

Lista de Exercícios Radioatividade

Ludmila Ferreira



Problema 1 (LFR) Felipe e Ludmila, dois amigos cientistas, estavam fazendo experiências com núcleos radioativos e fizeram algumas constatações, como se seguem:

I. Ra-230 decai formando Ac-230 liberando uma partícula M, Th-232 decai formando Ra-230 liberando uma partícula N. Identificamos as partículas M e N como β e α , respectivamente.

II. ${}_{91}^{234}\text{Pa}$ pertence à série do U-238 e é resultado de decaimento β do núcleo de ${}_{90}^{234}\text{Th}$.

III. O nuclídeo ${}_{93}^{237}\text{Np}$ pertence à série do Tório.

IV. Podemos definir séries radioativas como uma sequência de nuclídeos originada por núcleos de número atômico maior que 84 e que decaem por emissão de partícula α , β ou γ .

Quais destas constatações feitas por tais cientistas são corretas?

- a) I, II, III, IV;
- b) II, III, apenas;
- c) I, II, IV;
- d) I, II, apenas;
- e) II, III, IV.

Problema 2 (OBQ-2019)

A química nuclear é o estudo das reações que envolvem alterações dos núcleos atômicos. Começou com a descoberta da radioatividade natural por Antoine Becquerel seguido das investigações subsequentes de Pierre e Marie Curie, entre muitos outros. Mas, quanto as reações nucleares podem-se afirmar que:

- I. Os elementos (ou isótopos do mesmo elemento) são convertidos um no outro.
- II. Podem estar envolvidos os prótons, os nêutrons, os elétrons e outras partículas elementares.
- III. As reações são acompanhadas da absorção ou liberação de pequenas quantidades de energia.
- IV. As velocidades das reações normalmente são afetadas pela temperatura, pela pressão ou pelos catalisadores.

As afirmações acima são, respectivamente.

- a) V, F, F e V
- b) V, V, F e F
- c) V, F, V e F
- d) F, V, V e F
- e) F, F, V e V

Problema 3 (OBQ-1998-Adaptada)

Uma série radioativa que começa com Urânio-235 sofre a seguinte sequência de decaimentos: $\alpha, \beta, \alpha, \beta, \alpha, \alpha, \alpha, \alpha, \beta, \beta, \alpha$. Determine qual o radioisótopo formado ao final desta série.

Problema 4 (OBQ-1999-Adaptada)

Em que diferem a bomba atômica e a bomba de hidrogênio ? Por que a bomba de hidrogênio precisa de um "estopim" para explodir ?

Problema 5 (OBQ-Fase IV-2002-Adaptada)

Uma das preocupações da indústria de energia nuclear é a escassez do combustível, o urânio fissionável, que pode advir de uma possível proliferação das usinas nucleares. Uma solução para o caso seria a construção de reatores “reprodutores”, os quais, produziram mais combustível do que consumiriam. Esse processo poderia envolver o seguinte ciclo:

- I) um núcleo de ^{238}U colide com um nêutron para produzir ^{239}U ;

- II) ^{239}U decai por emissão beta (β) ($t_{\frac{1}{2}}=24$ min) para dar um isótopo de Netúnio;
 III) Este isótopo de netúnio decai por emissão beta (β) para dar um isótopo de plutônio;
 IV) Este isótopo de plutônio é fissionável. Na colisão de um destes isótopos de plutônio com um nêutron, há produção de energia, de pelo menos dois nêutrons e de outro núcleo.

Escreva as equações de cada uma destas etapas.

Problema 6 (National Germany Competition for the IChO-2003-Adaptada)

O elemento urânio é encontrado na natureza como uma mistura de isótopos contendo 99,28% de ^{238}U (meia vida, $t_{\frac{1}{2}}$, igual a $4,5 \times 10^9$ anos) e 0,72% de ^{235}U ($t_{\frac{1}{2}} = 7,0 \times 10^8$ anos). Assumindo que a idade da terra é $4,5 \times 10^9$ anos, determine qual era a porcentagem original de urânio-235 na natureza.

