

EXERCÍCIOS SOBRE RADIOATIVIDADE

1. (ENEM) O avanço científico e tecnológico da física nuclear permitiu conhecer, com maiores detalhes, o decaimento radioativo dos núcleos atômicos instáveis, desenvolvendo-se algumas aplicações para a radiação de grande penetração no corpo humano, utilizada, por exemplo, no tratamento do câncer.

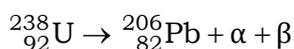
A aplicação citada no texto se refere a qual tipo de radiação?

- a) Beta.
- b) Alfa.
- c) Gama.
- d) Raios X.
- e) Ultravioleta.

2. (IME) Com relação às emissões radioativas observadas no planeta Terra, assinale a alternativa correta:

- a) A emissão de uma partícula α resulta em um elemento situado em uma posição imediatamente à direita do elemento original, na tabela periódica.
- b) A radiação γ frequentemente acompanha uma emissão α ou β .
- c) Raios γ são radiações eletromagnéticas, de comprimento de onda superior ao da luz visível, cuja emissão não resulta em mudanças do número atômico ou do número de massa do elemento.
- d) As reações de fusão nuclear ocorrem quando núcleos de átomos pesados, como urânio ou tório, são bombardeados com nêutrons, quebrando-se em átomos menores e liberando energia e radioatividade.
- e) O decaimento α se deve à alta instabilidade do núcleo de ${}^4_2\text{He}$, o que faz com que este se separe facilmente de núcleos maiores.

3. (Mackenzie) O urânio-238, após uma série de emissões nucleares de partículas alfa e beta, transforma-se no elemento químico chumbo-206 que não mais se desintegra, pelo fato de possuir um núcleo estável. Dessa forma, é fornecida a equação global que representa o decaimento radioativo ocorrido.



Assim, analisando a equação acima, é correto afirmar-se que foram emitidas

- a) 8 partículas α e 6 partículas β .
- b) 7 partículas α e 7 partículas β .
- c) 6 partículas α e 8 partículas β .
- d) 5 partículas α e 9 partículas β .
- e) 4 partículas α e 10 partículas β .

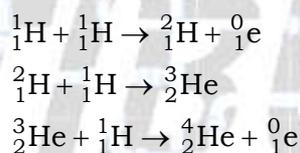
4. (ENEM) Pesquisadores recuperaram DNA de ossos de mamute (*Mammuthus primigenius*) encontrados na Sibéria, que tiveram sua idade de cerca de 28 mil anos confirmada pela técnica do CARBONO-14.

FAPESP. DNA do mamute é revelado. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br>. Acesso em: 13 ago. 2012 (adaptado).

A técnica de datação apresentada no texto só é possível devido à

- a) proporção conhecida entre carbono-14 e carbono-12 na atmosfera ao longo dos anos.
- b) decomposição de todo o carbono-12 presente no organismo após a morte.
- c) fixação maior do carbono-14 nos tecidos de organismos após a morte.
- d) emissão de carbono-12 pelos tecidos de organismos após a morte.
- e) transformação do carbono-12 em carbono-14 ao longo dos anos.

5. (UNESP) A energia liberada pelo Sol é fundamental para a manutenção da vida no planeta Terra. Grande parte da energia produzida pelo Sol decorre do processo de fusão nuclear em que são formados átomos de hélio a partir de isótopos de hidrogênio, conforme representado no esquema:



(John B. Russell. *Química geral*, 1994.)

A partir das etapas consecutivas de fusão nuclear representadas no esquema, é correto afirmar que ocorre

- a) formação de uma molécula de hidrogênio.
- b) emissão de nêutron.
- c) formação de uma molécula de hidrogênio e de dois átomos de hélio.
- d) emissão de pósitron.
- e) emissão de próton.

6. (ESPCEX (AMAN)) Considere as seguintes afirmativas:

- I. O poder de penetração da radiação alfa (α) é maior que o da radiação gama (γ).
- II. A perda de uma partícula beta (β) por um átomo ocasiona a formação de 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 deste átomo.
- IV. A desintegração de ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ a ${}^{214}_{83}\text{Bi}$ envolve a emissão consecutiva de três partículas alfa (α) e duas betas (β).

Das afirmativas apresentadas estão corretas apenas:

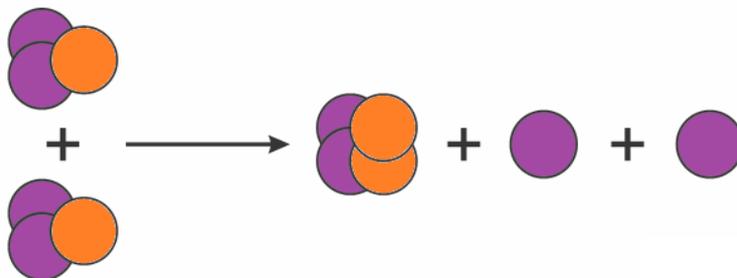
- a) I e II.
- b) I e III.
- c) I e IV.
- d) II e III.
- e) II e IV.

7. (Fac. Albert Einstein) O elemento de número atômico 117 foi o mais novo dos elementos artificiais obtidos em um acelerador de partículas. Recentemente, a IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada) anunciou que o nome sugerido para esse novo elemento é Tennessino. Alguns átomos do isótopo 293 desse elemento foram obtidos a partir do bombardeamento de um alvo contendo 13 mg de ${}^{249}\text{Bk}$ por um feixe de núcleos de um isótopo específico. A reação produziu quatro nêutrons, além do isótopo 293 do elemento de número atômico 117.

O isótopo que compõe o feixe de núcleos utilizado no acelerador de partículas para a obtenção do Tennessino é melhor representado por

- a) ${}^{20}\text{Ne}$.
- b) ${}^{48}\text{Ca}$.
- c) ${}^{48}\text{Ti}$.
- d) ${}^{103}\text{Rh}$.

8. (UNICAMP) Um filme de ficção muito recente destaca o isótopo ${}^3_2\text{He}$, muito abundante na Lua, como uma solução para a produção de energia limpa na Terra. Uma das transformações que esse elemento pode sofrer, e que justificaria seu uso como combustível, está esquematicamente representada na reação abaixo, em que o ${}^3_2\text{He}$ aparece como reagente.



De acordo com esse esquema, pode-se concluir que essa transformação, que liberaria muita energia, é uma

- a) fissão nuclear, e, no esquema, as esferas mais escuras representam os nêutrons e as mais claras os prótons.
- b) fusão nuclear, e, no esquema, as esferas mais escuras representam os nêutrons e as mais claras os prótons.
- c) fusão nuclear, e, no esquema, as esferas mais escuras representam os prótons e as mais claras os nêutrons.
- d) fissão nuclear, e, no esquema, as esferas mais escuras são os prótons e as mais claras os nêutrons.

9. (FUVEST) O ano de 2017 marca o trigésimo aniversário de um grave acidente de contaminação radioativa, ocorrido em Goiânia em 1987. Na ocasião, uma fonte radioativa, utilizada em um equipamento de radioterapia, foi retirada do prédio abandonado de um hospital e, posteriormente, aberta no ferro-velho para onde fora levada. O brilho azulado do pó de césio-137 fascinou o dono do ferro-velho, que compartilhou porções do material altamente radioativo com sua família e amigos, o que teve consequências trágicas. O tempo necessário para que metade da quantidade de césio-137 existente em uma fonte se transforme no elemento não radioativo bário-137 é trinta anos.

Em relação a 1987, a fração de césio-137, em %, que existirá na fonte radioativa 120 anos após o acidente, será, aproximadamente,

- a) 3,1.
- b) 6,3.
- c) 12,5.
- d) 25,0.
- e) 50,0.

10. (UEG) No dia 13 setembro de 2017, fez 30 anos do acidente radiológico Césio-137, em Goiânia – GO. Sabe-se que a meia-vida desse isótopo radioativo é de aproximadamente 30 anos. Então, em 2077, a massa que restará, em relação à massa inicial da época do acidente, será

- a) 1/2
- b) 1/4
- c) 1/8
- d) 1/16
- e) 1/24

11. (ESPCEX (AMAN)) "À medida que ocorre a emissão de partículas do núcleo de um elemento radioativo, ele está se desintegrando. A velocidade de desintegrações por unidade de tempo é denominada velocidade de desintegração radioativa, que é proporcional ao número de núcleos radioativos. O tempo decorrido para que o número de núcleos radioativos se reduza à metade é denominado meia-vida."

USBERCO, João e SALVADOR, Edgard. *Química*. 12ª ed. Reform - São Paulo: Editora Saraiva, 2009. (Volume 2: Físico-Química).

Utilizado em exames de tomografia, o radioisótopo flúor-18 (^{18}F) possui meia-vida de uma hora e trinta minutos (1 h 30 min). Considerando-se uma massa inicial de 20 g desse radioisótopo, o tempo decorrido para que essa massa de radioisótopo flúor-18 fique reduzida a 1,25 g é de

Dados: $\log 16 = 1,20$; $\log 2 = 0,30$.

- a) 21 horas.
- b) 16 horas.
- c) 9 horas.
- d) 6 horas.
- e) 1 hora.

12. (PUCSP) Dados:

Radioisótopo	Meia-vida (anos)	Partícula emitida
Polônio-208	3	α
Rádio-224	6	β

São conhecidos alguns radioisótopos dos elementos polônio e rádio.

Em um experimento, duas amostras de massas diferentes, uma de polônio-208 e outra de rádio-224, foram mantidas em uma caixa de chumbo por 18 anos.

Ao final desse período, verificou-se que a massa de cada um desses radioisótopos presente no recipiente era igual a 0,025 mg.

