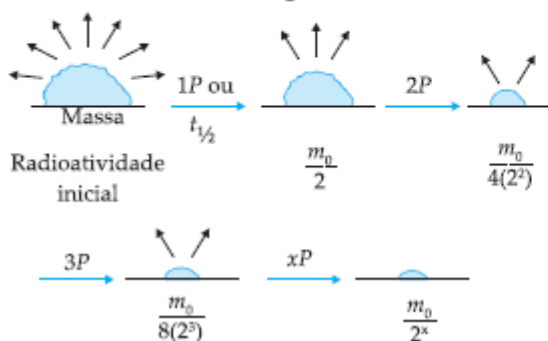


RADIOATIVIDADE II

Meia-vida ou período de semidesintegração (P ou $t_{1/2}$) de um isótopo radioativo é o tempo necessário para que metade dos átomos radioativos presentes numa atmosfera se desintegrem.



$$m = \frac{m_0}{2^x} \begin{cases} m = \text{massa final da amostra após } x \text{ períodos} \\ m_0 = \text{massa inicial da amostra} \\ x = \text{número de períodos de semidesintegração} \end{cases}$$

Nota – o tempo de desintegração de uma certa massa (ou certo número de átomos ou certa intensidade radioativa) de um isótopo radioativo pode ser calculado pela fórmula:

$$t = x \cdot P$$

EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

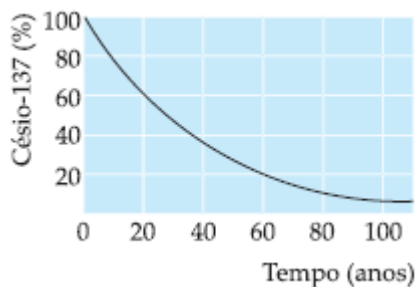
01 (FEI-SP) Ao estudar a desintegração radioativa de um elemento, obteve-se uma meia-vida de 4h. Se a massa inicial do elemento é 40g, depois de 12h, teremos (em gramas):

- 10
- 5
- 8
- 16
- 20

02 (Efoa-MG) Têm-se 40g do isótopo Na^{24} . Sabendo-se que a meia-vida deste isótopo é igual a 15 horas, depois de 75 horas, qual o percentual de massa radioativa restante?

- 1,25%
- 12,5%
- 0,3125%
- 31,25%
- 3,125%

03 (FMTM - MG) O decaimento radioativo de uma amostra de césio - 137 está representado no gráfico a seguir.



Tendo-se uma amostra com 80g de Cs-137, restarão apenas 5g desse radioisótopo após, aproximadamente:

- a) 16 anos
- b) 30 anos
- c) 40 anos
- d) 80 anos
- e) 120 anos

04 (PUC-Campinas) Um ambiente foi contaminado com fósforo radioativo, ${}_{15}\text{P}^{32}$. A meia-vida desse radioisótopo é de 14 dias. A radioatividade por ele emitida deve cair a 12,5% de seu valor original após:

- a) 7 dias
- b) 14 dias
- c) 42 dias
- d) 51 dias
- e) 125 dias

05 (UFRJ-RJ) Glenn T. Seaborg é um renomado cientista que foi agraciado com o Prêmio Nobel de Química em 1951, por seus trabalhos em radioquímica. Em 1974 foi sintetizado, nos Estados Unidos, o elemento de número atômico 106 que, em sua homenagem, teve como nome proposto Seaborgium (${}_{106}\text{Sg}$).

- a) O bombardeio do ${}_{98}\text{Cf}^{249}$ por um elemento X produz o ${}_{106}\text{Sg}^{263}$ e 4 nêutrons. Determine o número atômico e o número de massa do elemento X.
- b) Sabendo que um determinado isótopo do ${}_{106}\text{Sg}$ perde 50% de sua massa inicial em 10 segundos, calcule a massa final de uma amostra de 800 gramas deste isótopo após 30 segundos.

06 (UNESP-SP) O acidente do reator nuclear de Chernobyl, em 1986, lançou para a atmosfera grande quantidade de ${}_{38}\text{Sr}^{90}$ radioativo, cuja meia-vida é de 28 anos. Supondo ser este isótopo a única contaminação radioativa e sabendo que o local poderá ser considerado seguro quando a quantidade de ${}_{38}\text{Sr}^{90}$ se reduzir, por desintegração, a 1/16 da quantidade inicialmente presente, o local poderá ser habitado novamente a partir do ano de:

- a) 2014
- b) 2098
- c) 2266
- d) 2986
- e) 3000

(UGF-RJ) Utilize o texto abaixo para responder aos enunciados 7 e 8. Com a poluição do meio ambiente, os organismos vivos, às vezes, concentram em seus corpos elementos químicos nocivos que os rodeiam. Uma forma de poluição ambiental é aquela ocasionada pelo estrôncio-90, é uma das maneiras em que se dá a sua contaminação é pelo leite de vaca, segundo a rota: Capim → vaca → leite → homem. Se a forma radioativa do estrôncio-90 entrar no organismo animal, este será quase que totalmente fixado e aí permanecerá emitindo radiações capazes de matar o tecido vivo ou produzir mutações, incluindo danos cromossômicos.

07 Considere que um certo organismo vivo fixou 0,08 mg de estrôncio-90, e que a sua meia-vida é igual a 28 anos. O tempo necessário, em anos para reduzir essa quantidade de isótopo radioativo a 0,02mg é:

- a) 112
- b) 56
- c) 28
- d) 14
- e) 7

08 O fenômeno da fixação do radioisótopo citado no texto é devido ao seu comportamento químico, que é semelhante ao do elemento químico:

- a) céσιο.
- b) selênio.
- c) potássio.
- d) chumbo.
- e) cálcio.

09 (Unicamp-SP) Em 1946, a Química forneceu as bases científicas para a datação de artefatos arqueólogos usando o ^{14}C . Esse isótopo é produzido na atmosfera pela ação da radiação cósmica sobre o nitrogênio, sendo posteriormente transformado em dióxido de carbono. Os vegetais absorvem o dióxido de carbono e, pela cadeia alimentar, a proporção de ^{14}C nos organismos vivos mantém-se constante. Quando o organismo morre, a proporção de ^{14}C nele presente diminui, já que, em função do tempo, se transforma novamente em ^{14}N . Sabe-se que, a cada período de 5730 anos, a quantidade de ^{14}C reduz-se à metade.