Problema 7 (OBQ-2012-Adaptada)

O actínio $^{228}_{89}\text{Ac}$ possui um tempo de meia-vida igual a 6,13 horas bem próximo ao $^{99}_{43}\text{Tc}^*$ metaestável considerado um radioisótopo ideal para o uso de diagnóstico para a determinação de doenças. Sua equação de decaimento é a seguinte: $^{228}_{89}\text{Ac} \rightarrow ^0_{-1}\beta + ^{228}_{90}\text{Th}$. Com relação a essas informações e aos fenômenos radioativos, são feitas as afirmações a seguir:

- I) O tempo necessário para que uma massa de m_0 de actínio se reduza para $3/8$ de sua massa inicial (m_0) são cinco horas e quarenta e sete segundos. Considere $\log 2 = 0,301$ e $\log 3 = 0,477$.
 II) Além das desintegrações radioativas envolvendo partículas e radiação eletromagnética, foi observado outro fenômeno nuclear denominado de captura eletrônica. Este fenômeno consiste na captura de um elétron extranuclear. O elétron capturado reage com um próton formando um nêutron. Assim, a carga do isótopo diminui em uma unidade e a massa permanece constante;
 III) São necessárias a emissão de oito partículas alfa e 3 partículas beta para que o decaimento do actínio promova o aparecimento do isótopo de platina;
 IV) A primeira lei de Soddy aborda que ao emitir uma partícula alfa o isótopo radioativo irá desintegrar um nêutron para que haja a perda de quatro unidades de massa e duas unidades de carga do isótopo;
 V) Diferentemente das partículas alfa e beta a radiação gama é de natureza eletromagnética e seu poder de penetração é alto de modo a ser nocivo para o ser humano;
 VI) Ao emitir radiação gama o $^{228}_{89}\text{Ac}$ se desintegra em outro elemento diferente. Dessas afirmações, são corretas:
 a) I, IV e VI;

- b) III e VI;
- c) I e V;
- d) II e V;
- e) I, III e IV.

Problema 8 (OBQ-2015-Adaptada)

Medicina Nuclear é a especialidade que utiliza pequenas quantidades de substâncias radioativas ou "traçadores" para diagnosticar ou tratar certas doenças. Traçadores são substâncias que são atraídas para órgãos específicos (os ossos, por exemplo). Quando introduzidos no corpo eles marcam as moléculas participantes nesses processos fisiológicos com isótopos radioativos. Estes denunciam sua localização por emitirem radiação nuclear (onda eletromagnética de comprimento de 0,01 a 1 nm do espectro dos raios gama).

A detecção localizada de muitos fótons gama com uma câmara gama permite formar imagens ou filmes que informem acerca do estado funcional dos órgãos. Entre os radioisótopos mais utilizados está o Tecnécio-99 meta estável, usado em exames de cintilografia do miocárdio e os isótopos de Iodo 123 e 131, usados nos diagnósticos da tireoide. Sobre as informações do texto responda os itens a seguir:

a) Entre os isótopos mencionados o Iodo-131 emite partícula beta, os demais emitem apenas radiação gama. Escreva as suas equações de decaimento utilizando a simbologia química apropriada.

b) A atividade de uma amostra radioativa ou taxa de decaimento é a velocidade com que uma amostra se desintegra por unidade de tempo. No S.I. sua unidade é o becquerel (Bq) e equivale a uma desintegração por segundo. Qual a atividade de uma amostra com $2,0 \times 10^{20}$ átomos de $^{99}_{43}\text{Tc}$, se sua constante de decaimento for $3,2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$?

c) As meias vidas dos radioisótopos do iodo apresentados são, respectivamente, 13 horas para o 123, e 8 dias para o 131. Identifique o mais instável e explique através de suas velocidades de decaimento (atividades), considerando que ambos apresentam amostras com o mesmo número de átomos. Dado: $\ln 2 = 0,693$.

d) Uma amostra a ser usada em um exame de cintilografia miocárdica é rotulada com ^{99}Tc , radioisótopo que tem uma constante de decaimento igual a $0,1155 \text{ h}^{-1}$. Caso tenha sido injetado 0,5 mg desse radioisótopo no corpo de um indivíduo, quanto ele ainda apresentará em seu organismo de tecnécio-99 após dois dias e meio?

Problema 9 (OBQ-2016-Adaptada)

A matéria orgânica viva possui uma relação carbono-14/carbono-12 constante. Se o organismo morre, a razão é alterada com o tempo, de forma exponencial. Em um acidente ecológico, ocorreu uma mortandade de animais, devido a um possível

vazamento de produtos químicos orgânicos de uma fábrica próxima àquele meio ambiente. Como é possível, através das análises pertinentes da relação carbono-14/carbono-12, que a mortandade não ocorrera de causas naturais, mas deveu-se a produtos químicos daquela fábrica?

Problema 10 (IME)

A massa de Li^{+3} é 7,014359 u.m.a. Calcule a energia de ligação deste nuclídeo. Dados: $m({}_0^1n) = 1,008930$ u.m.a; $m({}_1^1p) = 1,007582$ u.m.a e vale a relação: 1 u.m.a = 931 MeV.