Sobre esse experimento foram feitas algumas observações:

- I. A desintegração β do ^{224}Ra resulta no isótopo ^{224}Pa .
- II. A desintegração α do ^{208}Po resulta no isótopo ^{204}Pb .
- III. A massa inicial de ^{224}Ra na caixa de chumbo era de 0,200 mg.
- IV. A massa inicial de ^{208}Po na caixa de chumbo era de 0,150 mg.

Dados: Ra ($Z = 88$); Po ($Z = 84$); Ac ($Z = 89$); Pb ($Z = 82$).

Estão corretas apenas as afirmações:

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

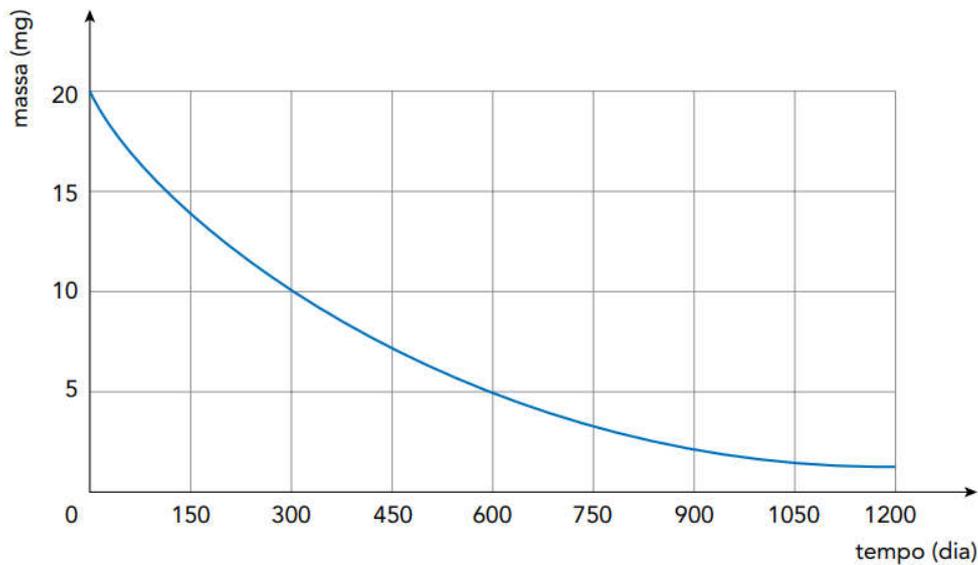
13. (ENEM) A técnica do carbono-14 permite a datação de fósseis pela medição dos valores de emissão beta desse isótopo presente no fóssil. Para um ser em vida, o máximo são 15 emissões beta/(min g). Após a morte, a quantidade de ^{14}C se reduz pela metade a cada 5.730 anos.

A prova do carbono 14. Disponível em: <http://noticias.terra.com.br>. Acesso em: 9 nov. 2013 (adaptado).

Considere que um fragmento fóssil de massa igual a 30 g foi encontrado em um sítio arqueológico, e a medição de radiação apresentou 6.750 emissões beta por hora. A idade desse fóssil, em anos, é

- a) 450.
- b) 1.433.
- c) 11.460.
- d) 17.190.
- e) 27.000.

14. (UERJ) O berquélio (Bk) é um elemento químico artificial que sofre decaimento radioativo. No gráfico, indica-se o comportamento de uma amostra do radioisótopo ^{249}Bk ao longo do tempo.



Sabe-se que a reação de transmutação nuclear entre o ^{249}Bk e o ^{48}Ca produz um novo radioisótopo e três nêutrons.

Apresente a equação nuclear dessa reação. Determine, ainda, o tempo de meia-vida, em dias, do ^{249}Bk e escreva a fórmula química do hidróxido de berquélio II.

Dado da prova da UERJ:

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

(Adaptado da IUPAC - 2016)

1		2		3-10										11	12	13-18																			
IA		IIA														VIII A																			
1	2.1															2																			
1	H															He																			
3	Li	4	Be													5-10																			
7	Li	9	Be													B C N O F Ne																			
11	Na	12	Mg													13-18																			
23	Na	24	Mg													Al Si P S Cl Ar																			
19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr
37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe
85.5	Rb	87.5	Sr	89	Y	91	Zr	93	Nb	96	Mo	98	Tc	101	Ru	103	Rh	106.5	Pd	108	Ag	112.5	Cd	115	In	119	Sn	122	Te	127.5	127	131	131	131	
55	Cs	56	Ba	57-71	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn	
133	Cs	137	Ba	137	137	181	184	184	186	184	186	190	192	195	197	197	200.5	204	204	200.5	204	207	207	207	207	207	209	209	209	210	210	222	222	222	
87	Fr	88	Ra	89-103	104	Rf	105	Db	106	Sg	107	Bh	108	Hs	109	Mt	110	Ds	111	Rg	112	Cn	113	Uut	114	Fl	115	Uup	116	Lv	117	Uus	118	Uuo	
(223)	Fr	(226)	Ra	(261)	(261)	(262)	(263)	(262)	(265)	(268)	(281)	(280)	(285)	(288)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)	(294)		

NÚMERO ATÔMICO	ELETRONEGATIVIDADE	57-71																											
57	1.1	58	1.1	59	1.1	60	1.1	61	1.1	62	1.2	63	1.2	64	1.2	65	1.2	66	1.2	67	1.2	68	1.2	69	1.2	70	1.2	71	1.3
139		140		141		144		(145)		150		152		157		159		162.5		165		167		169		173		175	
89	1.1	90	1.3	91	1.5	92	1.7	93	1.3	94	1.3	95	1.3	96	1.3	97	1.3	98	1.3	99	1.3	100	1.3	101	1.3	102	1.3	103	1.3
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116	</				

15. (ENEM) A obtenção de energia por meio da fissão nuclear do ^{235}U é muito superior quando comparada à combustão da gasolina, O calor liberado na fissão do ^{235}U é 8×10^{10} J/g e na combustão da gasolina é 5×10^4 J/g.

A massa de gasolina necessária para obter a mesma energia na fissão de 1 kg de ^{235}U é da ordem de

- a) 10^3 g.
- b) 10^4 g.
- c) 10^5 g.
- d) 10^6 g.
- e) 10^9 g.

16. (UFPR) Águas termais, exploradas em diversos destinos turísticos, brotam naturalmente em fendas rochosas. O aquecimento natural dessas águas, na sua grande maioria, deve-se ao calor liberado em processos radioativos de elementos presentes nos minerais rochosos que são transferidos para a água no fluxo pelas fendas. O gás radônio (^{222}Rn) é o provável responsável pelo aquecimento de diversas águas termais no Brasil. O ^{222}Rn se origina do rádio (^{226}Ra), na série do urânio (^{238}U), naturalmente presente em granitos. O tempo de meia vida ($t_{1/2}$) do ^{222}Rn é de 3,8 dias, e esse se converte em polônio (^{218}Po), que por sua vez possui um $t_{1/2}$ de 3,1 minutos. Considerando as informações dadas, considere as seguintes afirmativas:

- I. A conversão de ^{222}Rn em ^{218}Po é um processo exotérmico.
- II. A conversão de ^{226}Ra em ^{222}Rn emite quatro partículas β^- .
- III. Na série de decaimento, do ^{238}U ao ^{218}Po , cinco partículas α são emitidas.
- IV. Após 3,8 dias da extração da água termal, a concentração de ^{218}Po atingirá a metade do valor da concentração inicial de ^{222}Rn .

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa I é verdadeira.
- b) Somente as afirmativas II e IV são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas I, III e IV são verdadeiras.

17. (PUCPR) “Energia nuclear é toda a energia associada a mudanças da constituição do núcleo de um átomo, por exemplo, quando um nêutron atinge o núcleo de um átomo de urânio 235, dividindo-o, parte da energia que ligava os prótons e os nêutrons é liberada em forma de calor. Esse processo é denominado fissão nuclear. A central nuclear é a instalação industrial própria usada para produzir eletricidade a partir de energia nuclear, que se caracteriza pelo uso de materiais radioativos que, através de uma reação nuclear, produzem calor. Nessas centrais existe um alto grau de segurança, devido à matéria-prima radioativa empregada”.

Fonte: <<http://www.mundoeducacao.com/quimica/uso-energia-nuclear.htm>>.

A respeito do assunto, assinale a alternativa **CORRETA**.

- a) Fissão nuclear é a junção de núcleos atômicos, liberando energia maior quando comparada à fusão nuclear.
- b) Se um elemento radioativo, em 100 anos, sofrer uma desintegração de 93,75 % da sua massa, este elemento químico terá, nestas condições, uma meia vida de 25 anos.
- c) Uma das vantagens do uso da radioatividade para produção de energia elétrica é o de não causar efeito estufa, e desvantagem, os gases tóxicos produzidos.
- d) Temos três partículas naturais: Alfa, beta e gama.
- e) A bomba atômica é um exemplo de fusão nuclear, enquanto a bomba de hidrogênio é um exemplo de fissão nuclear.

18. (ESPCEX (AMAN)) A meia vida do radioisótopo cobre-64 (${}^{64}_{29}\text{Cu}$) é de apenas 12,8 horas, pois ele sofre decaimento β se transformando em zinco, conforme a representação ${}^{64}_{29}\text{Cu} \rightarrow {}^{64}_{30}\text{Z} + {}^0_{-1}\beta$.