- a) Qual o nome do processo natural pelo qual os vegetais incorporam o carbono?
- b) Poderia um artefato de madeira, cujo teor determinado de ^{14}C corresponde a 25% daquele presente nos organismos vivos, ser oriundo de uma árvore cortada no período do Antigo Egito (3200 a.C. a 2300 a.C.)? Justifique.
- c) Se o ^{14}C e ^{14}N são elementos diferentes que possuem o mesmo número de massa, aponte uma característica que os distingue.

10 (UFPI-PI) A análise de uma amostra de um meteorito indicou que este contém 3 átomos de chumbo $_{82}\text{Pb}^{206}$ para cada átomo de urânio $_{92}\text{U}^{238}$. Considerando que nenhum $_{82}\text{Pb}^{206}$ estaria presente na formação do meteorito e que ele é formado pelo decaimento radioativo do $_{92}\text{U}^{238}$, cuja meia-vida é $4,5 \cdot 10^9$ anos, marque a alternativa correta para a idade do meteorito.

- a) $4,5 \cdot 10^9$ anos
- b) $9,0 \cdot 10^9$ anos
- c) $13,5 \cdot 10^9$ anos
- d) $18,0 \cdot 10^9$ anos
- e) $22,3 \cdot 10^9$ anos

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

11 (UNESP-SP) A Tomografia PET permite obter imagens do corpo humano com maiores detalhes, e menor exposição à radiação, do que as técnicas tomográficas atualmente em uso.

A técnica PET utiliza compostos marcados com ${}^6\text{C}^{11}$. Este isótopo emite um pósitron, ${}_{+1}e^0$, formando um novo núcleo, em um processo com tempo de meia-vida de 20,4 minutos. O pósitron emitido captura rapidamente um elétron, ${}_{-1}e^0$, e se aniquila, emitindo energia na forma de radiação gama.

a) Escreva a equação nuclear balanceada que representa a reação que leva à emissão do pósitron. O núcleo formado no processo é do elemento B(Z=5), C(Z=6), N(Z=7) ou O(Z=8)?

b) Determine por quanto tempo uma amostra de ${}^6\text{C}^{11}$ pode ser usada, até que sua atividade radioativa se reduza a 25% de seu valor inicial.

12 Assinale os itens verdadeiros na coluna I e os itens falsos na coluna II.

I - II

0 - 0 A radiação gama é desviada por campos elétricos.

1 - 1 Das principais partículas emitidas por elementos radioativos, a beta é a mais ionizante.

2 - 2 Quando um radioisótopo emite uma partícula beta, seu número de massa diminui de quatro unidades.

3 - 3 Se uma amostra de um radionuclídeo se desintegra pela metade, ocorreu um período de meia-vida.

4 - 4 Na fusão nuclear ${}^1_1\text{H}^2 + {}^1_1\text{H}^3 \rightarrow {}^2_2\text{He}^4 + X$, a partícula X é o nêutron.

13 Uma certa massa inicial do radioisótopo trítio reduz-se a 200g em 36 anos. A mesma massa inicial leva 60 anos para se reduzir a 50g.

A meia-vida do trítio é igual a:

a) 60 anos

b) 36 anos

c) 30 anos

d) 18 anos

e) 12 anos

14 (Fuvest-SP) Considere os seguintes materiais:

I. Artefato de bronze (confeccionado pela civilização inca).

II. Mangueira centenária (que ainda produz frutos nas ruas de Belém do Pará).

III. Corpo humano mumificado (encontrado em tumbas do Egito antigo).

O processo de datação, por carbono -14, é adequado para estimar a idade apenas:

a) do material I.

b) do material II.

c) do material III.

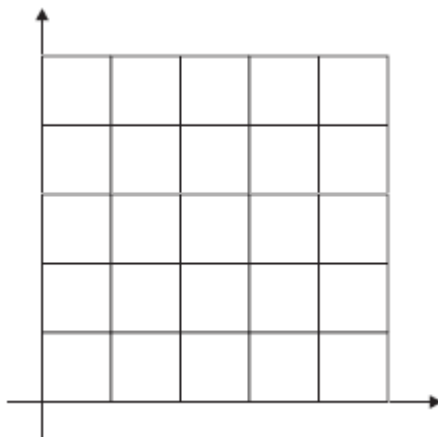
d) dos materiais I e II.

e) do material II e III.

15 (FUVEST-SP) Para diagnósticos de anomalias da glândula tireóide, por cintilografia, deve ser introduzido, no paciente, iodeto de sódio, em que o ânion iodeto é proveniente de um radioisótopo do iodo (número atômico 53 e número de massa 131). A meia-vida efetiva desse isótopo (tempo que decorre para que metade da quantidade do isótopo deixe de estar presente na glândula) é de aproximadamente 5 dias.

a) O radioisótopo em questão emite radiação β . O elemento formado nessa emissão é $_{52}\text{Te}$, ^{127}I ou $_{54}\text{Xe}$? Justifique. Escreva a equação nuclear correspondente.

b) Suponha que a quantidade inicial do isótopo na glândula (no tempo zero) seja de 1,000 μg e se reduza, após certo tempo, para 0,125 μg . Com base nessas informações, trace a curva que dá a quantidade do radioisótopo na glândula em função do tempo, colocando os valores nas coordenadas adequadamente escolhidas.



16 Um isótopo radioativo de tálio (Tl) emite partícula beta e se transforma em chumbo (Pb) estável. A meia-vida desse isótopo é 3,1 minutos. Partindo-se de uma amostra de Tl puro, verifica-se a presença de 7 gramas de Pb nessa amostra depois de 9,3 minutos. A massa de Tl na amostra Inicial era:

- a) 7 g
- b) 8 g
- c) 14g
- d) 28 g
- e) 56 g

17 A meia-vida do rádio é 1620 anos. Que porcentagem aproximada de uma dada quantidade de rádio estará desintegrada após 162 anos?

