



RADIOATIVIDADE I

1. RADIOATIVIDADE

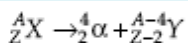
Emissão de radiações por núcleos instáveis, transformando-se em outros núcleos.

Os tipos mais comuns de radiações são:

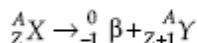
Radiação	Características	Representação	Penetração no ar
α (alfa)	partícula formada por 2 prótons e 2 nêutrons (núcleo de Hélio)	${}^4_2\alpha$	muito pequena
β (beta)	elétrons emitidos pelos núcleos	${}^0_{-1}\beta$	alta
γ (gama)	ondas eletromagnéticas	${}^0_0\gamma$	altíssima

2. LEIS DA RADIOATIVIDADE

Lei de Soddy (emissão α)

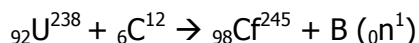
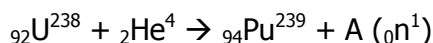


Lei de Soddy – Fajans – Russel (emissão β)



EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

01 (CESGRANRIO-RJ) A partir da década de 40, quando McMillan e Seaborg obtiveram em laboratório os primeiros elementos transurânicos ($NA > 92$), o urânio natural foi usado algumas vezes para obter tais elementos. Para tanto, ele era bombardeado com núcleos de elementos leves. Na obtenção do Plutônio, do Califórnio e do Férmio as transmutações ocorreram da forma a seguir:



Sendo assim, os valores de A, B e C que indicam as quantidades de nêutrons obtidas são, respectivamente:

- 1, 4 e 5.
- 1, 5 e 4.
- 2, 4 e 5.
- 3, 4 e 5.
- 3, 5 e 4.

02 (FEI-SP) Um átomo X, de número atômico 92 e número de massa 238, emite uma partícula alfa, transformando-se num átomo Y, o qual emite uma partícula beta, produzindo um átomo Z. Então:

- a) os átomos Y e X são isótopos.
- b) os átomos X e Z são isótonos.
- c) os átomos X e Y são isóbaros.
- d) o átomo Z possui 143 nêutrons.
- e) o átomo Y possui 92 prótons.

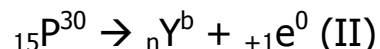
03 (UNESP-SP) No processo de desintegração natural de ${}_{92}\text{U}^{238}$, pela emissão sucessiva de partículas alfa e beta, forma-se o ${}_{88}\text{Ra}^{226}$. Os números de partículas alfa e beta emitidas neste processo são, respectivamente,

- a) 1 e 1.
- b) 2 e 2.
- c) 2 e 3.
- d) 3 e 2.
- e) 3 e 3.

04 O primeiro isótopo radioativo artificialmente produzido foi o ${}_{15}\text{P}^{30}$, através do bombardeio de laminas de alumínio por partículas alfa, segundo a reação (I):

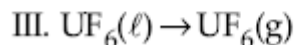
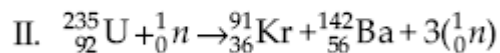
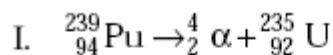


O isótopo formado, ${}_{15}\text{P}^{30}$, por sua vez emite um pósitron, segundo a reação (II):



Balancar as equações (I) e (II), identificando a partícula X, e fornecendo os números atômicos e de massa do elemento Y formado.

05 (UEL-PR) Dadas as equações químicas:



Pode-se afirmar que ocorre fissão nuclear somente em:

- a) I
- b) II
- c) III
- d) I e II
- e) I e III

06 (CESGRANRIO-RJ) Após algumas desintegrações sucessivas, o ${}_{90}\text{Th}^{232}$, muito encontrado na orla marítima de Guarapari (ES), se transforma no ${}_{82}\text{Pb}^{208}$. O número de partículas α e β emitidas nessa transformação foi, respectivamente, de:

- a) 6 e 4
- b) 6 e 5
- c) 5 e 6
- d) 4 e 6
- e) 3 e 3

07 (Ceub-DF) A partir de um átomo radioativo (X), chega-se ao elemento ${}_{86}\text{Rn}^{220}$ por meio de duas emissões alfa (α) e duas emissões (β). Os números atômico e de massa do átomo radioativo são, respectivamente:

- a) 92 e 224.
- b) 92 e 228.
- c) 88 e 228.
- d) 88 e 224.
- e) 90 e 226.

08 (Unirio-RJ) "Na usina coreana de Wolsung, cerca de 50 litros de água pesada vazaram (...), e puderam ser recuperados sem maiores danos logo após o incidente."

(JB, 06/10/99)

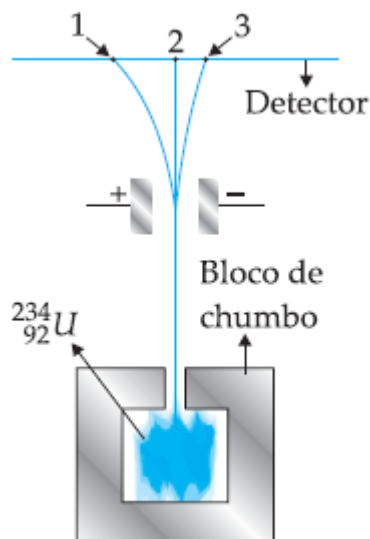
A água pesada (D_2O) é constituída por deutério e oxigênio, e é um subproduto das usinas nucleares, sendo obtida através do bombardeamento do núcleo de hidrogênio.



De acordo com a reação acima, X é um(a):

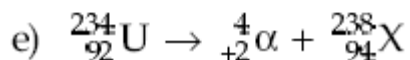
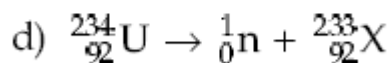
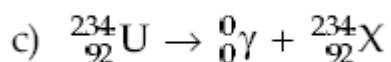
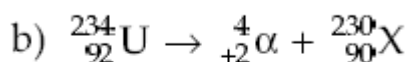
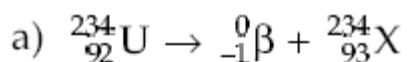
- a) elétron.
- b) nêutron.
- c) partícula α .
- d) partícula β .
- e) partícula γ .

09 A natureza das radiações emitidas pela desintegração espontânea do ${}_{92}\text{U}^{234}$ pode ser estudada por meio do arranjo experimental mostrado na figura.

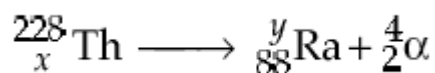


A abertura do bloco de chumbo dirige o feixe de radiação para passar entre duas placas eletricamente carregadas, verificando-se a separação em três novos feixes, que atingem o detector nos pontos 1, 2 e 3.