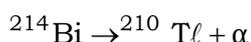
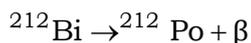
Considerando uma amostra inicial de 128 mg de cobre-64, após 76,8 horas, a massa restante desse radioisótopo será de:

- a) 2 mg
- b) 10 mg
- c) 12 mg
- d) 28 mg
- e) 54 mg

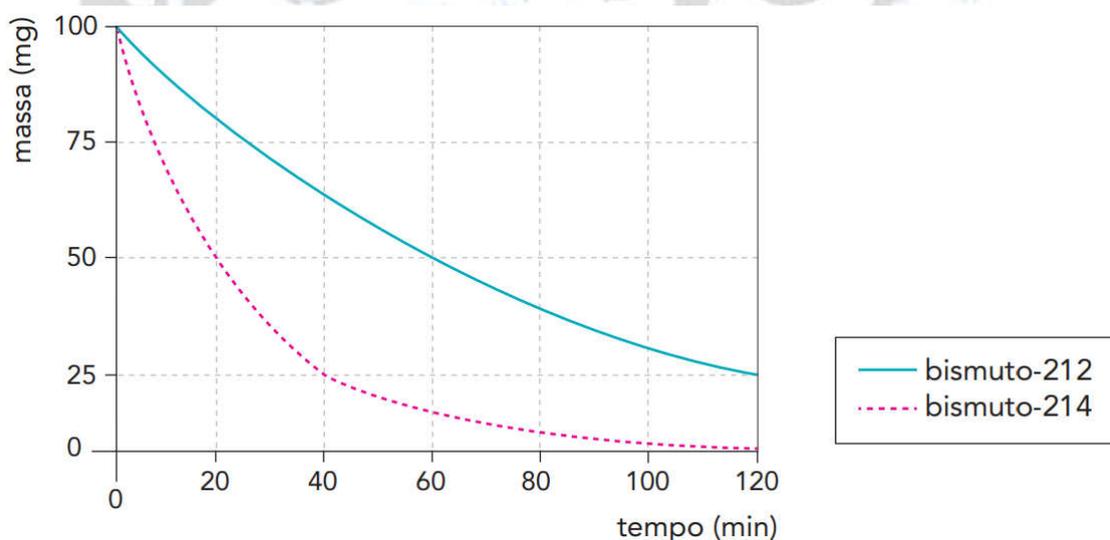
19. (UERN) No dia 26 de março deste ano, completou 60 anos que foi detonada a maior bomba de hidrogênio. O fato ocorreu no arquipélago de *Bikini* – Estados Unidos, em 1954. A bomba nuclear era centenas de vezes mais poderosa que a que destruiu *Hiroshima*, no Japão, em 1945. Sobre esse tipo de reação nuclear, é correto afirmar que

- a) é do tipo fusão.
- b) é do tipo fissão.
- c) ocorre emissão de raios alfa.
- d) ocorre emissão de raios beta.

20. (UERJ) Em um experimento, foi utilizada uma amostra de 200mg contendo partes iguais dos radioisótopos bismuto-212 e bismuto-214. Suas respectivas reações nucleares de decaimento estão indicadas abaixo:



Observe o gráfico, cujas curvas representam as variações das massas desses radioisótopos ao longo das duas horas de duração do experimento.



Determine o tempo de meia-vida do radioisótopo ${}^{214}\text{Bi}$. Calcule, também, a velocidade média de formação de partículas β , em partícula $\times \text{h}^{-1}$, no tempo total do experimento.

21. (UECE) De acordo com a publicação *Química Nova na Escola*, vol. 33, de maio de 2011, no limiar do século XX, o conhecimento ainda incipiente sobre a radioatividade e seus efeitos atribuiu ao rádio poderes extraordinários, como a capacidade de ser responsável pela vida, pela cura de doenças tidas como irreversíveis e, ainda, pelo embelezamento da pele. A partir dessas concepções, foram criados cremes, xampus, compressas e sais de banho, com presença de rádio. Sobre os efeitos e aplicações da radiação, assinale a única afirmação **FALSA**.

- a) A energia cinética das partículas α (alfa) oriundas da desintegração do rádio é convertida em energia térmica após as colisões.
- b) A radioatividade está presente em todos os seres humanos, como por exemplo, o isótopo radioativo carbono-14.
- c) Os raios gama e os nêutrons não apresentam efeitos graves nos seres humanos, por conta de sua pequena capacidade de penetração.
- d) As radiações nucleares provocam ionização com alterações moleculares, formando espécies químicas que causam danos às células.

22. (FGV) O ítrio-90, meia-vida = 3 dias, emissor ${}_{-1}^0\beta$, é empregado como radiofármaco no tratamento de artrite reumatoide.

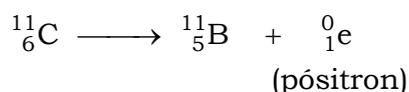
O percentual de Y-90, que permanece após 9 dias em que ele foi empregado no paciente, e o produto de seu decaimento radiativo são, respectivamente:

- a) 12,5% e ítrio-89.
- b) 12,5% e zircônio-90.
- c) 12,5% e estrôncio-90.
- d) 33% e estrôncio-90.
- e) 33% e zircônio-90.

23. (UEG) Considere que determinado sistema contenha uma massa **A** de um radioisótopo hipotético, cuja meia-vida seja de 45 segundos. Ao transcorrerem 5,25 minutos, a massa do elemento radioativo que estará presente nesse sistema será igual a:

- a) A/8
- b) A/16
- c) A/64
- d) A/128

24. (ENEM) Glicose marcada com nuclídeos de carbono-11 é utilizada na medicina para se obter imagens tridimensionais do cérebro, por meio de tomografia de emissão de pósitrons. A desintegração do carbono-11 gera um pósitron, com tempo de meia-vida de 20,4 min, de acordo com a equação da reação nuclear:



A partir da injeção de glicose marcada com esse nuclídeo, o tempo de aquisição de uma imagem de tomografia é cinco meias-vidas.

Considerando que o medicamento contém 1,00 g do carbono-11, a massa, em miligramas, do nuclídeo restante, após a aquisição da imagem, é mais próxima de

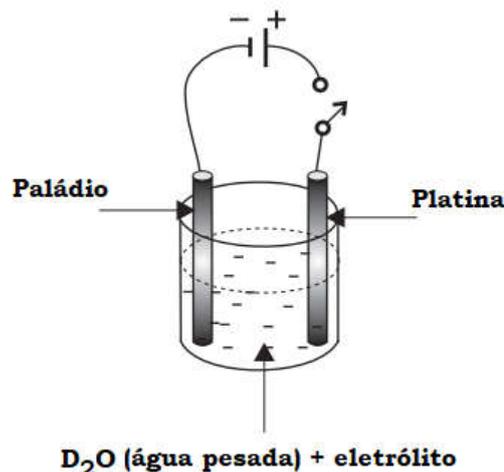
- a) 0,200.
- b) 0,969.
- c) 9,80.
- d) 31,3.
- e) 200.

25. (UNIFESP) 2011 é o Ano Internacional da Química; neste ano, comemoram-se também os 100 anos do recebimento do Prêmio Nobel de Química por Marie Curie, pela descoberta dos elementos químicos rádio e polônio. Ela os obteve purificando enormes quantidades de minério de urânio, pois esses elementos estão presentes na cadeia de decaimento do urânio-238. Vários radionuclídeos dessa cadeia emitem partículas alfa (${}^4_2\alpha$) ou beta negativa (β^-).

a) O Po-210 decai por emissão alfa com meia-vida aproximada de 140 dias, gerando um elemento estável. Uma amostra de Po-210 de altíssima pureza foi preparada, guardada e isolada por 280 dias. Após esse período, quais elementos químicos estarão presentes na amostra e em que proporção, em número de átomos?

b) Qual o número de partículas alfa e o número de partículas beta negativa que são emitidas na cadeia de decaimento que leva de um radionuclídeo de Ra-226 até um radionuclídeo de Po-210? Explique.

26. (UNIFESP) Mais de uma vez a imprensa noticiou a obtenção da chamada fusão nuclear a frio, fato que não foi comprovado de forma inequívoca até o momento. Por exemplo, em 1989, Fleischman e Pons anunciaram ter obtido a fusão de dois átomos de deutério formando átomos de He, de número de massa 3, em condições ambientais. O esquema mostra, de forma simplificada e adaptada, a experiência feita pelos pesquisadores.



Uma fonte de tensão (por exemplo, uma bateria de carro) é ligada a um eletrodo de platina e a outro de paládio, colocados dentro de um recipiente com água pesada (D_2O) contendo um eletrólito (para facilitar a passagem da corrente elétrica). Ocorre eletrólise da água, gerando deutério (D_2) no eletrodo de paládio. O paládio, devido às suas propriedades especiais, provoca a dissociação do D_2 em átomos de deutério, os quais se fundem gerando 3He com emissão de energia.

a) Escreva a equação balanceada que representa a semirreação que produz D, no eletrodo de paládio. Explique a diferença existente entre os núcleos de H e D.

b) Escreva a equação balanceada que representa a reação de fusão nuclear descrita no texto e dê uma razão para a importância tecnológica de se conseguir a fusão a frio.

27. (PUCSP) No final da década de 1930, Otto Hahn e Fritz Strassman observaram que átomos do isótopo ^{235}U , ao serem bombardeados por nêutrons, passam por um processo de fissão nuclear, originando átomos mais leves. A primeira fissão identificada pode ser descrita pela equação nuclear $^{235}U + ^1_0n \rightarrow ^{141}Ba + ^{92}Kr + 3^1_0n$ $\Delta E = -2 \times 10^{10}$ kJ/mol.



Posteriormente, foi observado que a fissão nuclear do ^{235}U pode gerar diversos produtos distintos. Além de dois isótopos radioativos, são liberados de 2 a 5 nêutrons capazes de atingir outros núcleos de urânio, o que resulta em uma reação em cadeia extremamente exotérmica.