- a) 6,7%
- b) 20,1%
- c) 33,5%
- d) 93,3%
- e) 100%

18 A bomba atômica se baseia na fissão de núcleos pesados, formando dois núcleos mais leves. O urânio-235 pode sofrer fissão de acordo com a equação:



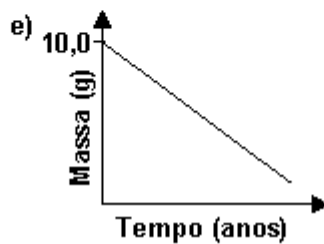
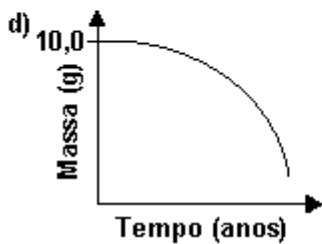
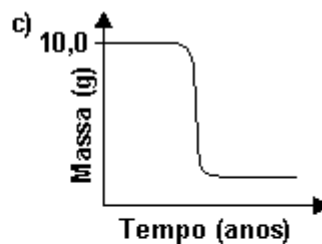
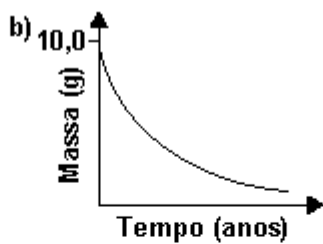
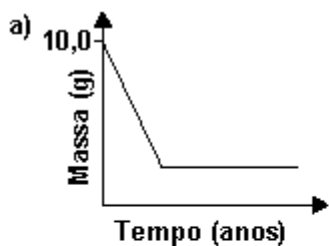
Qual o número de nêutrons do nuclídeo ${}_Z\text{X}^A$

19 (ITA-SP) O acidente nuclear ocorrido em Chernobyl (Ucrânia), em abril de 1986, provocou a emissão radioativa predominantemente de Iodo-131 e Césio-137. Assinale a opção CORRETA que melhor apresenta os respectivos períodos de tempo para que a radioatividade provocada por esses dois elementos radioativos decaia para 1% dos seus respectivos valores iniciais. Considere o tempo de meia-vida do Iodo-131 igual a 8,1 dias e do Césio-137 igual a 30 anos.

Dados: $\ln 100 = 4,6$; $\ln 2 = 0,69$.

- a) 45 dias e 189 anos.
- b) 54 dias e 201 anos.
- c) 61 dias e 235 anos.
- d) 68 dias e 274 anos.
- e) 74 dias e 296 anos.

20 (ITA-SP) Qual o gráfico que apresenta a curva que melhor representa o decaimento de uma amostra contendo 10,0 g de um material radioativo ao longo dos anos?

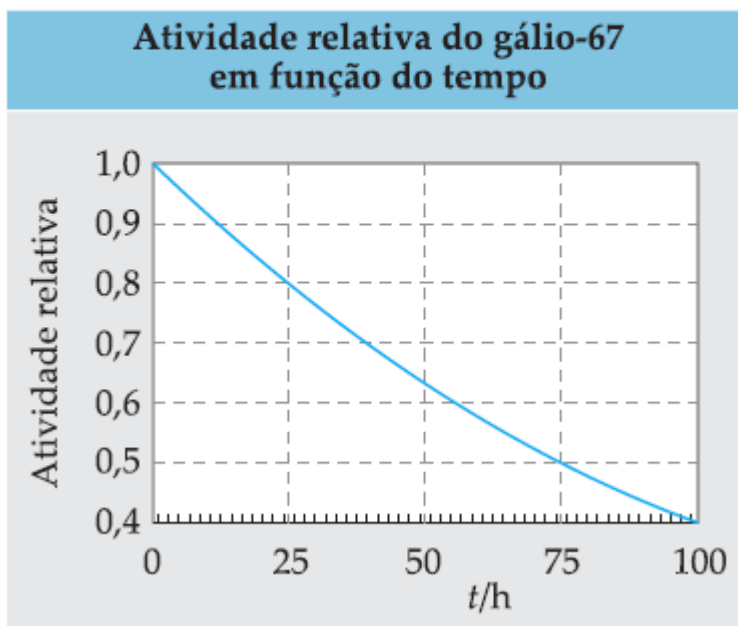


21 (FUVEST-SP) Para determinar o volume de sangue de uma pessoa, injeta-se em sua corrente sanguínea uma solução aquosa radioativa de citrato de gálio e, depois de certo tempo, colhe-se uma amostra de sangue e mede-se sua atividade.

Em uma determinação, a concentração do radioisótopo gálio-67 na solução era de $1,20 \times 10^{12}$ átomos por mililitro, no momento de sua preparação. Decorridas 24 horas de sua preparação, 1,00 mL dessa solução foi injetado na pessoa. A coleta de sangue foi feita 1 hora após a injeção, sendo que a amostra coletada apresentou $2,00 \times 10^8$ átomos de gálio-67 por mililitro. A diminuição da concentração do radioisótopo deveu-se apenas ao seu decaimento radioativo e à sua diluição no sangue.

a) Use o gráfico abaixo para determinar de quanto caiu a atividade do gálio-67, após 25 horas.

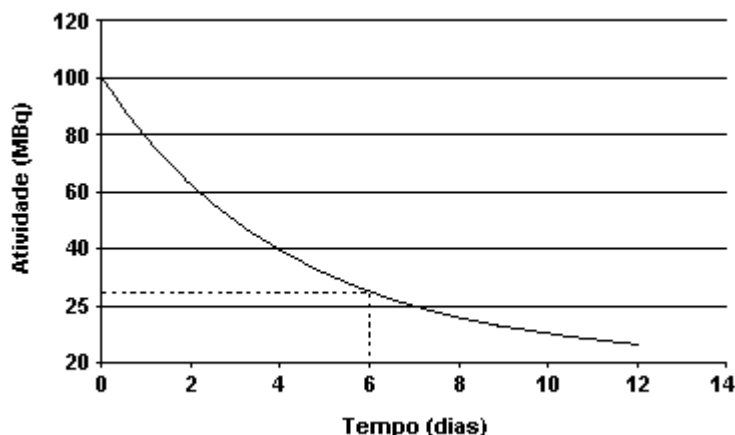
29	30	31	32	33
Cu	Zn	Ga	Ge	As



b) Calcule o volume de sangue da pessoa examinada.

c) O gálio-67 emite radiação γ quando seu núcleo captura um elétron de sua eletrosfera. Escreva a equação dessa reação nuclear e identifique o nuclídeo formado.

22 (FGV-SP) O gráfico mostra a radioatividade numa amostra de radiofármaco contendo $Tl-201$, usado em diagnóstico por imagem do miocárdio. A abscissa mostra o número de dias decorridos a partir da produção desse fármaco e a ordenada mostra a radioatividade correspondente naquele dia.