Representando por X o novo núcleo formado, a equação balanceada da reação nuclear responsável pela radiação detectada no ponto 3 é:



10 (UNIRP-SP) Quando um átomo de isótopo 228 do elemento químico tório libera uma partícula alfa (partícula com 2 prótons e número de massa igual a 4), originando um átomo de rádio, de acordo com a equação:

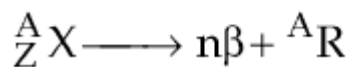
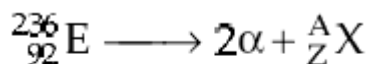


valores de x e y são, respectivamente:

- a) 88 e 228.
- b) 89 e 226.
- c) 91 e 227.
- d) 90 e 224.
- e) 92 e 230.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

11 Analise as equações de decaimento radioativo abaixo:



Os átomos de E e R são isótopos.

Os valores de Z, A e n são, respectivamente:

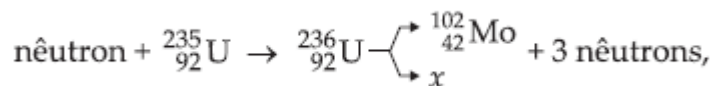
- a) 90, 200 e 6
- b) 88, 228 e 6
- c) 88, 230 e 4
- d) 88, 228 e 4
- e) 90, 228 e 2

12 O físico brasileiro César Lattes desenvolveu importantes pesquisas com emulsões nucleares contendo átomos de boro (${}_5\text{B}^{10}$) bombardeados por nêutrons. Quando um nêutron, em grande velocidade, atinge o núcleo de um átomo de (${}_5\text{B}^{10}$), e é por ele absorvido, dá origem a dois átomos de um certo elemento químico (X) e a um átomo de trítio (${}_1\text{H}^3$).

O número atômico e o número de massa do elemento X são, respectivamente:

- a) 1 e 1
- b) 1 e 2
- c) 1 e 3
- d) 2 e 3
- e) 2 e 4

13 (USAL-BA) Na fissão nuclear:



o número de massa e o número atômico de X são, respectivamente:

- a) 129 e 47
- b) 130 e 48
- c) 131 e 47
- d) 131 e 50
- e) 133 e 50

14 (ITA-SP) Considere as seguintes afirmações:

- I. A radioatividade foi descoberta por Marie Curie.
- II. A perda de uma partícula beta de um átomo de ${}_{33}\text{As}^{75}$ forma um átomo de número atômico maior.
- III. A emissão de radiação gama a partir do núcleo de um átomo não altera o número atômico e o número de massa do átomo.
- IV. A desintegração de ${}_{88}\text{Ra}^{226}$ a ${}_{83}\text{Po}^{214}$ envolve a perda de 3 partículas alfa e de duas partículas beta.

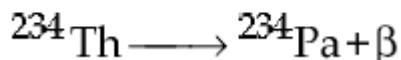
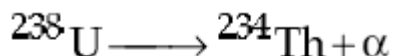
Das afirmações feitas, estão CORRETAS:

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

15 (PUC-SP) O fenômeno da radioatividade foi descrito pela primeira vez no final do século passado, sendo largamente estudado no início do século XX.

Aplicações desse fenômeno vão desde o diagnóstico e combate de doenças até a obtenção de energia ou a fabricação de artefatos bélicos.

Dois emissões radioativas típicas podem ser representadas pelas equações:



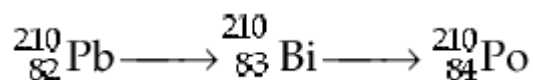
A radiação α é o núcleo do átomo de hélio, possuindo 2 prótons e 2 nêutrons, que se desprende do núcleo do átomo radioativo.

A radiação β é um elétron, proveniente da quebra de um nêutron, formando também um próton, que permanece no núcleo.

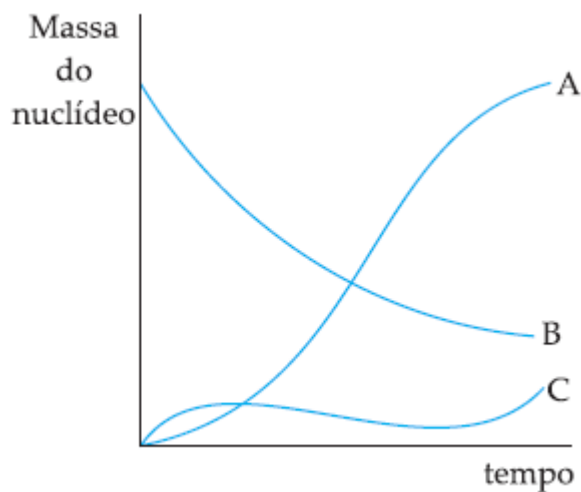
A equação que representa o decaimento radioativo do isótopo ${}_{92}\text{U}^{238}$ até o isótopo estável ${}_{82}\text{Pb}^{206}$ é:

- a) ${}^{238}\text{U} \longrightarrow {}^{206}\text{Pb} + \alpha + \beta$
- b) ${}^{238}\text{U} \longrightarrow {}^{206}\text{Pb} + 8\alpha + 4\beta$
- c) ${}^{238}\text{U} \longrightarrow {}^{206}\text{Pb} + 8\alpha + 6\beta$
- d) ${}^{238}\text{U} \longrightarrow {}^{206}\text{Pb} + 5\alpha + 5\beta$
- e) ${}^{238}\text{U} \longrightarrow {}^{206}\text{Pb} + 6\alpha + 6\beta$

16 (Fatec-SP) Considere que ${}_{82}\text{Pb}^{210}$ sofra a seguinte seqüência de decaimento radioativo:



Considere também o gráfico que relaciona massa do nuclídeo x tempo.



As curvas A, B e C correspondem, respectivamente, a:

	Curva A	Curva B	Curva C
a)	${}_{82}^{210}\text{Pb}$	${}_{83}^{210}\text{Bi}$	${}_{84}^{210}\text{Po}$
b)	${}_{84}^{210}\text{Po}$	${}_{82}^{210}\text{Pb}$	${}_{83}^{210}\text{Bi}$
c)	${}_{83}^{210}\text{Bi}$	${}_{82}^{210}\text{Pb}$	${}_{84}^{210}\text{Po}$
d)	${}_{84}^{210}\text{Po}$	${}_{83}^{210}\text{Bi}$	${}_{82}^{210}\text{Pb}$
e)	${}_{82}^{210}\text{Pb}$	${}_{84}^{210}\text{Po}$	${}_{83}^{210}\text{Bi}$

17 (Cesgranrio-RJ) Um átomo de ${}_{92}\text{U}^{238}$ emite uma partícula alfa, transformando-se num elemento X, que, por sua vez, emite uma partícula beta, dando o elemento Y, com número atômico e número de massa respectivamente iguais a:

- 92 e 234
- 91 e 234
- 90 e 234
- 90 e 238
- 89 e 238

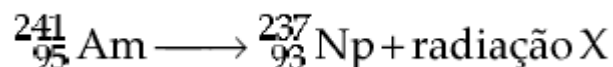
18 (Cesgranrio-RJ) Após algumas desintegrações sucessivas, o ${}_{90}\text{Th}^{232}$, muito encontrado na orla marítima de Guarapari (ES), se transforma no ${}_{82}\text{Pb}^{208}$. O número de partículas α e β emitidas nessa transformação foi, respectivamente, de:

- 6 e 4
- 6 e 5
- 5 e 6
- 4 e 6
- 3 e 3

19 (UEPG-PR) Uma série radioativa consiste em um conjunto de radioisótopos que são formados a partir de um radioisótopo inicial, pela sucessiva emissão de partículas alfa e beta. Na série radioativa que se inicia com o ${}_{93}\text{Np}^{237}$ e termina com o ${}_{83}\text{Bi}^{209}$, o número de partículas α e β emitidas é de, respectivamente:

- a) 3 e 5
- b) 7 e 4
- c) 6 e 3
- d) 5 e 2
- e) 8 e 6

20 (UNIP-SP) Um tipo de detector de incêndios contém uma pequena quantidade de amerício que se desintegra da seguinte maneira:



A radiação resultante ioniza o ar dentro do detector, tornando-o condutor de eletricidade. Uma pequena bateria serve como fonte de eletricidade. Quando partículas de fumaça entram no detector, o fluxo de corrente elétrica é bloqueado, o que faz disparar o alarme. A radiação X é:

- a) ${}_{1}^{1}\text{H}$
- b) ${}_{0}^{1}\text{n}$
- c) ${}_{1}^{2}\text{H}$
- d) ${}_{-1}^{0}\beta$
- e) $\frac{4}{2}\alpha$

21 Relógios cujos ponteiros brilham no escuro contêm geralmente uma substância fosforescente misturada com um composto de trítio (${}_{1}\text{H}^3$). A emissão radioativa desse nuclídeo produz o isótopo hélio-3 (isto é, hélio com número de massa 3) e libera energia que faz a substância fosforescer, emitindo a luz que vemos.

Baseado nessas informações:

- a) Que partícula é emitida pelo trítio?
- b) Escreva a equação dessa emissão radioativa.

22 (UFRJ-RJ) Em 1940, McMillan e Seaborg produziram os primeiros elementos transurânicos conhecidos, através do bombardeio de um átomo de ${}_{92}\text{U}^{238}$ com uma partícula X, produzindo um isótopo desse elemento. O isótopo produzido por McMillan e Seaborg apresentou decaimento, emitindo uma partícula Y equivalente ao núcleo do hélio.

- a) Identifique a partícula X utilizada pelos cientistas e escreva a equação de formação do isótopo.
- b) Dê o nome e calcule o número de nêutrons do elemento resultante do decaimento do isótopo do Urânio.

23 (UEL-PR) Os raios gama oriundos do cobalto 60 ou do céσιο 137 podem ser usados na radiação em alimentos. Sobre a radiação gama, considere as afirmativas.

- I. O átomo de cobalto ou de céσιο, ao emitir radiação gama, resulta em um novo elemento químico não radioativo.
- II. A radiação gama é uma radiação eletromagnética.
- III. A radiação gama não apresenta massa nem carga elétrica.
- IV. O poder de penetração da radiação gama é muito pequeno.

Assinale a alternativa CORRETA.

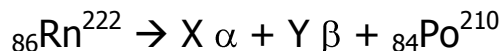
- a) Somente as afirmativas I e IV são corretas.
- b) Somente as afirmativas II e III são corretas.
- c) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
- d) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
- e) Somente as afirmativas I, II e IV são corretas.

24 (PUC-RJ) As três primeiras etapas na série de decaimento radioativo do urânio 238 envolvem emissão sucessiva de uma partícula alfa, uma partícula beta e outra partícula beta.

Sobre o elemento resultante do decaimento, é CORRETO afirmar que:

- a) na 1ª etapa, possui número de massa 234 e número atômico 92.
- b) após as duas primeiras etapas, possui número de massa 234 e número atômico 91.
- c) após as três etapas, possui 144 nêutrons em seu núcleo.
- d) na 1ª etapa, possui 90 nêutrons em seu núcleo.
- e) após as três etapas, possui 96 prótons em seu núcleo.

25 (FATEC-SP) Na equação representada a seguir:



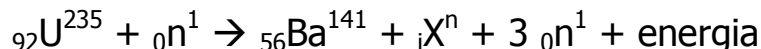
os números de partículas alfa e beta, representados por X e Y, emitidas nesse processo são, respectivamente:

- a) 1 e 2.
- b) 3 e 4.
- c) 4 e 5.
- d) 2 e 1.
- e) 4 e 3.

26 (UNIFESP-SP) Dentre outras aplicações, a radiação nuclear pode ser utilizada para preservação de alimentos, eliminação de insetos, bactérias e outros microorganismos eventualmente presentes em grãos e para evitar que certas raízes brotem durante o armazenamento. Um dos métodos mais empregados utiliza a radiação gama emitida pelo isótopo ${}^{60}\text{Co}$. Este isótopo é produzido artificialmente pela reação de um isótopo do elemento químico X com um nêutron, gerando somente ${}^{60}\text{Co}$ como produto de reação. O ${}^{60}\text{Co}$, por sua vez, decai para um elemento Y, com a emissão de uma partícula beta de carga negativa e de radiação gama. Os elementos X e Y têm números atômicos, respectivamente, iguais a:

- a) 26 e 28.
- b) 26 e 29.
- c) 27 e 27.
- d) 27 e 28.
- e) 29 e 27.

27 (UFSCAR-SP) No dia 06 de agosto de 2005 foram lembrados os 60 anos de uma data triste na história da Humanidade. Nesse dia, em 1945, foi lançada uma bomba atômica sobre a cidade de Hiroshima, que causou a morte de milhares de pessoas. Nessa bomba, baseada no isótopo $^{235}_{92}\text{U}$ de urânio, uma das reações que pode ocorrer é representada pela equação nuclear não balanceada:



Nesta equação X, i e n representam, respectivamente:

- a) partícula alfa; 2; 4.
- b) pósitron; 1; 0.
- c) argônio; 18; 39,9.
- d) criptônio; 36; 92.
- e) bário; 56; 141.

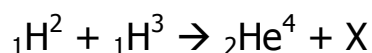
28 (UFRRJ-RJ) PLANO B PARA A ENERGIA
por W. Wayt Gibbs

Para manter este mundo tolerável à vida, a humanidade deve completar uma maratona de mudanças tecnológicas cuja linha de chegada está bem além do horizonte. Ainda que os planos de redução das emissões de gás carbônico funcionem, mais cedo ou mais tarde, o mundo vai precisar de um plano B: uma ou mais tecnologias fundamentalmente novas que, juntas, consigam fornecer 10 a 30 terawatts sem expelir uma tonelada sequer de dióxido de carbono.