Essa característica permitiu o desenvolvimento de artefatos militares como as bombas atômicas lançadas em Hiroshima e Nagasaki pelos EUA, durante a 2ª Guerra Mundial. Outra aplicação da fissão nuclear é a geração de eletricidade, que ocorre nas usinas atômicas (termonucleares).

Apesar da produção de grande quantidade de energia a partir do emprego de uma pequena massa de U, a fissão nuclear apresenta o inconveniente de produzir isótopos radioativos, resultando no lixo atômico. Os resíduos formados em um reator nuclear sofrem desintegração radioativa e emitem radiação ionizante, bastante nociva para os seres vivos. Esses resíduos devem ser armazenados em recipientes com paredes de concreto ou chumbo, evitando o vazamento da radiação para o ambiente.

Em 2011, houve um grande vazamento radioativo na usina japonesa de Fukushima, resultante de terremoto e tsunami que assolaram o país. Em consequência disso, 57 mil pessoas tiveram que abandonar suas casas por causa da radiação emanada da usina. Um dos principais radioisótopos citados pela mídia como responsável pela contaminação da água e do solo ao redor da usina é o ^{137}Cs .

O vazamento do ^{137}Cs para as águas litorâneas do Japão também causou preocupação em virtude da contaminação do ecossistema aquático. A contaminação por esse isótopo radioativo foi constatada recentemente em diversos organismos marinhos, inclusive naqueles usualmente consumidos por humanos.



Utilizando os seus conhecimentos de química e biologia e consultando a tabela periódica, responda:

a) Determine o número de prótons e de nêutrons que constituem o núcleo do ^{137}Cs e faça a distribuição eletrônica em camadas desse átomo.

Escreva a equação de fissão do ^{235}U que forma o ^{137}Cs e 3 nêutrons, além de um outro isótopo. Consulte a tabela periódica e, ao equacionar o processo, represente o outro isótopo gerado através de seu símbolo químico.

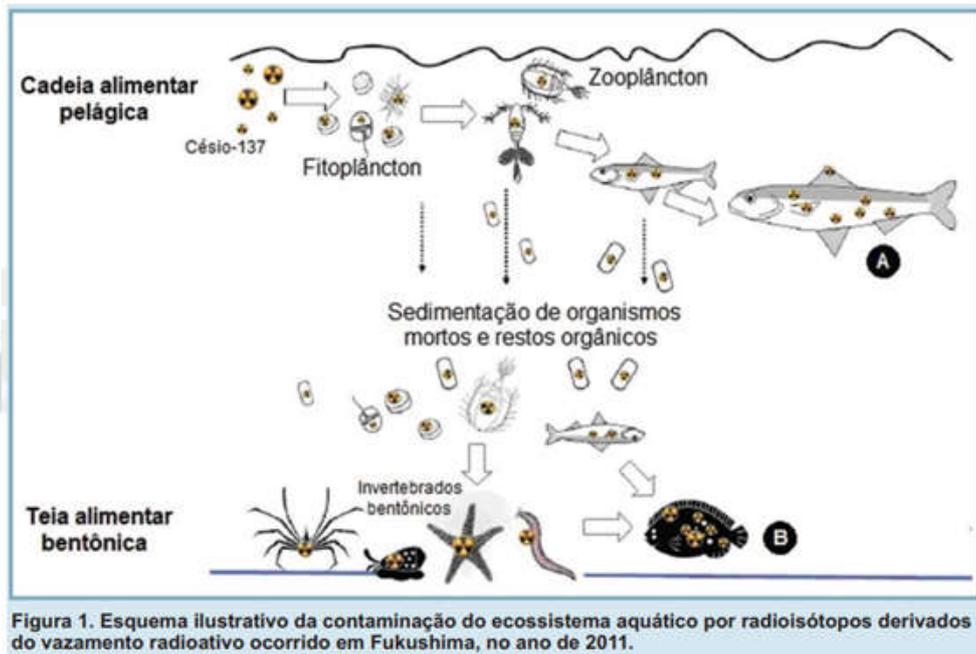
b) O ^{137}Cs decai emitindo uma partícula β^- e radiação γ , resultando em um isótopo estável. A meia vida ($t_{1/2}$) desse processo é de 30 anos. Escreva a equação do decaimento radioativo do ^{137}Cs .

Considerando uma amostra contendo 2,00 mg de ^{137}Cs , determine a massa desse radioisótopo que ainda resta na amostra após 90 anos.

c) Na figura abaixo, quais são os níveis tróficos ocupados pelos peixes identificados pelas letras A e B?

d) É possível observar, na figura 1, que a concentração do ^{137}Cs é maior nos últimos níveis tróficos que nos primeiros, tanto na cadeia alimentar pelágica quanto na teia alimentar bentônica.

Explique essa observação.



Dado da questão da PUCSP:

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS
(com massas atômicas referidas ao isótopo 12 do carbono)

GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
PERÍODO	1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B			1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	0	
1	H 1,01																	He 4,00	
2	Li 6,94	Be 9,01	Elementos de transição										B 10,8	C 12,0	N 14,0	O 16,0	F 19,0	Ne 20,2	
3	Na 23,0	Mg 24,3											Al 27,0	Si 28,1	P 31,0	S 32,1	Cl 35,5	Ar 39,9	
4	K 39,1	Ca 40,1	Sc 45,0	Ti 47,9	V 50,9	Cr 52,0	Mn 54,9	Fe 55,8	Co 58,9	Ni 58,7	Cu 63,5	Zn 65,4	Ga 69,7	Ge 72,6	As 74,9	Se 79,0	Br 79,9	Kr 83,8	
5	Rb 85,5	Sr 87,6	Y 88,9	Zr 91,2	Nb 92,9	Mo 95,9	Tc 98,9	Ru 101	Rh 103	Pd 106	Ag 108	Cd 112	In 115	Sn 119	Sb 122	Te 128	I 127	Xe 131	
6	Cs 133	Ba 137	Série dos Lantanídeos		Hf 178	Ta 181	W 184	Re 186	Os 190	Ir 192	Pt 195	Au 197	Hg 201	Tl 204	Pb 207	Bi 209	Po (209)	At (210)	Rn (222)
7	Fr (223)	Ra (226)	Série dos Actinídeos		Rf (261)	Db (262)	Sg (263)	Bh (262)	Hs (265)	Mt (266)	Jun (269)	Juu (272)							

Série dos Lantanídeos										
LANTANÍDEO	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
139	140	141	144	(145)	150	152	157	159	163	165

Série dos Actinídeos										
ACTINÍDEO	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
(227)	232	231	238	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)

Número Atômico

nome do elemento

símbolo

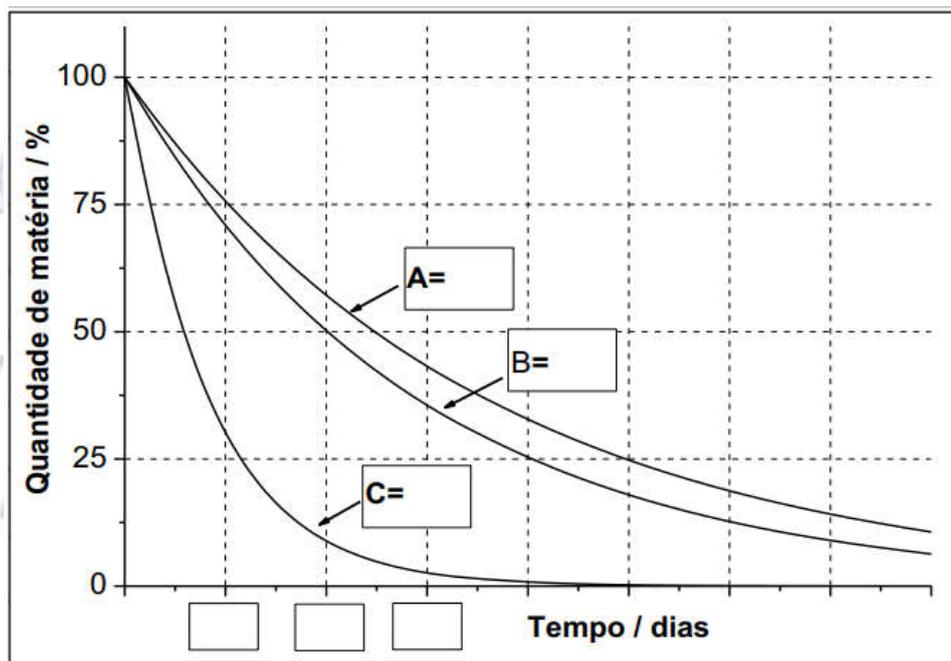
massa atômica (com 3 algarismos significativos) referida ao isótopo ^{12}C

(1) = nº de massa do isótopo mais estável

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

a) Tomando como modelo a equação genérica fornecida, escolha apenas um dos três radioisótopos utilizados na braquiterapia, consulte a tabela periódica e escreva sua equação completa no processo de decaimento.

b) Os tempos de meia vida de decaimento (em dias) desses radioisótopos são: ^{192}Ir (74,2), ^{103}Pd (17) e ^{125}I (60,2). Com base nessas informações, complete o gráfico que aparece no espaço de resolução, identificando as curvas A, B e C com os respectivos radioisótopos, e colocando os valores nas caixas que aparecem no eixo que indica o tempo.