1 Gabarito

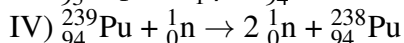
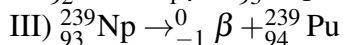
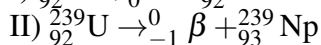
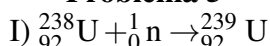
Problema 1 item c

Problema 2 item b

Problema 3 ${}_{82}^{207}\text{Pb}$

Problema 4 No interior de bombas atômicas ocorre o processo de fissão nuclear, já, no interior de bombas de Hidrogênio, ocorre o processo de fusão nuclear. Porque a reação de fusão exige temperaturas muito elevadas para iniciar-se.

Problema 5



Problema 6

Temos: $t = x \cdot t_{\frac{1}{2}}$

Para o U-235: $x = t \frac{4,5 \times 10^9}{7,0 \times 10^8}$, $x = 6,36$ meias vidas

Para o U-238: $x = t \frac{4,5 \times 10^9}{4,5 \times 10^9}$, $x = 1$ meia vida

Considere 100g da amostra:

Teremos que as massas atuais de U-235 e de U-238 são 0,72g e 99,28g, respectivamente. Para descobrir as massas originais, usaremos: $m = \frac{m_0}{2^x}$.

Para o U-235: $0,72 = \frac{m_0}{2^{6,36}}$, então $m_0 = 59,14\text{g}$

Para o U-238: $99,28\text{g} = \frac{m_0}{2^1}$, então $m_0 = 198,56\text{g}$

Calculando a abundância, temos:

$$\% \text{ U-235} = \frac{m_0(\text{U-235})}{m_0(\text{U-235}) + m_0(\text{U-238})} \rightarrow \frac{59,14}{59,14 + 198,56} \rightarrow \frac{59,14}{257,7}$$

Finalmente, $\% \text{ U-235} = 22,9 \%$

Problema 7 item d

Problema 8

- a) ${}_{43}^{99}\text{Tc}^* \rightarrow {}_{43}^{99}\text{Tc} + {}_0^0\gamma$
 ${}_{53}^{123}\text{I} \rightarrow {}_{53}^{123}\text{I} + {}_0^0\gamma$
 ${}_{53}^{131}\text{I} \rightarrow {}_{54}^{131}\text{Tc} + {}_{-1}^0\beta + {}_0^0\gamma$
- b) $A = 6,4 \times 10^{15} \text{ Bq}$
- c) ${}_{53}^{131}\text{I}$ é o mais estável.

Perceba que sendo $t_{\frac{1}{2}}({}^{131}\text{I}) = 13\text{h}$, então sua constante radioativa será: $\kappa = 0,0533 \text{ h}^{-1}$. Como o $t_{\frac{1}{2}}$ do ${}^{123}\text{I}$ está em dias, passaremos para horas, totalizando, 192h, daí a constante radioativa é dada por: $\kappa = 0,0036 \text{ h}^{-1}$.

Como a atividade é a velocidade de desintegração e o número de átomos inicial é o mesmo, então vale: $v = kN$. O maior valor de k para o ${}^{123}\text{I}$ implicam uma atividade maior.

d) $t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\kappa} \rightarrow t_{\frac{1}{2}} = \frac{0,693}{0,1155} = 6\text{h}$.

Após dois dias e meio, ou seja, 60 horas, teremos 10 meias-vidas, como segue:

$$t = x \cdot t_{\frac{1}{2}}$$

$$x = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{60\text{h}}{6\text{h}} = 10 \text{ meias-vidas}$$

$$\text{Daí, para o cálculo de massa: } m = \frac{m_0}{2^x} = \frac{0,5\text{mg}}{2^{10}} = 0,00048 \text{ mg}$$

Problema 9 A razão ${}^{14}\text{C}/{}^{12}\text{C}$ é constante, enquanto os organismos estão vivos, pois a ingestão de alimentos ricos em carbono mantém essa razão. Com a morte, essa razão é alterada, uma vez que não ocorre mais a ingestão. Assim, a razão decresce porque a quantidade de ${}^{14}\text{C}$ também diminui. A morte por ingestão de produtos orgânicos aumenta, de forma artificial, a razão ${}^{14}\text{C}/{}^{12}\text{C}$. Portanto, se essa razão se mantiver acima do esperado, é de se esperar que a morte tenha sido por envenenamento.

Problema 10 $E = 39,22 \text{ MeV}$