Os reatores à fusão - que produzem energia nuclear juntando átomos, em vez de dividi-los - estão no topo de quase todas as listas de tecnologias energéticas definitivas para a humanidade. O reator não produziria gases de estufa e geraria quantidades relativamente baixas de resíduos radioativos de baixo nível. "Mesmo que a usina fosse arrasada [por acidente ou atentado], o nível de radiação a 1 km de distância seria tão pequeno que tornaria desnecessária a evacuação", diz Farrokh Najmabadi, especialista em fusão que dirige o Centro de Pesquisa de Energia da Universidade da Califórnia em San Diego.

(Extraída de "American Scientific Brasil", Edição ni. 53 - outubro de 2006.)

A reação de fusão dos isótopos do hidrogênio pode ser representada por:



Onde X é:

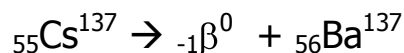
- a) ${}_{-1}\beta^0$
- b) ${}_2\alpha^4$
- c) ${}_1\text{p}^1$
- d) ${}_0\text{n}^1$
- e) ${}_{+1}\text{e}^0$

29 (UEG-GO) 20 ANOS DO ACIDENTE RADIOATIVO DE GOIÂNIA

Em 13 de setembro de 1987, uma cápsula de césio-137, deixada numa sala do antigo Instituto Goiano de Radiologia (IGR) - desativado há dois anos - foi removida, violada e vendida como ferro-velho por dois trabalhadores. Atraídos pela intensa luminescência azul do sal de césio-137 contido na cápsula, adultos e crianças o manipularam e distribuíram-no entre parentes e amigos. O saldo dessa experiência foi a morte de 4 pessoas e a contaminação, em maior ou menor grau, de mais de 200 pessoas. Um complexo encadeamento desses fatos resultou na contaminação de três depósitos de ferro-velho, diversas residências e locais públicos. As pessoas contaminadas, que procuraram farmácias e hospitais, foram inicialmente medicadas como vítimas de alguma doença infecto-contagiosa.

O POPULAR, Goiânia, 31 ago. 2007, p. 3 [Adaptado].

A desintegração do ^{137}Cs ocorre quando a partícula ${}_{-1}\beta^0$ (elétron) é emitida no núcleo do átomo, enquanto na desintegração do ^{137}Ba excitado ocorre com emissão de radiação gama (γ), podendo ser representadas pelas equações a seguir:



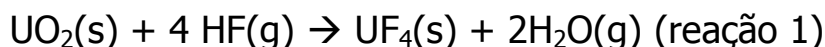
Com base no texto 20 ANOS DO ACIDENTE RADIOATIVO DE GOIÂNIA e nas informações acima, é CORRETO afirmar:

- Por causa da maior massa atômica do bário, a força que ele exerce sobre a partícula ${}_{-1}\beta^0$ é maior que a força que a partícula ${}_{-1}\beta^0$ exerce sobre ele.
- Segundo o modelo atômico de Rutherford-Bohr, o decaimento ${}_{-1}\beta^0$ ocorre quando um elétron muda para um orbital de menor energia.
- A luminescência azul emitida pelo sal de césio-137, por ser a própria radiação gama, foi uma das responsáveis pelos danos biológicos causados.
- No decaimento ${}_{-1}\beta^0$ há uma redução do número de nêutrons no núcleo.

Texto para resolução das questões 30 e 31:

(UFSCAR-SP) A geração de energia elétrica por reatores nucleares vem enfrentando grande oposição por parte dos ambientalistas e da população em geral ao longo de várias décadas, em função dos acidentes ocorridos nas usinas nucleares e da necessidade de controle dos resíduos radioativos por um longo período de tempo. Recentemente, o agravamento da crise energética, aliado à poluição e ao efeito estufa, resultantes do uso de combustíveis fósseis, e à redução dos resíduos produzidos nas usinas nucleares, têm levado até mesmo os críticos a rever suas posições.

O funcionamento da maioria dos reatores nucleares civis baseia-se no isótopo ^{235}U . O urânio natural apresenta uma distribuição isotópica de aproximadamente 0,72% de ^{235}U e 99,27% de ^{238}U . Para sua utilização em reatores, o urânio deve ser enriquecido até atingir um teor de 3 a 4% em ^{235}U . Um dos métodos utilizados nesse processo envolve a transformação do minério de urânio em U_3O_8 sólido ("yellow cake"), posteriormente convertido em UO_2 sólido e, finalmente, em UF_6 gasoso, segundo as reações representadas pelas equações:



30 O ^{235}U é o responsável pela energia produzida por reatores comerciais, através do processo de fissão nuclear. O ^{238}U , que constitui a maior parte do combustível nuclear, não sofre processo de fissão nessas condições. No entanto, ao ser atingido por nêutrons produzidos no funcionamento normal do reator, dá origem ao isótopo ^{239}U , que emite, sucessivamente, duas partículas β , gerando um produto radioativo, com meia-vida extremamente longa e que pode ser utilizado para fins militares. Sobre o produto gerado pelo decaimento radioativo do ^{239}U , pela emissão sucessiva de duas partículas β , é correto afirmar que se trata de:

- a) $^{93}\text{Np}^{239}$.
- b) $^{94}\text{Pu}^{239}$.
- c) $^{90}\text{Th}^{234}$.
- d) U^{236} .
- e) mistura de U^{237} e U^{238} .

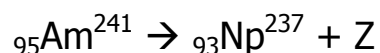
31 Os compostos de flúor utilizados no processamento do urânio são formados exclusivamente pelo isótopo 19, com massa atômica igual a 18,99840. O UF_6 gasoso obtido no processamento do urânio é, portanto, uma mistura de $^{235}\text{UF}_6$ e $^{238}\text{UF}_6$, com massas moleculares de 349,0343 e 352,0412, respectivamente. Numa etapa subsequente do processamento, a mistura gasosa é reduzida a urânio metálico sólido por reação com magnésio. Com relação a essas informações e aos processos de separação da mistura dos fluoretos de urânio, são feitas as seguintes afirmações:

- I. No processo de obtenção de urânio metálico a partir da reação de UF_6 com magnésio, a diferença entre as reatividades químicas de $^{235}\text{UF}_6$ e $^{238}\text{UF}_6$ permite a separação do urânio nas duas formas isotópicas puras.
- II. O $^{235}\text{UF}_6$ pode ser separado do $^{238}\text{UF}_6$ por destilação fracionada do líquido obtido, após resfriamento da mistura gasosa inicial.
- III. A ultracentrifugação da mistura gasosa é um método conveniente para se obter o enriquecimento do produto final em $^{235}\text{UF}_6$.