Dados: $A_i/A_f = 2^x$, x = número de meias-vidas e $\log 2 = 0,3$

A radioatividade nessa amostra (A_f) será de cerca de 1 milésimo da inicial (A_i), após:

- a) 15 dias.
- b) 30 dias.
- c) 2 meses.
- d) 4 meses.
- e) 6 meses.

23 (UERJ-RJ) O isótopo rádio-226, utilizado em tratamentos medicinais, é um alfa-emissor com tempo de meia-vida de 3,8 dias.

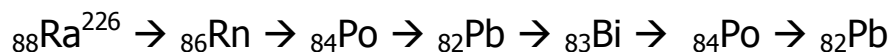
Para estudar a decomposição do rádio-226, realizou-se um experimento em que uma amostra sólida de 1 mol dessa substância foi introduzida em uma ampola com capacidade de 8,2 L. Nessa ampola, a pressão interna inicial era igual a 1,5 atm e a temperatura, constante em todo o experimento, igual a 27°C .

Considere as informações a seguir:

- o decaimento do rádio-226 produz radônio-222 e hélio-4;
- os gases hélio e radônio têm comportamento ideal;
- não há reação entre os gases no interior da ampola.

Calcule a pressão, em atm, no interior da ampola, 7,6 dias após o início do experimento.

24 (UFRRJ-RJ) 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.

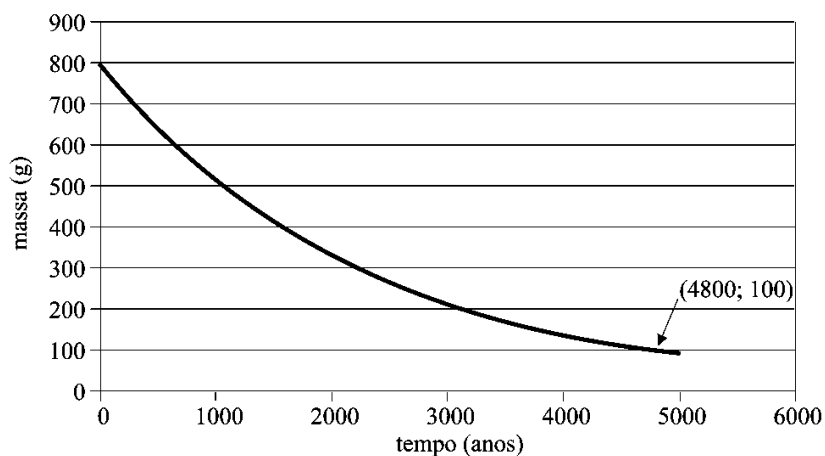
25 (UNESP-SP) Para determinar o tempo em que certa quantidade de água permaneceu em aquíferos subterrâneos, pode-se utilizar a composição isotópica com relação aos teores de trítio e de hidrogênio. A água da chuva apresenta a relação ${}_1\text{H}^3/{}_1\text{H}^1 = 1,0 \cdot 10^{-17}$ e medições feitas na água de um aquífero mostraram uma relação igual a $6,25 \cdot 10^{-19}$. Um átomo de trítio sofre decaimento radioativo, resultando em um átomo de um isótopo de hélio, com emissão de uma partícula β^- . Forneça a equação química para o decaimento radioativo do trítio e, sabendo que sua meia-vida é de 12 anos, determine por quanto tempo a água permaneceu confinada no aquífero.

26 (UERJ-RJ) Recentemente, a imprensa noticiou o caso do envenenamento por polônio-210 de um ex-agente secreto soviético. Sabe-se, em relação a esse isótopo, que:

- ao se desintegrar, emite uma partícula alfa;
- em 420 dias, uma amostra de 200 mg decai para 25 mg;
- o isótopo formado nesse decaimento forma um íon divalente.

Calcule o tempo de meia-vida do polônio-210.

27 (UNIFESP-SP) Quando se fala em isótopos radioativos, geralmente a opinião pública os associa a elementos perigosos, liberados por reatores nucleares. No entanto, existem isótopos de elementos naturais que estão presentes no nosso dia-a-dia. O gráfico mostra a cinética de desintegração do rádio-226, que pode estar presente em materiais de construção, em geral em concentrações muito baixas para que se possa comprovar qualquer relação com danos à saúde. As coordenadas de um ponto do gráfico são indicadas na figura.



$$\text{Dados: } m = m_0 \cdot 2^{\frac{-t}{c}},$$

onde

m: massa no tempo t;

m^3 : massa no tempo 0;

c: tempo de meia-vida.

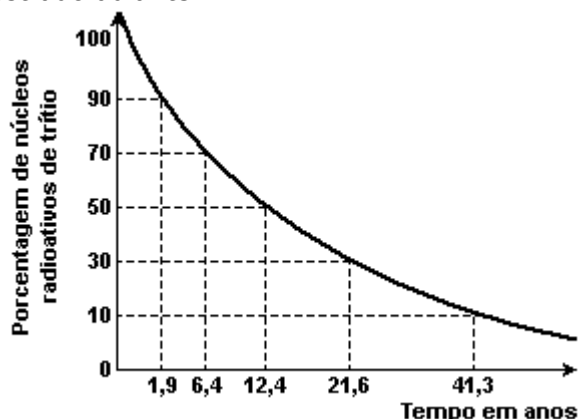
A meia-vida desse isótopo, em anos, é igual a

- 1400.
- 1500.
- 1600.
- 1700.
- 1800.

28 (FGV-SP) O plutônio-239, emissor de partículas alfa e meia-vida de 24 mil anos, é produzido como subproduto durante a operação de reatores nucleares. Esse isótopo é fissionável e apenas alguns quilogramas de plutônio enriquecido acima de 93% de Pu-239 são necessários para fabricar uma bomba atômica. Por isso, a Agência Internacional de Energia Atômica controla o estoque desse elemento nos centros de pesquisas e centrais nucleares do mundo. O produto de decaimento do plutônio-239 e o tempo em 10^3 anos necessário para que o nível de radioatividade diminua para 1/128 de seu valor original são, respectivamente:

- U e 168.
- Am e 168.
- U e 144.
- Np e 144.
- Am e 144.