Dado da prova da UNICAMP:

Classificação Periódica dos Elementos Químicos

1	2											13	14	15	16	17	18
1 H Hidrogênio 1,0079																	2 He Hélio 4,0026
3 Li Lítio 6,941(2)	4 Be Berílio 9,0122											5 B Boro 10,811(5)	6 C Carbono 12,011	7 N Nitrogênio 14,007	8 O Oxigênio 15,999	9 F Fluor 18,998	10 Ne Neônio 20,180
11 Na Sódio 22,990	12 Mg Magnésio 24,305											13 Al Alumínio 26,982	14 Si Silício 28,086	15 P Fósforo 30,974	16 S Enxofre 32,066(6)	17 Cl Cloro 35,453	18 Ar Argônio 39,948
19 K Potássio 39,098	20 Ca Cálcio 40,078(4)	21 Sc Escândio 44,956	22 Ti Titânio 47,867	23 V Vanádio 50,942	24 Cr Cromio 51,996	25 Mn Manganês 54,938	26 Fe Ferro 55,845(2)	27 Co Cobalto 58,933	28 Ni Níquel 58,693	29 Cu Cobre 63,546(3)	30 Zn Zinco 65,39(2)	31 Ga Gálio 69,723	32 Ge Germanio 72,61(2)	33 As Arsênio 74,922	34 Se Selênio 78,96(3)	35 Br Bromo 79,904	36 Kr Criptônio 83,80
37 Rb Rubídio 85,468	38 Sr Estrôncio 87,62	39 Y Ítrio 88,906	40 Zr Zircônio 91,224(2)	41 Nb Níobio 92,906	42 Mo Molibdênio 95,94	43 Tc Tecnécio 98,906*	44 Ru Rutênio 101,07(2)	45 Rh Ródio 102,91	46 Pd Paládio 106,42	47 Ag Prata 107,87	48 Cd Cádmio 112,41	49 In Índio 114,82	50 Sn Estanho 118,71	51 Sb Antimônio 121,76	52 Te Telúrio 127,60(3)	53 I Iodo 126,90	54 Xe Xenônio 131,29(2)
55 Cs Césio 132,91	56 Ba Bário 137,33	57 a 71 La-Lu	72 Hf Háfnio 178,49(2)	73 Ta Tântalo 180,95	74 W Tungstênio 183,84	75 Re Rênio 186,21	76 Os Ósmio 190,23(3)	77 Ir Iridio 192,22	78 Pt Platina 195,08(3)	79 Au Ouro 196,97	80 Hg Mercúrio 200,59(2)	81 Tl Tálio 204,38	82 Pb Chumbo 207,2	83 Bi Bismuto 208,98	84 Po Polônio 209,98*	85 At Astato 209,99*	86 Rn Radônio 222,02*
87 Fr Frâncio 223,02*	88 Ra Rádio 226,03*	89 a 103 Ac-Lr	104 Rf Rutherfordio 261*	105 Db Dúbnio 262*	106 Sg Seabórgio ---	107 Bh Bohrio ---	108 Hs Hássio ---	109 Mt Meitnério ---									

57 La Lantânio 138,91	58 Ce Cério 140,12	59 Pr Praseodími 140,91	60 Nd Neodímio 144,24(3)	61 Pm Promécio 146,2*9	62 Sm Samário 150,36(3)	63 Eu Európio 151,96	64 Gd Gadolínio 157,25(3)	65 Tb Térbio 158,93	66 Dy Disprósio 162,50(3)	67 Ho Hólmio 164,93	68 Er Érbio 167,26(3)	69 Tm Túlio 168,93	70 Yb Ítérbio 173,04(3)	71 Lu Lutécio 174,97
89 Ac Actínio 227,03*	90 Th Tório 232,04*	91 Pa Protactínio 231,04*	92 U Urânio 238,03*	93 Np Netúnio 237,05*	94 Pu Plutônio 239,05*	95 Am Americio 241,06*	96 Cm Cúrio 244,06*	97 Bk Berquílio 249,08*	98 Cf Califórnio 252,08*	99 Es Einsteinínio 252,08*	100 Fm Férmio 257,10*	101 Md Mendelévio 258,10*	102 No Nobelio 259,10*	103 Lr Laurêncio 262,11

Número atômico → 25	Mn
Símbolo →	Mn
Nome →	Manganês
	54,938

Massa atômica relativa. A incerteza no último dígito é +1, exceto quando indicado entre parêntesis. Os valores com * referem-se ao isótopo mais estável.

29. (IME) O trítio é produzido na atmosfera por ação de raios cósmicos. Ao combinar-se com o oxigênio e o hidrogênio, precipita-se sob a forma de chuva. Uma vez que a incidência de raios cósmicos varia com a região da Terra, as águas pluviais de regiões diferentes terão diferentes concentrações de trítio.

Os dados abaixo correspondem às concentrações de trítio (expressas em número de desintegrações por minuto por litro) em águas pluviais de diferentes regiões do Brasil:

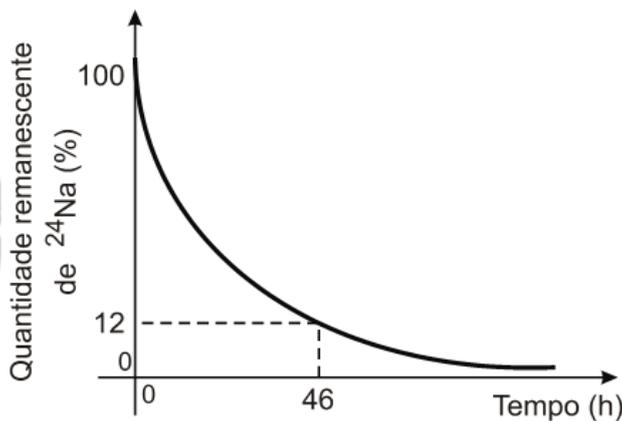
<i>Estação pluviométrica</i>	<i>Desintegrações do trítio (de desintegrações) min·L</i>
Manaus	11,5
Belém	9,0
Vale do São Francisco	6,0
São Joaquim	16,0
Serra Gaúcha	25,0

Um antigo lote de garrafas de vinho foi encontrado sem rótulos, mas com a data de envasamento na rolha, conferindo ao vinho uma idade de 16 anos. Uma medida atual da concentração de trítio

neste vinho indicou $6,5 \frac{\text{de integrações}}{\text{min} \cdot \text{L}}$.

Considerando que a concentração de trítio no momento do envasamento do vinho é igual à das águas pluviais de sua região produtora, identifique o local de procedência deste vinho, justificando sua resposta.

30. (IME) Considere o decaimento radioativo do ^{24}Na como um processo cinético de 1ª ordem, conforme mostrado no gráfico abaixo.



Para este radioisótopo, determine:

- a) a constante de decaimento, k ; e
- b) o tempo de meia-vida, em horas.

1. Alternativa C

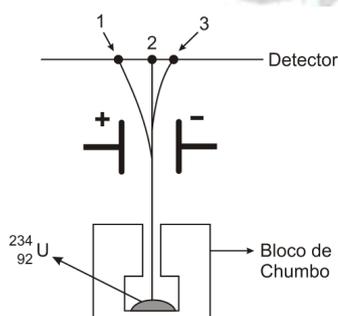
A aplicação citada no texto se refere à radiação gama (γ).

2. Alternativa B

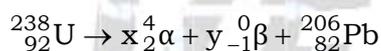
A radiação γ frequentemente acompanha uma emissão α ou β .

Observação teórica: Em 1899, Ernest Rutherford, que trabalhava no Cavendish Laboratory de Cambridge sob a direção de J. J. Thomson começou a estudar a radiação proveniente do urânio e percebeu a existência de dois tipos diferentes, um ele chamou de radiação α (alfa) e o outro de β (beta). Na mesma época um pesquisador francês chamado P. Villard anunciou que o urânio emitia um terceiro tipo de radiação chamado de γ (gama).

Observe o esquema dos experimentos que demonstram a presença destes três raios emitidos por minerais radioativos naturais na figura a seguir.



3. Alternativa A



$$238 = 4x + 206 \Rightarrow x = 8 \text{ (partículas } \alpha \text{)}$$

$$92 = 16 - y + 82 \Rightarrow y = 6 \text{ (partículas } \beta \text{)}$$

4. Alternativa A

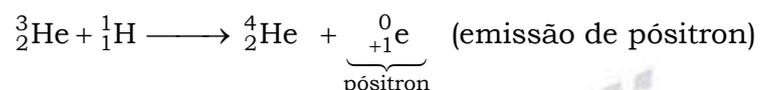
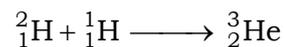
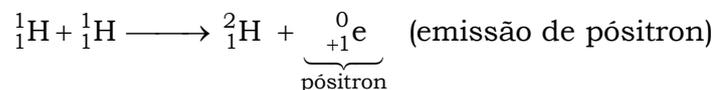
A determinação da idade de materiais pode ser feita a partir da medição da sua radioatividade devido à presença do carbono-14.

Esta técnica pode ser aplicada a materiais com até 20.000 anos de idade e permite o cálculo da idade de amostras que contenham carbono com um erro máximo de duzentos anos.

O carbono-14 é formado numa velocidade constante devido ao choque dos nêutrons presentes nos raios cósmicos (raios provenientes de estrelas, inclusive do Sol) com o nitrogênio presente na atmosfera superior (${}_{7}^{14}\text{N} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_6^{14}\text{C} + {}_1^1\text{H}$). O carbono-14 produzido nesta transmutação reage com o gás oxigênio da atmosfera formando gás carbônico.

O gás carbônico produzido será radioativo e se misturará com o gás carbônico não radioativo da atmosfera pela ação dos ventos e sua concentração se manterá constante com o passar do tempo em torno de uma molécula com carbono-14 radioativo para cada um trilhão (10^{12}) de moléculas não radioativas. Tanto o gás carbônico radioativo como o não radioativo serão absorvidos pelas plantas e passarão a fazer parte dos seus tecidos e de seus consumidores.