É correto o que se afirma em:

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

32 (UNESP-SP) Detectores de incêndio são dispositivos que disparam um alarme no início de um incêndio. Um tipo de detector contém uma quantidade mínima do elemento radioativo amerício-241. A radiação emitida ioniza o ar dentro e ao redor do detector, tornando-o condutor de eletricidade. Quando a fumaça entra no detector, o fluxo de corrente elétrica é bloqueado, disparando o alarme. Este elemento se desintegra de acordo com a equação a seguir:



Nessa equação, é correto afirmar que Z corresponde a:

- a) uma partícula alfa.
- b) uma partícula beta.
- c) radiação gama.
- d) raios X.
- e) dois prótons.

33 (UFG-GO) Uma fonte radioativa, como o céscio 137, que resultou num acidente em Goiânia, em 1987, é prejudicial à saúde humana porque

- a) a intensidade da energia emitida não depende da distância do organismo à fonte.
- b) a energia eletromagnética liberada pela fonte radioativa interage com as células, rompendo ligações químicas.
- c) o sal solúvel desse elemento apresenta alta pressão de vapor, causando danos ao organismo.
- d) a energia liberada violentamente sobre o organismo decorre do tempo de meia-vida, que é de alguns segundos.
- e) a radiação eletromagnética liberada permanece no organismo por um período de meia-vida completo.

34 (UFU-MG) O isótopo de ${}^{85}\text{Sr}$ é utilizado em medicina, em imagem de ossos para diagnosticar fraturas ou osteoporose.

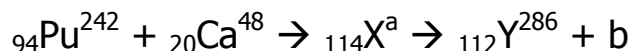
Sobre radioatividade, é INCORRETO afirmar que:

- a) as células do nosso corpo não diferenciam quimicamente um isótopo radioativo de um não-radioativo. Isso acontece porque os isótopos apresentam comportamento químico iguais.
- b) o número de massa de um radionuclídeo que emite radiações beta não se altera.
- c) um dos isótopos radioativos nocivos é o ${}^{90}\text{Sr}$, que pode substituir o cálcio, e se incorpora aos ossos. Isso ocorre porque ambos são semelhantes e pertencem a mesma família de metais alcalino-terrosos.
- d) as radiações gama são ondas eletromagnéticas de elevado poder de penetração e possuem carga nuclear +2 e número de massa 4.

35 (UNESP-SP) Cientistas russos conseguem isolar o elemento 114 superpesado.

("Folha Online", 31.05.2006.)

Segundo o texto, foi possível obter o elemento 114 quando um átomo de plutônio-242 colidiu com um átomo de cálcio-48, a 1/10 da velocidade da luz. Em cerca de 0,5 segundo, o elemento formado transforma-se no elemento de número atômico 112 que, por ter propriedades semelhantes às do ouro, forma amálgama com mercúrio. O provável processo que ocorre é representado pelas equações nucleares:



Com base nestas equações, pode-se dizer que a e b são, respectivamente:

- a) 290 e partícula beta.
- b) 290 e partícula alfa.
- c) 242 e partícula beta.
- d) 242 e nêutron.
- e) 242 e pósitron.

36 (UNIFESP-SP) O flúor-18 é um radioisótopo produzido num acelerador cíclotron. Associado à deoxiglicose, esse radioisótopo revela, pela emissão de pósitrons, as áreas do organismo com metabolismo intenso de glicose, como o cérebro, o coração e os tumores ainda em estágio muito inicial. Quando um átomo de flúor-18 emite um pósitron, o átomo resultante será um isótopo do elemento químico

- a) cloro.
- b) flúor.
- c) neônio.
- d) oxigênio.
- e) nitrogênio.

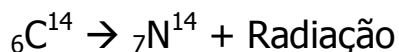
37 (UERJ-RJ) O chumbo participa da composição de diversas ligas metálicas. No bronze arquitetônico, por exemplo, o teor de chumbo corresponde a 4,14 % em massa da liga.

Seu isótopo radioativo ${}^{210}\text{Pb}$ decai pela emissão sucessiva de partículas alfa e beta, transformando-se no isótopo estável ${}^{206}\text{Pb}$.

Calcule o número de átomos de chumbo presentes em 100 g da liga metálica citada.

Em seguida, determine o número de partículas alfa e beta emitidas pelo isótopo radioativo ${}^{210}\text{Pb}$ em seu decaimento.

38 A datação de material orgânico envolve um dos isótopos do carbono, o carbono 14. As plantas e os animais incorporam o isótopo C-14 pelo CO₂ da atmosfera ou através da cadeia alimentar. Quando morrem, a quantidade de C-14 decai e ele se desintegra de acordo com a equação a seguir:

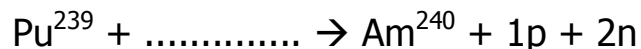


Com base no texto acima e nos conceitos relacionados à radioatividade, é CORRETO afirmar que:

- a) a radiação emitida na reação possui menor poder de penetração que as ondas eletromagnéticas
- b) o processo de datação de fóssil, pergaminho e de documentos antigos é feito pela determinação da quantidade total de carbono presente nas amostras
- c) todas as radiações são necessárias e essenciais à manutenção da vida
- d) a transformação de carbono em nitrogênio indica que esses átomos são isótonos

e) as ondas eletromagnéticas são formadas por radiações Beta

39 (PUC-RJ) Considere a equação nuclear incompleta:

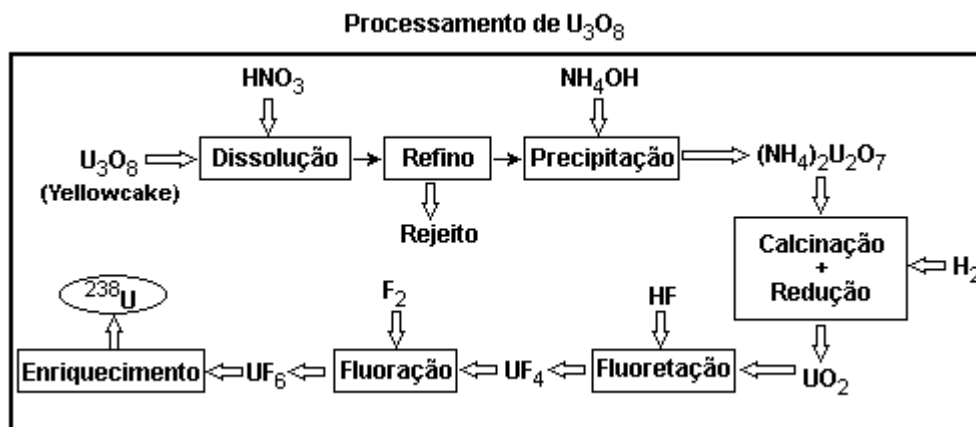


Para completar a equação, é correto afirmar que o amerício-240 é um isótopo radioativo que se obtém, juntamente com um próton e dois nêutrons, a partir do bombardeio do plutônio-239 com:

- a) partículas alfa.
- b) partículas beta.
- c) radiações gama.
- d) raios X.
- e) deutério.