29 (UFG-GO) A datação de lençóis freáticos pode ser realizada com base na relação entre a quantidade de hélio triogênico ^3He , decorrente do decaimento radioativo do trítio ^3H , na amostra de água. De modo simplificado, essa datação pode ser determinada pelo produto entre o tempo de meia-vida do trítio e a razão entre as quantidades de hélio triogênico e trítio, multiplicados por 0,7. O gráfico do decaimento do número de núcleos radioativos de trítio é mostrado adiante.



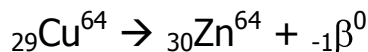
Tendo em vista essas informações, calcule a idade de uma amostra de água retirada de um lençol freático, cuja concentração de hélio triogênico é três vezes maior que a quantidade de trítio.

30 (FATEC-SP) Em abril de 1986, um nome ficou na memória da humanidade: Chernobyl. Neste ano "comemoram-se" os 20 anos do pior acidente da história da indústria nuclear.

Supondo-se ser o Sr - 90, (cuja meia-vida é de 28 anos) a única contaminação radioativa, em 2098 a quantidade desse isótopo terá se reduzido a

- 1/2 da quantidade inicialmente presente.
- 1/4 da quantidade inicialmente presente.
- 1/8 da quantidade inicialmente presente.
- 1/16 da quantidade inicialmente presente.
- 1/32 da quantidade inicialmente presente.

31 (FUVEST-SP) O isótopo radioativo Cu-64 sofre decaimento β , conforme representado:



A partir de amostra de 20,0 mg de Cu-64, observa-se que, após 39 horas, formaram-se 17,5 mg de Zn-64. Sendo assim, o tempo necessário para que metade da massa inicial de Cu-64 sofra decaimento β é cerca de

- 6 horas.
- 13 horas.
- 19 horas.
- 26 horas.
- 52 horas.

32 (FUVEST-SP) Um centro de pesquisa nuclear possui um ciclotron que produz radioisótopos para exames de tomografia. Um deles, o Flúor-18 (^{18}F), com meia-vida de aproximadamente 1h 30min, é separado em doses, de acordo com o intervalo de tempo entre sua preparação e o início previsto para o exame. Se o frasco com a dose adequada para o exame de um paciente A, a ser realizado 2 horas depois da preparação, contém N_A átomos de ^{18}F , o frasco destinado ao exame de um paciente B, a ser realizado 5 horas depois da preparação, deve conter N_B átomos de ^{18}F , com:

(A meia vida de um elemento radioativo é o intervalo de tempo após o qual metade dos átomos inicialmente presentes sofreram desintegração.)

- a) $N_B = 2N_A$
- b) $N_B = 3N_A$
- c) $N_B = 4N_A$
- d) $N_B = 6N_A$
- e) $N_B = 8N_A$

33 (UERJ-RJ) Num experimento para a determinação do número de partículas emitidas pelo radônio, foi utilizada uma amostra contendo 0,1 mg desse radioisótopo. No primeiro dia do experimento, foram emitidas $4,3 \times 10^{16}$ partículas. Sabe-se que a emissão de um dia é sempre 16 % menor que a do dia anterior.

O número total de partículas que essa amostra emite, a partir do primeiro dia do experimento, é aproximadamente igual a:

- a) $4,2 \times 10^{18}$
- b) $2,6 \times 10^{18}$
- c) $4,3 \times 10^{17}$
- d) $2,7 \times 10^{17}$

34 (UEL-PR) Um medicamento polivitamínico e polimineral traz a seguinte informação técnica em sua bula: "Este medicamento consiste na associação do acetato de tocoferol (vitamina E), ácido ascórbico (vitamina C) e os oligoelementos zinco, selênio, cobre e magnésio. Estas substâncias encontram-se numa formulação adequada para atuar sobre os radicais livres. O efeito antioxidante do medicamento fortalece o sistema imunológico e combate o processo de envelhecimento."

O selênio 75 (Se-75), o fósforo 32 (P-32) e o ferro 59 (Fe-59) são exemplos de radioisótopos que podem ser empregados na medicina nuclear tanto com o propósito de diagnóstico como de terapia. Uma amostra radioativa com massa igual a 10,0 g é uma mistura desses três radioisótopos. Os tempos de meia vida do Se-75, P-32 e Fe-59 são, respectivamente, 120 dias, 15 dias e 45 dias. Após 90 dias, restam na amostra radioativa 0,025 g de P-32 e 0,700 g de Fe-59.

Assinale a alternativa que indica, corretamente, a composição percentual de cada radioisótopo na amostra radioativa original.

- a) % Se-75: 61,0; % P-32: 20,0; % Fe-59:19,0
- b) % Se-75: 53,0; % P-32:10,0; % Fe-59: 37,0
- c) % Se-75: 56,0; % P-32: 6,0; % Fe-59: 28,0
- d) % Se-75: 71,0; % P-32:10,0; % Fe-59:19,0
- e) % Se-75: 53,0; % P-32: 5,00; % Fe-59: 42,0

35 (UNESP-SP) Um radioisótopo, para ser adequado para fins terapêuticos, deve possuir algumas qualidades, tais como: emitir radiação gama (alto poder de penetração) e meia-vida apropriada. Um dos isótopos usados é o tecnécio-99, que emite este tipo de radiação e apresenta meia-vida de 6 horas. Qual o tempo necessário para diminuir a emissão dessa radiação para 3,125 % da intensidade inicial?

- a) 12 horas.
- b) 18 horas.
- c) 24 horas.
- d) 30 horas.
- e) 36 horas.

36 (UFRRJ-RJ)

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.

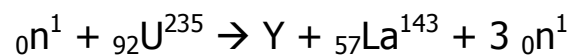
Enviado especial Hiroshima, Japão

"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 antiincêndio 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 antiincêndio 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 termoeletricas, 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 1/4 uma determinada massa desse nuclídeo.

37 (UEG-GO) De vilão a mocinho! Assim pode ser considerado o fenômeno da radioatividade. As radiações podem causar sérios danos biológicos. Produzem e são causadoras de leucemia e de câncer. Entretanto, em doses controladas, a radiação é utilizada para combater e, em alguns casos, eliminar essas doenças.