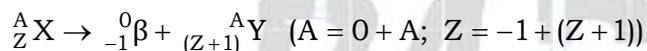
5. Alternativa D



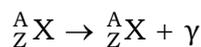
6. Alternativa D

I. Incorreta. O poder de penetração da radiação alfa (α) é menor do que o da radiação gama (γ).

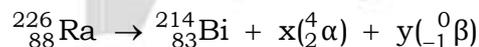
II. Correta. A perda de uma partícula beta (β) por um átomo ocasiona a formação de um átomo de número atômico maior.



III. Correta. A emissão de radiação gama a partir do núcleo de um átomo não altera o número atômico e o número de massa deste átomo.



IV. Incorreta. A desintegração de ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ a ${}^{214}_{83}\text{Bi}$ envolve a emissão consecutiva de três partículas alfa (α) e uma beta (β).



$$226 = 214 + 4x + y \times 0 \Rightarrow x = 3$$

$$88 = 83 + 2x - y$$

$$88 = 83 + 2 \times 3 - y \Rightarrow y = 1$$

7. Alternativa B

Alguns átomos do isótopo 293 desse elemento foram obtidos a partir do bombardeamento de um alvo contendo 13 mg de ${}^{249}\text{Bk}$ por um feixe de núcleos de um isótopo específico. A reação produziu quatro nêutrons, além do isótopo 293 do elemento de número atômico 117. A partir da descrição do texto, vem:

E: Tennesino



$$249 + A = 4 \times 1 + 293$$

$$A = 48$$

$$97 + Z = 4 \times 0 + 117 \Rightarrow Z = 20$$

Então,



8. Alternativa C

De acordo com esse esquema, pode-se concluir que essa transformação, que liberaria muita energia, é uma fusão nuclear: ${}^3_2\text{He} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2{}_1^1\text{p}$.

9. Alternativa B

$$t = 120 \text{ anos} = 4 \times 30 \text{ anos}$$

$$100 \% \xrightarrow{30 \text{ anos}} 50 \% \xrightarrow{30 \text{ anos}} 25 \% \xrightarrow{30 \text{ anos}} 12,5 \% \xrightarrow{30 \text{ anos}} 6,25 \%$$

$$\text{Porcentagem} = 6,25 \% \approx 6,3 \%$$

10. Alternativa C

$$2.077 - 1.987 = 30 \text{ anos}$$

$$\text{Tempo total} = 30 \text{ anos passados} + 60 \text{ anos no futuro } (2.077 - 2.017) = 90 \text{ anos}$$

$$\text{Tempo total} = 3 \times 30 \text{ anos}$$

$$t_{1/2} = 30 \text{ anos}$$

Então,

$$1 \xrightarrow{30 \text{ anos}} \frac{1}{2} \xrightarrow{30 \text{ anos}} \frac{1}{4} \xrightarrow{30 \text{ anos}} \frac{1}{8}$$

11. Alternativa D

$$20 \text{ g} \xrightarrow{t_{1/2}} 10 \text{ g} \xrightarrow{t_{1/2}} 5 \text{ g} \xrightarrow{t_{1/2}} 2,5 \text{ g} \xrightarrow{t_{1/2}} 1,25 \text{ g}$$

$$t = 4 \times t_{1/2}$$

$$t = 4 \times 1,5 \text{ h} = 6 \text{ h}$$

ou

$$m = \frac{m_{\text{inicial}}}{2^n}$$

$$1,25 \text{ g} = \frac{20 \text{ g}}{2^n} \Rightarrow 2^n = 16$$

$$2^n = 2^4$$

$$n = 4$$

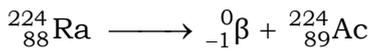
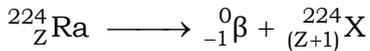
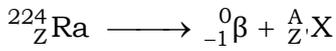
$$t = 4 \times n \Rightarrow t = 4 \times 1,5 \text{ h}$$

$$t = 6 \text{ h}$$

12. Alternativa C

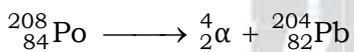
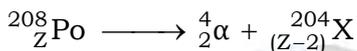
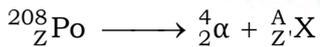
I. Incorreta. A desintegração β do ^{224}Ra não resulta em um isótopo.

Radioisótopo	Partícula emitida
Rádio-224	β



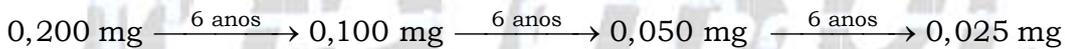
II. Correta. A desintegração α do ^{208}Po resulta no isótopo ^{204}Pb .

Radioisótopo	Partícula emitida
Polônio-208	α



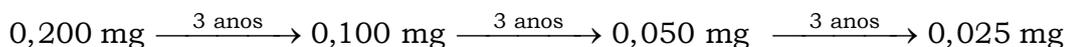
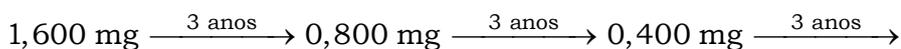
III. Correta. A massa inicial de ^{224}Ra na caixa de chumbo era de 0,200 mg.

Radioisótopo	Meia-vida (anos)
Rádio-224	6



IV. Incorreta. A massa inicial de ^{208}Po na caixa de chumbo era de 1,600 mg.

Radioisótopo	Meia-vida (anos)
Polônio-208	3



Outro modo de resolução:

$$m_{\text{final}} = \frac{m_{\text{inicial}}}{2^n}$$

$n = 6$ (6 períodos de semidesintegração; 6×3 anos = 18 anos)

$$m_{\text{final}} = \frac{m_{\text{inicial}}}{2^n}$$

$$m_{\text{inicial}} = 2^n \times m_{\text{final}}$$

$$m_{\text{inicial}} = 2^6 \times 0,025 \text{ mg}$$

$$m_{\text{inicial}} = 1,600 \text{ mg}$$

13. Alternativa C

Início:

$$15 \frac{\text{emissões beta}}{\text{min} \cdot \text{g}}$$

$$15 \frac{\text{emissões beta}}{\text{min}} \frac{\text{-----}}{\text{-----}} 1 \text{ g}$$

$$n_{\text{emissões}} \frac{\text{-----}}{\text{-----}} 30 \text{ g}$$

$$n_{\text{emissões}} = 450 \text{ emissões beta/min}$$

Final:

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min}$$

$$1 \text{ min} = 60^{-1} \text{ h}$$

$$6.750 \frac{\text{emissões beta}}{\text{h}} = 6.750 \frac{\text{emissões beta}}{60 \text{ min}} = 112,5 \text{ emissões beta/min}$$

$$450 \xrightarrow{p} 225 \xrightarrow{p} 112,5$$

$$t = 2 \times p$$

$$p = 5.730 \text{ anos}$$

$$t = 2 \times 5.730 \text{ anos} \Rightarrow t = 11.460 \text{ anos}$$

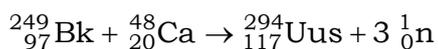
14. Equação nuclear da reação:



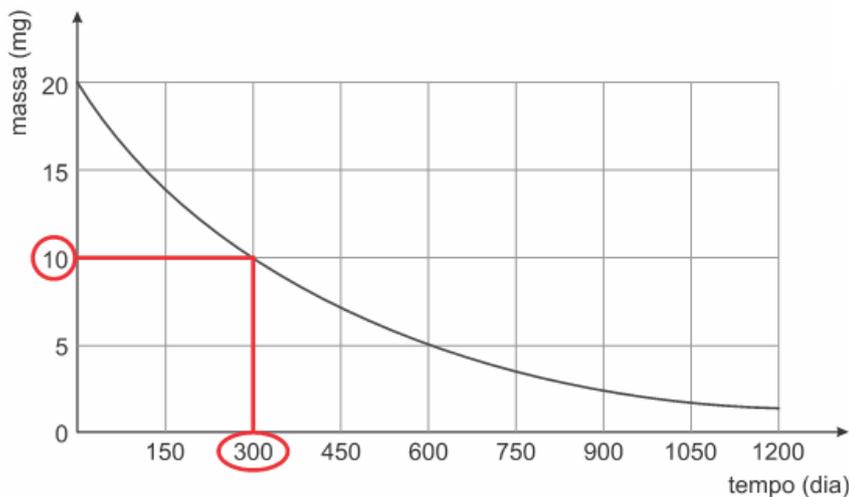
$$249 + 48 = A + 3 \times 1 \Rightarrow A = 294$$

$$97 + 20 = Z + 3 \times 0 \Rightarrow Z = 117$$

Então,



Cálculo do tempo de meia-vida:



A partir do gráfico, para metade de 20 g, ou seja, 10 g têm-se um tempo de meia-vida de 300 dias.

Fórmula química do hidróxido de berquélio II: $Bk(OH)_2$.

15. Alternativa E

$$1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$$

$$1 \text{ g de } ^{235}\text{U} \text{ ————— } 8 \times 10^{10} \text{ J}$$

$$10^3 \text{ g de } ^{235}\text{U} \text{ ————— } 8 \times 10^{10} \times 10^3 \text{ J}$$

$$1 \text{ g de gasolina} \text{ ————— } 5 \times 10^4 \text{ J}$$

$$m_{\text{gasolina}} \text{ ————— } 8 \times 10^{10} \times 10^3 \text{ J}$$

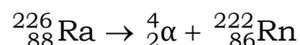
$$m_{\text{gasolina}} = \frac{1 \text{ g} \times 8 \times 10^{10} \times 10^3 \text{ J}}{5 \times 10^4 \text{ J}}$$

$$m_{\text{gasolina}} = 1,6 \times \underbrace{10^9}_{\text{ordem}} \text{ g}$$

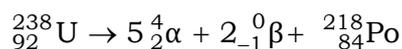
16. Alternativa C

I. Verdadeira. A conversão de ^{222}Rn em ^{218}Po é um processo exotérmico, pois é responsável pelo aquecimento de águas termais, logo libera energia.