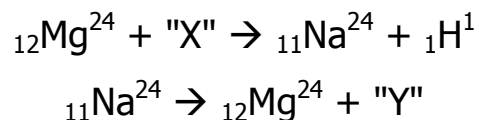
40 (UFRJ-RJ) A produção de energia nas usinas de Angra 1 e Angra 2 é baseada na fissão nuclear de átomos de urânio radioativo ^{238}U . O urânio é obtido a partir de jazidas minerais, na região de Caetité, localizada na Bahia, onde é beneficiado até a obtenção de um concentrado bruto de U_3O_8 , também chamado de "yellowcake".

O concentrado bruto de urânio é processado através de uma série de etapas até chegar ao hexafluoreto de urânio, composto que será submetido ao processo final de enriquecimento no isótopo radioativo ^{238}U , conforme o esquema a seguir.



O rejeito produzido na etapa de refino contém ^{206}Pb oriundo do decaimento radioativo do ^{238}U . Calcule o número de partículas α e β emitidas pelo ^{238}U para produzir o ^{206}Pb .

41 (UEL-PR) Marie Sklodowka Curie, por seus trabalhos com a radioatividade e pelas descobertas de novos elementos químicos como o polônio e o rádio, foi a primeira mulher a ganhar dois prêmios Nobel: um de física, em 1903, e um de química, em 1911. Suas descobertas possibilitaram a utilização de radioisótopos na medicina nuclear. O elemento sódio não possui um isótopo radioativo na natureza, porém o sódio-24 pode ser produzido por bombardeamento em um reator nuclear. As equações nucleares são as seguintes:

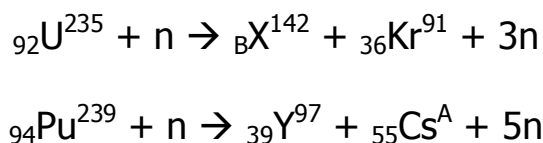


O sódio-24 é utilizado para monitorar a circulação sanguínea, com o objetivo de detectar obstruções no sistema circulatório. "X" e "Y" são, respectivamente:

- a) Raios X e partícula beta.
- b) Raios X e partícula alfa.
- c) Partícula alfa e raios gama.
- d) Nêutron e raios gama.
- e) Nêutron e partícula beta.

42 (UNIFESP-SP) 60 anos após as explosões das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki, oito nações, pelo menos, possuem armas nucleares. Esse fato, associado a ações terroristas, representa uma ameaça ao mundo. Na cidade de Hiroshima foi lançada uma bomba de urânio-235 e em Nagasaki uma de plutônio-239, resultando em mais de cem mil mortes imediatas e outras milhares como consequência da radioatividade.

As possíveis reações nucleares que ocorreram nas explosões de cada bomba são representadas nas equações:



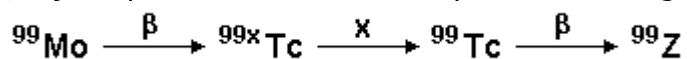
Nas equações, B, X, A e o tipo de reação nuclear são, respectivamente:

- a) 52, Te, 140 e fissão nuclear.
- b) 54, Xe, 140 e fissão nuclear.
- c) 56, Ba, 140 e fusão nuclear.
- d) 56, Ba, 138 e fissão nuclear.
- e) 56, Ba, 138 e fusão nuclear.

43 (PUC-PR) Um certo isótopo radioativo apresenta um período de semidesintegração de 5 horas. Partindo de uma massa inicial de 400 g, após quantas horas a mesma ficará reduzida a 6,125 g?

- a) 5 horas
- b) 25 horas
- c) 15 horas
- d) 30 horas
- e) 10 horas

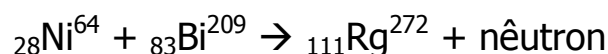
44 (FGV-SP) Os radiofármacos são utilizados em quantidades traços com a finalidade de diagnosticar patologias e disfunções do organismo. Alguns desses também podem ser aplicados na terapia de doenças como no tratamento de tumores radiosensíveis. A maioria dos procedimentos realizados atualmente em medicina nuclear tem finalidade diagnóstica, sendo o ^{99x}Tc (x =metaestável) o radionuclídeo mais utilizado na preparação desses radiofármacos. O ^{99}Mo é o precursor desse importante radionuclídeo, cujo esquema de decaimento é apresentado a seguir:



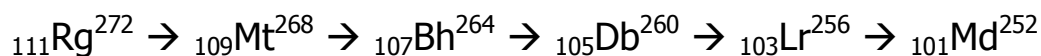
No esquema de decaimento, a radiação X e o nuclídeo Z e seu número de nêutrons são, respectivamente,

- gama, Ru e 55.
- gama, Mo e 57.
- beta, Rh e 54.
- alfa, Ru e 53.
- alfa, Rh e 54.

45 (FUVEST-SP) Em 1995, o elemento de número atômico 111 foi sintetizado pela transformação nuclear:



Esse novo elemento, representado por Rg, é instável. Sofre o decaimento:



Nesse decaimento, liberam-se apenas:

- nêutrons.
- prótons.
- partículas α e partículas β .
- partículas β .
- partículas α .

46 (UFSCAR-SP) O aumento no volume das exportações no Brasil, em 2004, tem sido apontado como um dos responsáveis pela retomada do crescimento econômico do país. O Brasil exporta muitos tipos de minérios, sendo que alguns apresentam radioatividade natural. Certos países compradores exigem um certificado apresentando os valores de atividade de átomos que emitem radiação gama. O potássio-40, radioisótopo natural, é um dos emissores dessa radiação. No decaimento radiativo do potássio-40, em geral, há a emissão de uma partícula beta negativa. Neste caso, resulta um elemento com número atômico igual a