Considerando-se a cinética das emissões radioativas, se a massa de um isótopo radioativo se reduz a 12,5% do valor inicial depois de um ano, e considerando-se que um ano tem exatamente 12 meses, então a meia-vida desse isótopo, em meses, é:

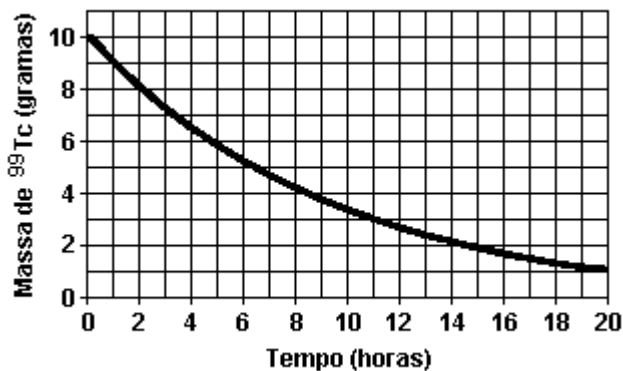
- a) 8
- b) 6
- c) 4
- d) 3
- e) 2

38 (UEL-PR) Por meio de estudos pormenorizados realizados por bioantropólogos mexicanos, constatou-se que as feições do fóssil humano mais antigo já encontrado no México eram muito parecidas com aborígenes australianos. O fóssil em questão, com 12 mil anos, é o crânio conhecido como Mulher de Penón. A determinação da idade de um fóssil é baseada no decaimento radioativo do isótopo carbono-14, cujo tempo de meia vida é de aproximadamente 6000 anos.

A percentagem de carbono-14 encontrada atualmente no fóssil em relação àquela contida no momento da morte é aproximadamente igual a:

- a) 25 %
- b) 37 %
- c) 50 %
- d) 75 %
- e) 90 %

39 (UNIFESP-SP) O decaimento do tecnécio-99, um isótopo radioativo empregado em diagnóstico médico, está representado no gráfico fornecido a seguir.



Uma amostra típica de tecnécio-99 usada em exames apresenta uma atividade radioativa inicial de 2×10^7 desintegrações por segundo. Usando as informações do gráfico, pode-se prever que essa amostra apresentará uma atividade de $2,5 \times 10^6$ desintegrações por segundo após, aproximadamente:

- a) 3,5 horas.
- b) 7 horas.
- c) 10 horas.
- d) 18 horas.
- e) 24 horas.

40 (UERJ-RJ) No tratamento de tumores cancerígenos, recomenda-se a radioterapia, que consiste em tratar a área atingida pelo câncer com a radiação emitida pelo cobalto-60. Esse isótopo tem sua meia-vida igual a 5,25 anos e se desintegra espontaneamente, emitindo partículas beta e produzindo níquel-60 estável. Uma amostra radioativa de massa 200 g, constituída por 95% de cobalto-59 e 5% de cobalto-60, foi colocada em um aparelho radioterápico.

a) Sabendo que o cobalto-59 é estável, determine a relação entre a massa de níquel-60 produzida e a massa de cobalto-60 restante, após 21 anos.

b) Comparando os raios do cobalto metálico e do íon de cobalto III, cite o que apresenta menor tamanho e o elétron diferenciador da espécie iônica cobalto III.

41 (UFRJ-RJ)



**Esse símbolo
identifica alimentos
irradiados**

Estima-se que, no Brasil, a quantidade de alimentos desperdiçados seria suficiente para alimentar 35 milhões de pessoas. Uma das maneiras de diminuir esse desperdício é melhorar a conservação dos alimentos. Um dos métodos disponíveis para tal fim é submeter os alimentos a radiações ionizantes, reduzindo, assim, a população de microorganismos responsáveis por sua degradação.

Uma das tecnologias existentes emprega o isótopo de número de massa 60 do Cobalto como fonte radioativa. Esse isótopo decai pela emissão de raios gama e de uma partícula β e é produzido pelo bombardeamento de átomos de Cobalto de número de massa 59 com nêutrons.

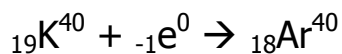
(Dados: Co ($Z = 27$); Ni ($Z = 28$)).

a) Escreva a reação de produção do Cobalto-60 a partir do Cobalto-59 e a reação de decaimento radioativo do Cobalto-60.

b) Um aparelho utilizado na irradiação de alimentos emprega uma fonte que contém, inicialmente, 100 gramas de Cobalto-60.

Admitindo que o tempo de meia-vida do Cobalto-60 seja de cinco anos, calcule a massa desse isótopo presente após quinze anos de utilização do aparelho.

42 (UERJ-RJ) Na datação de rochas pode-se empregar a técnica do potássio-40. A conversão deste isótopo em argônio-40, por captura de elétron, tem meia-vida de $1,28 \times 10^9$ anos e é representada pela seguinte equação:



- a) Estime a idade, em anos, de uma amostra de rocha cuja razão entre os números de isótopos de argônio-40 e potássio-40 seja igual a 7. Assuma que todo o argônio presente na rocha foi produzido a partir do potássio-40.
- b) Existe uma outra forma de decaimento do potássio-40, que consiste na emissão de uma partícula beta. Escreva a equação química que representa esta emissão.

43 (PUCCAMP-SP) Os radioisótopos, apesar de temidos pela população que os associa a acidentes nucleares e danos ambientais, exercem importante papel na sociedade atual. São hoje praticamente indispensáveis à medicina, engenharia, indústria, hidrologia, antropologia e à pesquisa acadêmica em diversas áreas do conhecimento, seja por atuarem como traçadores radioativos, ou como fontes de radiações.

Carbono - 11 é utilizado na medicina para diagnóstico por imagem. Amostras de compostos contendo carbono - 11 são injetadas no paciente obtendo-se a imagem desejada após decorridos cinco "meias-vidas" do radioisótopo. Neste caso, a porcentagem da massa de carbono -11, da amostra, que ainda não se desintegrou é:

- a) 1,1%
b) 3,1%
c) 12%
d) 50%
e) 75%

44 (UNESP-SP) Medidas de radioatividade de uma amostra de tecido vegetal encontrado nas proximidades do Vale dos Reis, no Egito, revelaram que o teor em carbono 14 (a relação ${}^{14}\text{C}/{}^{12}\text{C}$) era correspondente a 25% do valor encontrado para um vegetal vivo. Sabendo que a meia-vida do carbono 14 é 5730 anos, conclui-se que o tecido fossilizado encontrado não pode ter pertencido a uma planta que viveu durante o antigo império egípcio - há cerca de 6000 anos -, pois:

- a) a meia-vida do carbono 14 é cerca de 1000 anos menor do que os 6000 anos do império egípcio.
b) para que fosse alcançada esta relação ${}^{14}\text{C}/{}^{12}\text{C}$ no tecido vegetal, seriam necessários, apenas, cerca de 3000 anos.
c) a relação ${}^{14}\text{C}/{}^{12}\text{C}$ de 25%, em comparação com a de um tecido vegetal vivo, corresponde à passagem de, aproximadamente, 1500 anos.
d) ele pertenceu a um vegetal que morreu há cerca de 11500 anos.
e) ele é relativamente recente, tendo pertencido a uma planta que viveu há apenas 240 anos, aproximadamente.

