca de 15 milhões de $^{\circ}\text{C}$).

7. Uma análise química de uma amostra de rocha revelou que a mesma contém 0,554 g de ^{206}Pb e 3,334g de ^{238}U . Supondo que na formação da rocha, toda quantidade de ^{206}Pb originou-se da desintegração radioativa do ^{238}U , calcule a idade aproximada da rocha.

Dados: $^{238}\text{U}(t_{1/2} = 4,5 \times 10^9 \text{ anos})$; $\log 2 = 0,3$ e $\log 1,19 = 0,076$.

8. Uma amostra de 25,00 mL de uma solução de 0,050 mol/L de nitrato de bário foi misturada com 25,00 mL de uma solução de 0,050 mol/L de sulfato de sódio marcada com enxofre-35 radioativo. A atividade da solução inicial de sulfato de sódio era $1,22 \times 10^6 \text{ Bq/mL}$. Depois que o precipitado resultante foi removido por filtração, encontrou-se que

o filtrado resultante tinha atividade de 250 Bq/mL. Diante dessas informações, calcule o Kps (constante do produto de solubilidade) para o precipitado sob as condições do experimento.

9. Células cancerosas são as mais vulneráveis a radiações X e gama do que as células sadias. Apesar de haver atualmente aceleradores lineares que o substituem, no passado a fonte padrão de terapia por radiação era o radionúclídeo ^{60}Co , que decai em beta num estado nuclear excitado ^{60}Ni , que, imediatamente, decai no estado fundamental, emitindo dois fótons de raios-gama, cada um com energia de aproximadamente 1,2 MeV. A meia-vida do decaimento beta, que é o controlador do processo, é de 5,27 anos. Quantos núcleos radioativos ^{60}Co estão presentes em uma fonte de 6.000 Ci usada num hospital? (1 Ci = 1 Curie = $3,7 \times 10^{10}$ desintegrações/s = $3,7 \times 10^{10}$ Bq)

10. Um dos perigos dos resíduos radioativos de uma bomba nuclear é o ^{90}Sr , que sofre decaimento beta com meia-vida de 29 anos. Por ter propriedades químicas muito parecidas com as do cálcio, o estrôncio, se consumido por uma vaca, concentra-se no leite e termina nos ossos de qualquer pessoa que tomar o leite. Os elétrons de alta energia de decaimento prejudicam a medula óssea, impedindo, assim, a produção de hemácias. Uma bomba de um megaton produz aproximadamente 400g de ^{90}Sr . Se os resíduos se dispersarem uniformemente sobre uma área de 2.000 Km², que porção desta área teria uma radioatividade igual a 0,002 mCi, que é a dose máxima de radioatividade suportada pelos ossos de uma pessoa? (1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ desintegrações/s).

11. O isótopo ^{197}Hg emite radiação gama de 77 KeV por desintegração. Uma quantidade de $1,97 \times 10^{-9}$ g desse material é administrada a um paciente de 74 Kg, na detecção de um tumor. Se a meia-vida desse isótopo no organismo do paciente for de 51,1 horas, calcule:

- A atividade inicial da amostra no corpo em microCi (μCi);
- O tempo necessário para que a atividade seja reduzida a 1/32 do seu valor inicial;
- A dose total absorvida pelo paciente.

12. A matéria orgânica viva contém uma relação $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ constante. Com a morte do ser vivo, essa razão vai se alterando exponencialmente com o tempo, apresentando uma meia-vida de 5600 anos. Constatou-se que um riacho, onde ocorreu uma grande mortandade de peixes, apresentava uma quantidade anômala de substâncias orgânicas. Uma amostra da água foi retirada para análise. Estudando-se os resultados analíticos referentes à relação $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$, concluiu-se que a poluição estava sendo provocada por uma indústria petroquímica e não pela decomposição natural de animais ou plantas que tivessem morrido recentemente.

- Como foi possível, com a determinação da relação $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$, afirmar com segurança que o problema tinha se originado na indústria petroquímica?
- Descreva, em poucas palavras, duas formas pelas quais a presença dessa matéria orgânica poderia ter provocado a mortandade de peixes.

13. Calcule a energia de ligação nuclear por núcleon (em MeV por núcleon) para o isótopo $^{56}_{26}\text{Fe}$, sendo dadas as massas: ^{56}Fe 55,93494 u.m.a., nêutron 1,008665 u.m.a., próton 1,00783 u.m.a e elétron 0,00054859 u.m.a.
Dado: 1 u.m.a= 931,4812 MeV

14. Uma amostra de 49,5mg de perclorato de sódio contém cloro-36 radioativo (cuja massa atômica é 36,0 u). Se 31% dos átomos de cloro na amostra são cloro-36 e o restante são átomos de cloro naturalmente não-radioativos, quantas desintegrações por segundo são produzidas por essa amostra? A meia-vida do cloro-36 é $3,0 \times 10^5$ anos e constante de Avogadro é $6,0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Dados: O = 16u, Na = 23u, Cl = 35,5u e $\ln 2 = 0,693$.

15. O volume de fluido extracelular pode ser medido injetando-se sulfato de sódio marcado com ^{35}S . Tal fonte tem uma atividade inicial de 2 mCi. Sabendo-se que este isótopo tem uma meia-vida de 87 dias, calcule a atividade da fonte após 43,5 dias, em curies e em becquerels. Após quanto tempo a atividade cai a 0,5 mCi? Dado: $\sqrt{2} = 1,4$

INFORMAÇÕES EXTRAS

Unidades de radiação

PROPRIEDADES	NOME DA UNIDADE	SÍMBOLO	DEFINIÇÃO
Atividade	Curie	Ci	$3,7 \times 10^{10}$ dps
	Becquerel	Bq	1 dps
Dose absorvida	Dose de radiação absorvida	Rad	$10^{-2} \text{ J.Kg}^{-1}$
	gray	Gy	1 J.Kg^{-1}
Dose equivalente	Radiação equivalente no homem	Rem	Q x dose absorvida*
	Sievert	Sv	100 rem

- As unidades no SI são becquerel, gray e sievert.

*Q é a eficácia biológica relativa da radiação. Normalmente $Q= 1$ para γ e β para a maioria das outras radiações, mas $Q= 20$ para a radiação α e para nêutrons rápidos. Um fator adicional de 5 (isto é, 5 Q) é usado em certas circunstâncias para ossos.