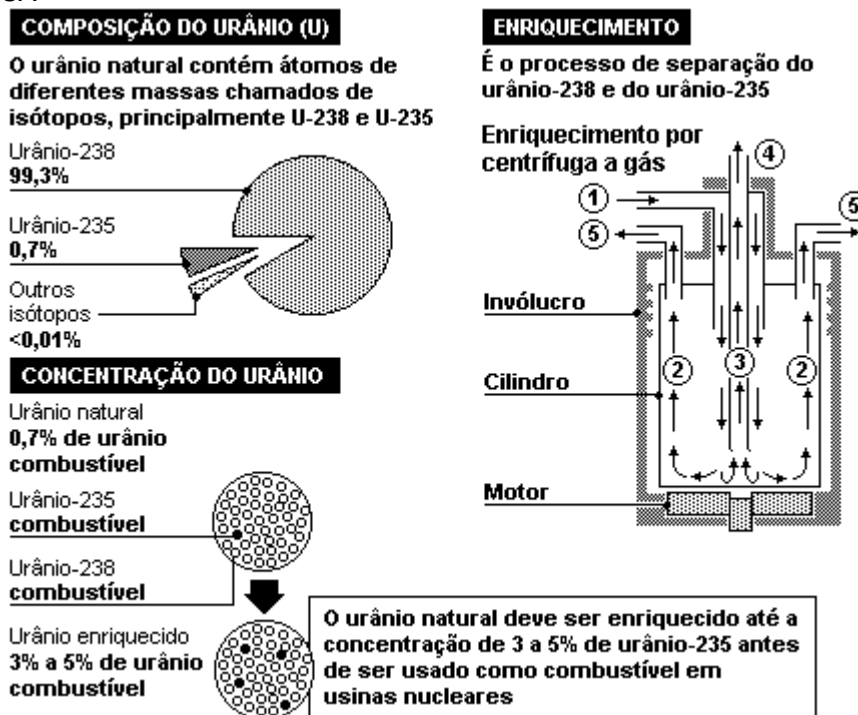
- 40.
- 39.
- 21.
- 20.
- 19.

47 (FGV-SP) Os irradiadores de alimentos representam hoje uma opção interessante na sua preservação. O alimento irradiado, ao contrário do que se imagina, não se torna radioativo, uma vez que a radiação que recebe é do tipo gama. A radiação é produzida pelo cobalto-60 ($Z = 27$), cujo núcleo decai emitindo uma partícula beta, de carga negativa, resultando no núcleo de certo elemento X. O elemento X é:

- Mn ($Z = 25$).
- Fe ($Z = 26$).
- Co ($Z = 27$).
- Ni ($Z = 28$).
- Cu ($Z = 29$).

48 (UFG-GO) Leia as informações contidas no quadro, a seguir:

Confira como funciona uma das etapas exigidas para a fabricação da bomba atômica e centro da polêmica Brasil-EUA



Estágios da separação do U-238 e do U-235

- O gás hexafluoreto de urânio alimenta o cilindro e o faz girar em altas velocidades.
- Moléculas pesadas de U-238 são expulsas do cilindro.
- Moléculas mais leves de U-235 se concentram no centro do cilindro.
- O gás levemente enriquecido de U-235 alimenta o próximo estágio.
- O gás levemente esgotado de U-235 realimenta o estágio inicial.

Fonte: Comissão Reguladora de Energia Nuclear dos EUA.

"O POPULAR", Goiânia, 23 de out. 2004, p.23. [adaptado].

- Determine a massa atômica do urânio, na amostra natural e na amostra enriquecida a 5%. Considere apenas os isótopos 235 e 238.
- Explique como, no "processo de separação", o urânio 238 é enriquecido em urânio 235.

49 (UFF-RJ) Marie Curie nasceu em Varsóvia, capital da Polônia, em 1867, com o nome de Maria Skłodowska. Em 1891, mudou-se para a França e, quatro anos depois casou-se com o químico Pierre Curie. Estimulada pela descoberta dos raios X, feita por Roentgen, e das radiações do urânio por Becquerel, Marie Curie iniciou trabalhos de pesquisa que a levariam a identificar três diferentes tipos de emissões radiativas, mais tarde chamadas de alfa, beta e gama. Foi ela também que criou o termo radiatividade. Recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1906 e em 1911 o Prêmio Nobel de Química. No final da vida, dedicou-se a supervisionar o Instituto do Rádio para estudos e trabalhos com radiatividade, sediado em Paris. Faleceu em 1934 devido à leucemia, adquirida pela excessiva exposição à radiatividade.

Assinale, dentre as opções abaixo, aquela que apresenta os símbolos das emissões radiativas, por ela descobertas:

- a) ${}_{-1}\alpha^0$; ${}_{2}\beta^4$; ${}_{0}\gamma^0$
- b) ${}_{2}\alpha^4$; ${}_{0}\beta^0$; ${}_{-1}\gamma^0$
- c) ${}_{2}\alpha^4$; ${}_{-1}\beta^0$; ${}_{0}\gamma^0$
- d) ${}_{2}\alpha^4$; ${}_{-1}\beta^0$; ${}_{-1}\gamma^0$
- e) ${}_{-1}\alpha^0$; ${}_{-1}\beta^0$; ${}_{0}\gamma^0$

50 (PUC-SP)

O LIXO ATÔMICO

Um dos grandes problemas ambientais de nossa sociedade diz respeito ao destino final do lixo que produzimos. Orgânico ou inorgânico, sólido ou semi-sólido, proveniente de residências ou de indústrias, o lixo é resultado da atividade humana, muito embora também possa ser gerado a partir de fenômenos naturais que carregam e espalham porções de terra, areia, pó e folhas.

Várias ações têm sido propostas visando à redução, à reciclagem e à reutilização do lixo. Esses procedimentos, no entanto, não são aplicáveis a um tipo de lixo: o lixo radioativo, gerado pelos reatores nucleares das usinas atômicas.

O lixo radioativo representa um problema ambiental sério, de solução difícil e que exige alto investimento. Afinal, a radiação emitida por uma substância, concentrada e não controlada, é extremamente prejudicial à nossa saúde, pois danifica as células do organismo, causando diversos tipos de doenças, algumas incuráveis.

Uma substância radioativa é constituída por núcleos atômicos instáveis que emitem radiação para adquirir estabilidade. Essa instabilidade está relacionada à proporção entre o número de prótons e o de nêutrons, do qual dependem também as radiações emitidas. Uma delas é a radiação α (alfa), formada por partículas com dois prótons e dois nêutrons. Outro tipo de radiação, a radiação β (beta), é um elétron emitido em grande velocidade pelo núcleo do elemento radioativo.

Em muitos núcleos, a emissão de partículas α e β é seguida de emissão de energia em forma de uma onda eletromagnética denominada radiação γ (gama).

O QUE É MEIA-VIDA?

Com a passagem do tempo, a capacidade de emissão de radiação de uma amostra diminui. A meia-vida é uma medida da taxa dessa diminuição. Como o nome sugere, meia-vida é o tempo necessário para que uma amostra perca metade de sua radioatividade original. O isótopo radioativo rádio-226, por exemplo, tem uma meia vida de 1620 anos. Assim, se considerarmos uma massa inicial de rádio-226, passados 1620 anos, metade dessa massa não será mais rádio-226, tendo se transmutado em outro elemento. Passado esse período, nos próximos 1620 anos, metade do rádio-226 remanescente se transformará em outro elemento, restando apenas um quarto da massa radioativa original de rádio-226 na amostra.