45 (UNICAMP-SP) Vivemos em uma época notável. Os avanços da ciência e da tecnologia nos possibilitam entender melhor o planeta em que vivemos. Contudo, apesar dos volumosos investimentos e do enorme esforço em pesquisa, a Terra ainda permanece misteriosa. O entendimento desse sistema multifacetado, físico-químico-biológico, que se modifica ao longo do tempo, pode ser comparado a um enorme quebra-cabeças. Para entendê-lo, é necessário conhecer suas partes e associá-las. Desde fenômenos inorgânicos até os intrincados e sutis processos biológicos, o nosso desconhecimento ainda é enorme. Há muito o que aprender. Há muito trabalho a fazer. Nesta prova, vamos fazer um pequeno ensaio na direção do entendimento do nosso planeta, a Terra, da qual depende a nossa vida.

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.

a) 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?

b) Descreva, em poucas palavras, duas formas pelas quais a presença dessa matéria orgânica poderia ter provocado a mortandade de peixes.

46 (PUC-PR) Qual o tempo necessário para que um elemento radioativo tenha sua massa diminuída em 96,875%?

a) 3 meias-vidas.

b) 10 vidas-médias.

c) 5 meias-vidas.

d) 96,875 anos.

e) 312 anos.

47 (UFPI-PR) Na conferência de 1998, a Sociedade Nuclear Europeia mostrou muita preocupação acerca do perigo do lixo nuclear. Por exemplo, a desintegração do isótopo ^{90}Sr , um dos elementos mais nocivos à vida, se dá através de emissões beta (β) de elevada energia, cuja meia-vida é de 28 anos. Considerando uma massa inicial de 24 mg desse isótopo, a massa aproximada em miligramas, após 100 anos, será:

a) 1,0

b) 2,0

c) 4,0

d) 8,0

e) 16

48 (UNESP-SP) O cobre 64 (${}_{29}\text{Cu}^{64}$) 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?

49 (PUC-PR) Um elemento radioativo com $Z = 53$ e $A = 131$ emite partículas alfa e beta, perdendo 75% de sua atividade em 32 dias.

Detemine o tempo de meia-vida deste radioisótopo.

a) 8 dias

b) 16 dias

c) 5 dias

d) 4 dias

e) 2 dias

50 (UNIRIO-RJ) "(...) A Mir está deixando os cientistas intrigados: minúsculas partículas de urânio empobrecido foram detectadas na estação. Três hipóteses foram levantadas pela equipe de pesquisadores: o urânio seria de armas nucleares testadas no espaço na década de 60, restos de satélites, ou vestígios de uma supernova. (...) Foram descobertos sinais de dois isótopos radioativos - ${}^{214}\text{Pb}$ e ${}^{214}\text{Bi}$ - ambos resultantes do ${}^{238}\text{U}$ ".

(JB, 2001).

Considerando que a meia-vida do ${}^{214}\text{Bi}$ é de 20 meses calcule, a partir de uma amostra com 1,000 g de ${}^{214}\text{Bi}$, quantos miligramas restarão depois de 5 anos?

GABARITO

- 01- B
02- E
03- E
04- C
05-



$$98 + a = 106 \Rightarrow a = 8$$

$$249 + b = 263 + 4 \Rightarrow b = 18$$

b) meia-vida = 10 s



$$m = 100 \text{ g}$$

- 06- B
07- B



$$2\text{P} = 2 \times 28 \text{ anos} = 56 \text{ anos}$$

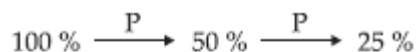
- 08- E

O estrôncio pertence à família dos metais alcalino terrosos (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra). O estrôncio radioativo fixa-se nos ossos, pois apresenta propriedades químicas semelhantes às do cálcio.

- 09-

a) O processo é denominado fotossíntese: $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

b) Cálculo do número de meia-vidas (P):



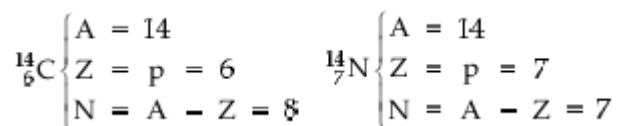
$$1 \text{ P} \text{ ————— } 5730 \text{ anos}$$

$$2 \text{ P} \text{ ————— } x$$

$$x = 11.460 \text{ anos}$$

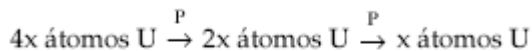
Como estamos no ano 2000 d.C., a árvore deve ter sido cortada em 9460 a.C. Portanto, essa árvore não foi cortada no período do Antigo Egito.

c) Os elementos ${}^{14}\text{C}$ e ${}^{14}\text{N}$ são isóbaros (mesmo número de massa) e distinguem-se pelos números de prótons (números atômicos). No caso, o número de nêutrons também é diferente.



10- B

Seja $4x$ o número de átomos de U no instante da formação do meteorito.



0 átomos Pb 2x átomos Pb 3x átomos Pb

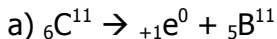
Depois de duas meias-vidas e desprezando as desintegrações intermediárias, tem-se a proporção:

3x átomos Pb: x átomos U=

3 átomos Pb: 1 átomo U

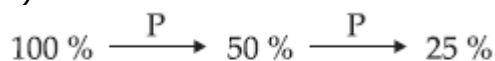
Portanto, $2P = 2 \cdot 4,5 \cdot 10^9 \text{ anos} = 9,0 \cdot 10^9 \text{ anos}$

11-



O núcleo formado é do elemento boro ($Z = 5$).

b)



$$2P = 2 \times 20,4 \text{ min} = 40,8 \text{ min}$$

12- 0-F (Ondas eletromagnéticas não são desviadas por campos elétricos e magnéticos).