II. Falsa. A conversão de ^{226}Ra em ^{222}Rn libera partículas alfa (α).



III. Verdadeira. Na série de decaimento, do ^{238}U ao ^{218}Po , cinco partículas α são emitidas.



IV. Falsa. O tempo de meia vida ($t_{1/2}$) do ^{222}Rn é de 3,8 dias, e esse se converte em polônio (^{218}Po), que por sua vez possui um $t_{1/2}$ de 3,1 minutos. Os tempos de meia-vida são diferentes e a “queda” é exponencial, conseqüentemente, o a concentração de ^{218}Po não atingirá a metade do valor da concentração inicial de ^{222}Rn .

17. Alternativa B

a) Incorreta. Fissão nuclear é a quebra de um núcleo atômico pesado e instável.

b) Correta.

$$100 \xrightarrow{1} 50 \xrightarrow{2} 25 \xrightarrow{3} 12,5 \xrightarrow{4} 6,25$$

$$T = x \cdot P$$

$$100 = 4 \cdot P$$

$$P = 25 \text{ anos}$$

c) Incorreta. A grande desvantagem da energia nuclear é o lixo radioativo e o perigo de acidentes que culminem em explosões e vazamentos de radiação.

d) Incorreta. As partículas alfa, beta e gama são radiações naturais emitidas por átomos radioativos.

e) Incorreta. A bomba atômica é um exemplo de fissão nuclear enquanto a bomba de hidrogênio é um exemplo de fusão nuclear.

18. Alternativa A

Teremos:

$$\frac{76,8 \text{ horas}}{12,8 \text{ horas}} = 6 \text{ meias - vidas}$$

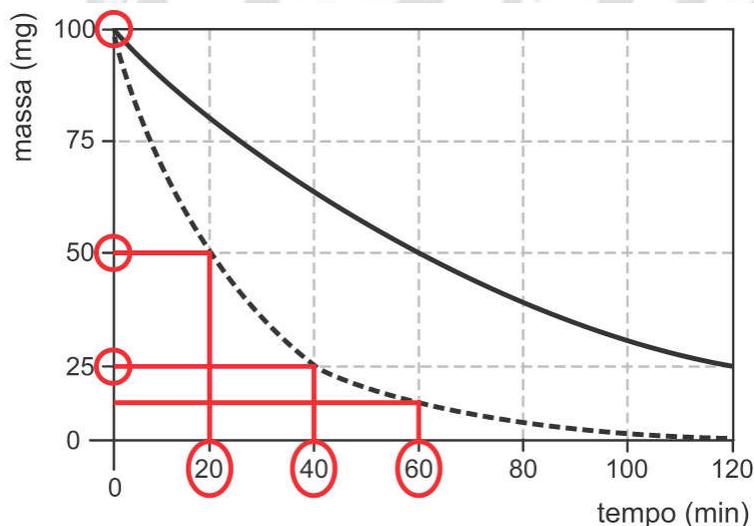
$$128 \text{ mg} \xrightarrow{12,8 \text{ horas}} 64 \text{ mg} \xrightarrow{12,8 \text{ horas}} 32 \text{ mg} \xrightarrow{12,8 \text{ horas}} 16 \text{ mg}$$

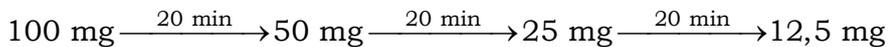
$$16 \text{ mg} \xrightarrow{12,8 \text{ horas}} 8 \text{ mg} \xrightarrow{12,8 \text{ horas}} 4 \text{ mg} \xrightarrow{12,8 \text{ horas}} 2 \text{ mg}$$

19. Alternativa A

A reação de fusão nuclear é muito mais energética do que a fissão nuclear (núcleos de hidrogênio e hélio combinam-se formando elementos químicos de maior massa).

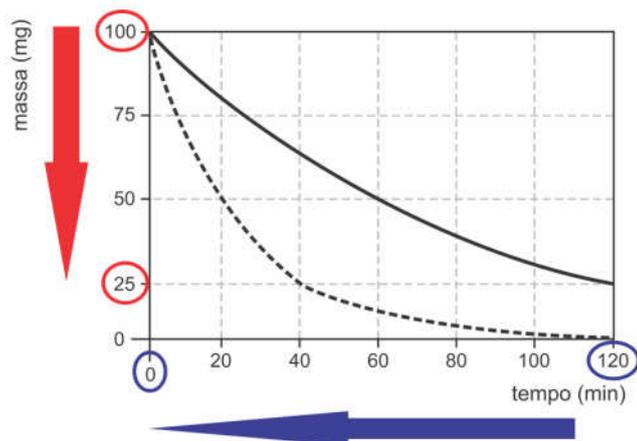
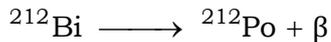
20. A partir da análise do gráfico, vem:





Conclusão: o tempo de meia-vida do radioisótopo ^{214}Bi é de 20 minutos.

Cálculo da velocidade média de formação de partículas β , em partícula $\times \text{h}^{-1}$, no tempo total do experimento.



$$\Delta t = 120 \text{ min} = 2 \text{ h}$$

$$|\Delta m| = |25 - 100| = 75 \text{ mg}$$

$$v_{\text{média}} = \frac{75 \text{ mg}}{2 \text{ h}} = 37,5 \text{ mg/h} = 37,5 \times 10^3 \text{ g/h}$$

$$6 \times 10^{23} \text{ átomos de Bi-212} \xrightarrow{\quad} 212 \text{ g}$$

$$n_{\text{Bi}} \xrightarrow{\quad} 37,5 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$n_{\text{Bi}} = 1,06 \times 10^{20} \text{ átomos de Bi-212}$$

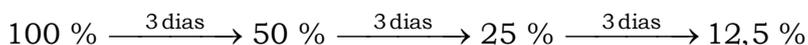
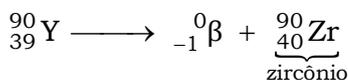
$$v_{\text{média}} = 1,06 \times 10^{20} \text{ partícula} \times \text{h}^{-1}$$

21. Alternativa C

Os raios gama são ondas eletromagnéticas de alta penetração que acompanham a emissão das partículas alfa e beta.

22. Alternativa B

Teremos:



23. Alternativa D

Cálculo do número de meias-vidas:

$$t_{1/2} = \frac{315}{45} = 7$$

A cada 1 período de meia-vida, a massa do radioisótopo cai pela metade.

Assim:

$$m_{\text{final}} = \frac{m_{\text{inicial}}}{2^7} = \frac{A}{2^7} = \frac{A}{128}$$

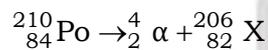
24. Alternativa D

A partir da injeção de glicose marcada com esse nuclídeo, o tempo de aquisição de uma imagem de tomografia é cinco meias-vidas.

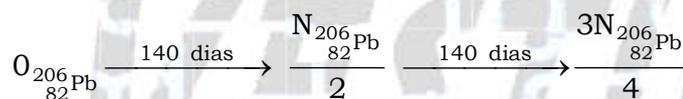
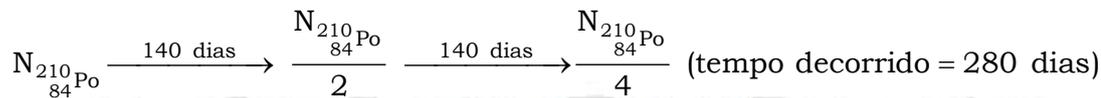
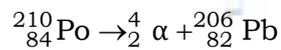
Teremos:

$$\begin{array}{ccccccc}
 1,00 \text{ g} & \xrightarrow{20,4 \text{ min}} & 0,500 \text{ g} & \xrightarrow{20,4 \text{ min}} & 0,250 \text{ g} & \xrightarrow{20,4 \text{ min}} & 0,125 \text{ g} \\
 0,125 \text{ g} & \xrightarrow{20,4 \text{ min}} & 0,0625 \text{ g} & \xrightarrow{20,4 \text{ min}} & \underbrace{0,03125 \text{ g}}_{\substack{31,25 \text{ mg} \\ \approx 31,3 \text{ mg}}} & &
 \end{array}$$

25. a) Teremos o seguinte decaimento radioativo (em número de átomos N):



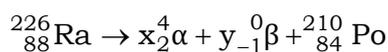
X = Pb (tabela periódica), então :



Proporção :

$$\frac{N_{84}^{210}\text{Po}}{4} : \frac{3N_{82}^{206}\text{Pb}}{4} \Rightarrow N_{84}^{210}\text{Po} : 3N_{82}^{206}\text{Pb}$$

b) Teremos:



$$226 = 4x + 0y + 210 \Rightarrow x = 4$$

$$88 = 2x - y + 84 \Rightarrow 88 = 2 \cdot 4 - y + 84 \Rightarrow y = 4$$

26. a) Utilizando um sal que não sofre eletrólise em solução aquosa como eletrólito (por exemplo, NaNO_3).

Cátodo (pólo negativo, paládio): $2\text{D}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{D}_2 + 2\text{OD}^-$.

Os núcleos de H e D diferem no número de nêutrons e, portanto, no número de massa.

${}^1_1\text{H}$: 1 próton, nenhum nêutron.

${}^2_1\text{D}$: 1 próton, 1 nêutron.

b) ${}^2_1\text{D} + {}^2_1\text{D} \longrightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ (nêutron).