Veja outros valores de meia-vida.

ISÓTOPO RADIOATIVO E SUA MEIA-VIDA

Iodo-131 - 8 dias

Cobalto-60 - 5,27 anos

Césio-137 - 30 anos

Urânio-228 - 4,5 bilhões de anos

Nas questões seguintes, eventualmente, você precisará de informações e dados contidos no texto. Procure-os com atenção.

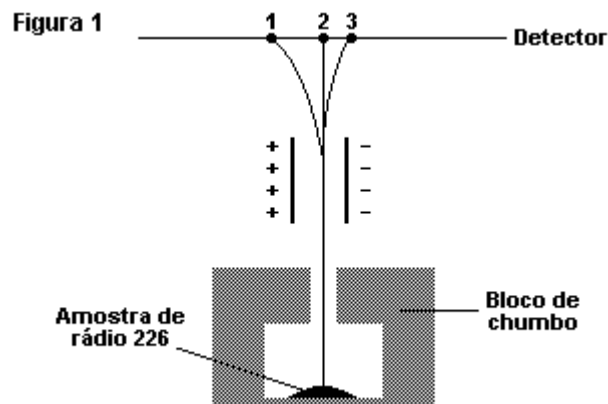


Figura 1 - Tipos de radiação emitidas por uma amostra de rádio-226 e os desvios sofridos por elas devido à ação de um campo elétrico uniforme.

a) Observando a figura 1, relacione as radiações α (alfa), β (beta) e γ (gama) aos percursos 1, 2, e 3. Justifique sua resposta.

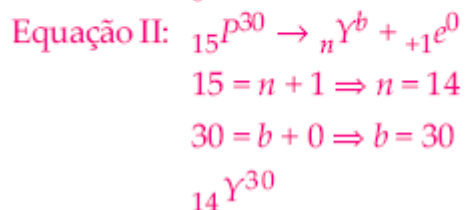
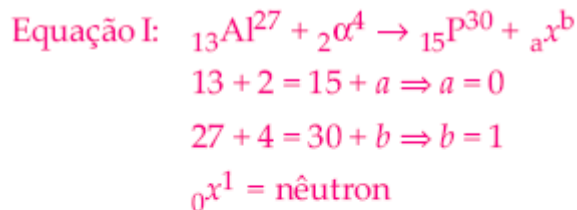
b) Quanto tempo será necessário para que uma amostra de Iodo-131 tenha sua atividade radioativa reduzida à quarta parte?

c) Considere uma massa inicial de 1600 mg de rádio-226 e faça o esboço do gráfico da função que relaciona a quantidade de massa radioativa de rádio-226, em mg, ao tempo, em anos. Nesse gráfico deve ser possível identificar claramente as coordenadas de, pelo menos, 5 pontos.

d) Partindo de amostra inicial de 1000 mg de césio-137, escreva uma sequência de quatro termos referentes aos valores das massas radioativas restantes de césio-137, após períodos de tempo iguais a uma, duas, três e quatro meias-vidas. Em seguida, sendo y a massa radioativa restante da amostra, em miligramas, e t o período de tempo decorrido, em anos, determine a equação matemática $y=f(t)$.

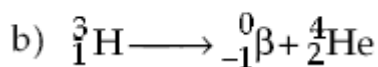
GABARITO

- 01- E
02- D
03- D
04-

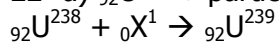


- 05- B
06- A
07- C
08- B
09- B
10- D
11- D
12- E
13- D
14- D
15- C
16- B
17- B
18- A
19- B
20- E
21-

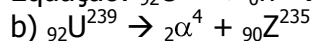
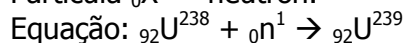
a) β (beta)



22- a) ${}_{92}\text{U}^{238} + \text{partícula} \rightarrow \text{isótopo } ({}_{92}\text{U}^{238})$



Partícula ${}_0\text{X}^1 = \text{nêutron}$.



${}_{90}\text{Z}^{235} = {}_{90}\text{Th}^{235} \Rightarrow \text{elemento: Tório}$

Número de nêutrons = 145.

- 23- B
24- B
25- B

- 26- D
 27- D
 28- D
 29- D
 30- B
 31- C
 32- A
 33- B
 34- D
 35- B
 36- D

37- Número de átomos = $1,2 \times 10^{22}$ átomos.

Partículas alfa = 1.

Partículas beta = 2.

38- A

39- A

40- Sendo x o número de partículas α e y o número de partículas β , $x = 8$ e $y = 6$.

41- D

42- D

43- D

44- A

45- E

46- D

47- D

48- a) Massa atômica do urânio enriquecido a 5% = 237,85 u.

Massa atômica do urânio natural a 0,7% = 237,98 u.

b) Pela diferença de densidade. Como o urânio 235 é menos denso que o 238, ele se acumula no centro do cilindro em rotação, sendo então aspirado e separado do 238, que se acumula próximo às paredes do cilindro.

49- C

50-

a) Trajetória (1): partícula eletrizada com carga negativa é a radiação β (elétron).

Trajetória (2): radiação eletromagnética (raios γ), não é desviada pelo campo elétrico.

Trajetória (3): partícula eletrizada com carga positiva é a radiação α .

b) $p \quad p$

$$I \rightarrow I/2 \rightarrow I/4$$

tempo = $2 \times p = 2 \times 8 = 16$ dias.

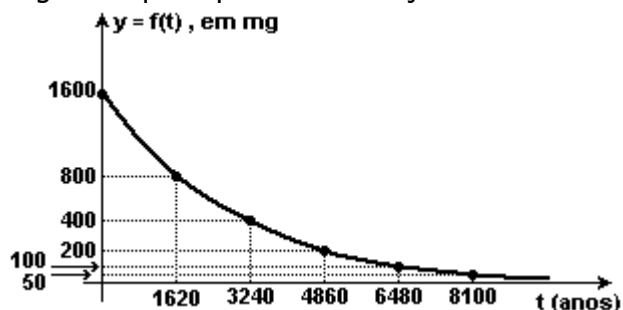
c) Função matemática: $y = f(t) = m_0 \cdot (1/2)^{nt}$

m_0 = massa inicial; nt = número de meias-vidas

Temos para o rádio:

$n \cdot 1620 = 1$, então, $n = 1/1620$, então, $nt = (1/1620)t$ na fórmula anterior.

O gráfico que representa a função é



d) 1000 mg → 500 mg → 250 mg → 125 mg → 62,5 mg.

$y = 1000 \cdot (1/2)^{nt}$, onde nt é o número de meias-vidas.

Para o céscio-137: $n \times 30 = 1 \rightarrow n = 1/30$, logo fazemos $nt = (1/30)t$ na fórmula anterior.