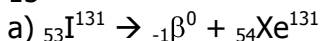
1-F (A mais ionizante é a partícula alfa, arrancando elétrons mais facilmente de outras partículas)

2-F (O número de massa fica constante); 3-V; 4-V

13- E

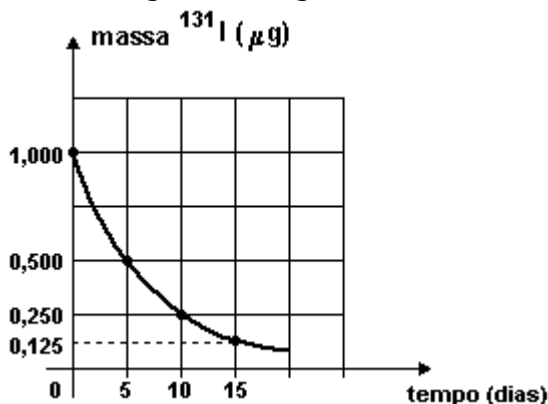
14- C

15-



Esta equação nuclear indica que o isótopo formado na desintegração do iodo -131 é o xenônio -131

b) Observe o gráfico a seguir:



16- B

17- A

$$18- N = 139 - 54 = 85$$

19- B

20- B

21-

a) Ocorreu decaimento de 0,2 (20%).

b) $y = 4800 \text{ mL} = 4,80 \text{ L}$



22- B

23- 6 atm

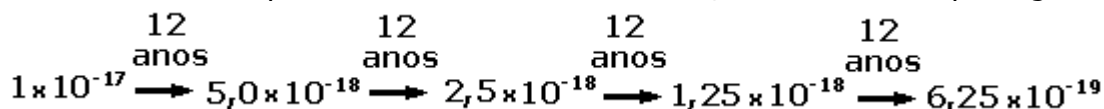
24- a) Como nesta série foram emitidas 4 partículas alfa e duas partículas beta, a razão será $4/2 = 2$.

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

25- A equação química para o decaimento do trítio pode ser representada por: ${}_1\text{H}^3 \rightarrow {}_2\text{He}^4 + {}_{-1}\beta^0$

A água permaneceu confinada no aquífero por 48 anos.

A relação inicial entre o trítio e o prótio é de 1×10^{-17} até decair a $6,25 \times 10^{-19}$ é dada pela figura a seguir.



Tempo total = $4 \times 12 \text{ anos} = 48 \text{ anos}$.

A água permaneceu confinada no aquífero por 48 anos.

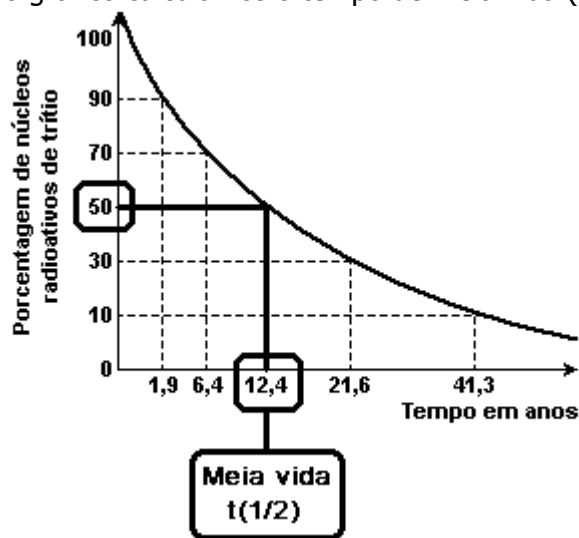
26- $200 \text{ mg} \rightarrow 100 \text{ mg} \rightarrow 50 \text{ mg} \rightarrow 25 \text{ mg}$

Como foram decorridos 3 períodos de meia-vida, tem-se: $420/3 = 140 \text{ dias}$.

27- C

28- A

29- Pelo gráfico calculamos o tempo de meia vida ($t(1/2)$). Observe a figura:



$t(1/2) = 12,4 \text{ anos}$.

$[\text{}^3\text{He}] = 3 \times [\text{}^3\text{H}]$, então:

$([\text{}^3\text{He}]/[\text{}^3\text{H}]) = 3$

Idade da amostra = $t(1/2) \times ([\text{}^3\text{He}]/[\text{}^3\text{H}]) \times 0,7$

Idade da amostra = $12,4 \times 3 \times 0,7$

Idade da amostra = $26,04 \text{ anos} = 26 \text{ anos}$.

30- D

31- B

32- C

33- D

34- C

35- D

36- a) $X = {}_{36}\text{Kr}^{93}$ e $Y = {}_{35}\text{Br}^{90}$.

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

37- C

38- A

39- D

40- a) Relação entre as massas = 15.

b) Co^{3+} ; $3d^6$.

41- a) ${}_{27}\text{Co}^{59} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{27}\text{Co}^{60}$

${}_{27}\text{Co}^{60} \rightarrow {}_0\gamma^0 + {}_{-1}\beta^0 + {}_{28}\text{Ni}^{60}$

b) $p = 5$ anos (período de semidesintegração)

15 anos = $3p$

$100 \text{ g} \xrightarrow{p} 50 \text{ g} \xrightarrow{p} 25 \text{ g} \xrightarrow{p} 12,5 \text{ g}$

Após 15 anos teremos 12,5 g desse isótopo.

42-a) O resultado 7 foi obtido pela razão 7/1. A quantidade total de isótopos é $1 + 7 = 8$.

$8 \xrightarrow{p} 4 \xrightarrow{p} 2 \xrightarrow{p} 1$ ($p =$ meia vida).

Tempo = $3p = 3 \times 1,28 \times 10^9 = 3,84 \times 10^9$ anos.

b) ${}_{19}\text{K}^{40} \rightarrow {}_{-1}\beta^0 + {}_{20}\text{Ca}^{40}$

43- B

44- D

45- a) A poluição produzida pela indústria petroquímica apresenta matéria orgânica com fósseis produzidos há milhares de anos, logo a relação ${}^{14}\text{C}/{}^{12}\text{C}$ será menor do que a de um ser vivo, pois neste caso a quantidade de ${}^{14}\text{C}$ decresce.

b) A matéria orgânica bloqueia a luz dificultando o processo de fotossíntese. Consequentemente forma-se menos gás oxigênio.

46- C

47- B

48- a) 1 mg

b) $P = 25$ (prótons); $N = 31$ (nêutrons)

49- B

50- 125 mg