A fusão de núcleos positivos requer temperaturas elevadas (da ordem de 100.000.000 °C). Ocorrendo a fusão, há liberação de grande quantidade de energia pela transformação de massa em energia ($E = m.c^2$, de acordo com Einstein). A fusão a frio permitiria a produção de energia, sem a dificuldade tecnológica de obtenção de temperatura elevadíssima para iniciar a fusão.

27. a) A partir da informação obtida na tabela periódica do número de prótons do césio, vem:

${}^{137}_{55}\text{Cs}$: $Z = 55$ (55 prótons)

$A = Z + n$

$137 = 55 + n$

$n = 82$ nêutrons

Utilizando o diagrama de distribuição eletrônica, teremos:

$1s^2$										K 1
$2s^2$	$2p^6$									L 2
$3s^2$	$3p^6$	$3d^{10}$								M 3
$4s^2$	$4p^6$	$4d^{10}$	$4f^{14}$							N 4
$5s^2$	$5p^6$	$5d^{10}$	$5f^{14}$	$5g^{18}$						O 5
$6s^2$	$6p^6$	$6d^{10}$	$6f^{14}$	$6g^{18}$	$6h^{22}$					P 6
$7s^2$	$7p^6$	$7d^{10}$	$7f^{14}$	$7g^{18}$	$7h^{22}$	$7i^{26}$				Q 7

Em subníveis energéticos:

${}_{55}\text{Cs}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^1$

Em camadas:

$K = 1s^2 = 2 e^-$

$L = 2s^2 2p^6 = 8 e^-$

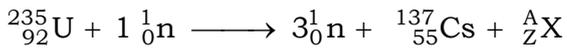
$M = 3s^2 3p^6 3d^{10} = 18 e^-$

$N = 4s^2 4p^6 4d^{10} = 18 e^-$

$O = 5s^2 5p^6 = 8 e^-$

$P = 6s^1$

A fissão do ^{235}U forma o ^{137}Cs e 3 nêutrons, além de um outro isótopo.



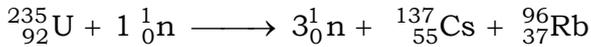
$$235 + 1 = 3 \times 1 + 137 + A$$

$$A = 96$$

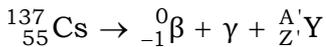
$$92 + 1 \times 0 = 3 \times 0 + 55 + Z$$

$$Z = 37 \text{ (Rubídio, de acordo com a tabela periódica)}$$

Então :



b) O ^{137}Cs decai emitindo uma partícula β^- e radiação γ , resultando em um isótopo estável:



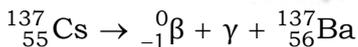
$$137 = 0 + A'$$

$$A' = 137$$

$$55 = -1 + Z'$$

$$Z' = 56 \text{ (Ba, de acordo com a tabela periódica)}$$

Conclusão :



Para uma amostra contendo 2,00 mg de ^{137}Cs , a massa desse radioisótopo que ainda resta na amostra após 90 anos, pode ser calculada da seguinte maneira:

$$2,00 \text{ mg} \xrightarrow{30 \text{ anos}} 1,00 \text{ mg} \xrightarrow{30 \text{ anos}} 0,500 \text{ mg} \xrightarrow{30 \text{ anos}} 0,250 \text{ mg}$$

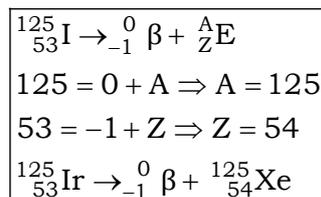
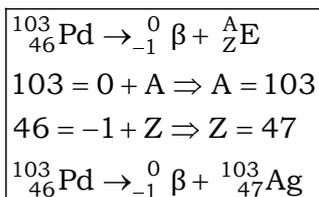
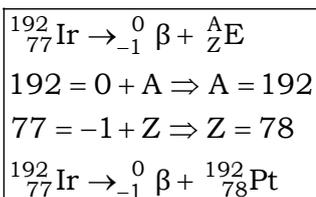
Ou seja, após 90 anos (3×30 anos) restará 0,250 mg de césio-137.

c) Peixe A – quarto nível trófico (consumidor terciário).

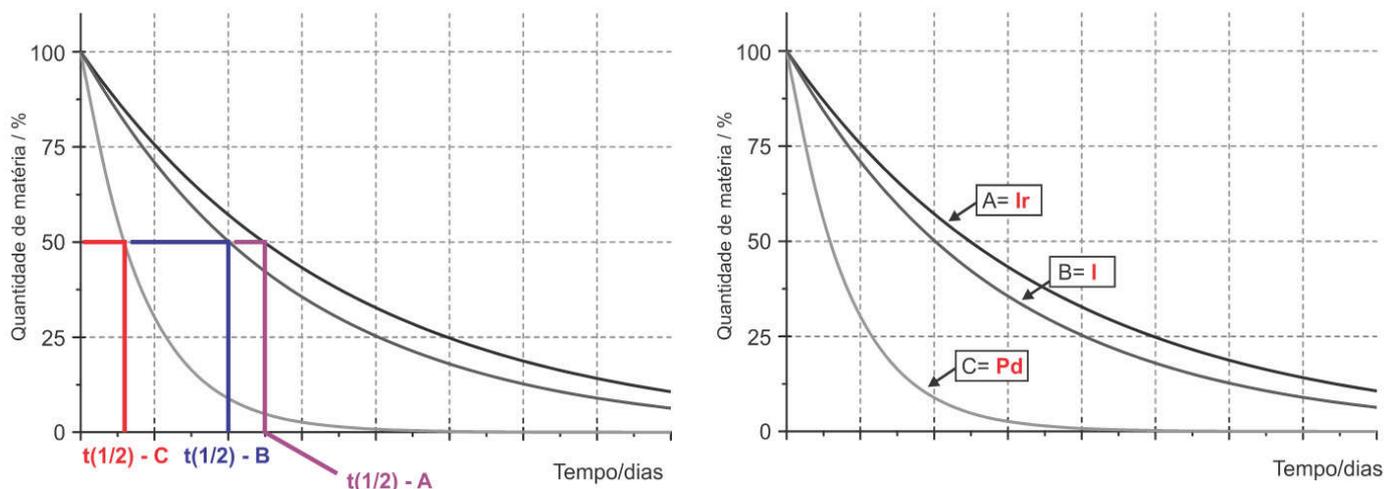
Peixe B – segundo e terceiro nível trófico (consumidor primário e secundário).

d) O césio-137 não pode ser metabolizado ou excretado pelos seres vivos. Por esse motivo ele apresenta efeito cumulativo e vai aparecer em maiores concentrações no final das cadeias e teias alimentares.

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



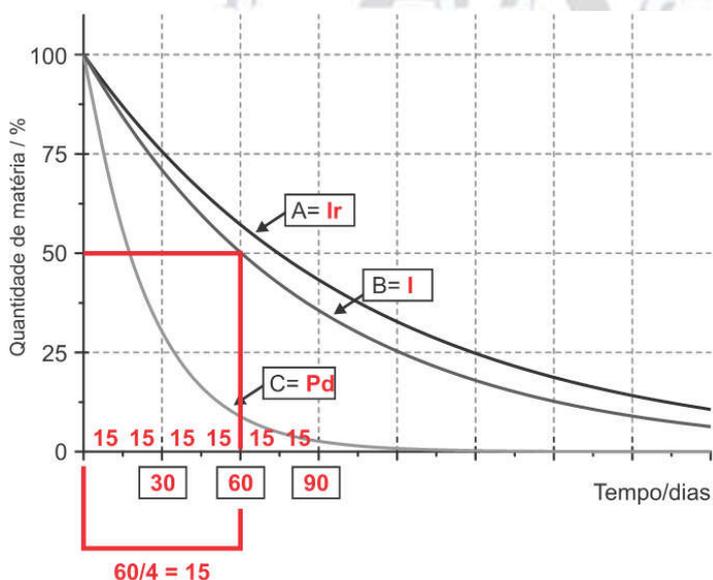
b) O tempo de meia-vida equivale à diminuição de 50 % da quantidade de matéria. Localizando no gráfico, vem:



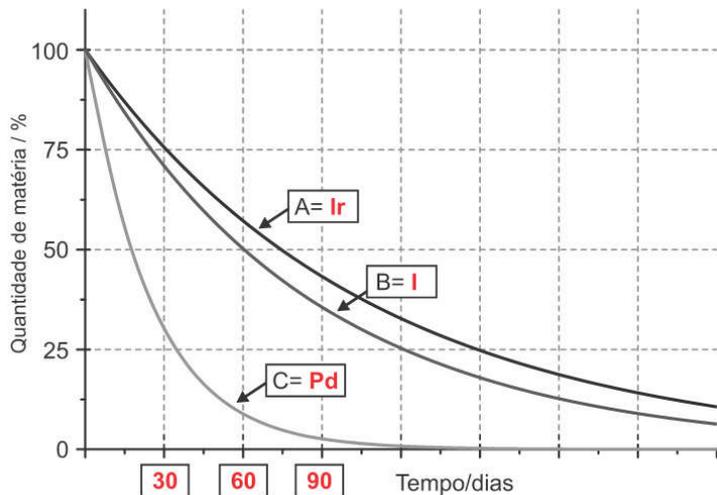
Na curva: $t(1/2) - C < t(1/2) - B < t(1/2) - A$.

Conclusão: $\underbrace{^{103}\text{Pd} (17 \text{ dias})}_{\text{Curva C}} < \underbrace{^{125}\text{I} (60,2 \text{ dias})}_{\text{Curva B}} < \underbrace{^{192}\text{Ir} (74,2)}_{\text{Curva A}}$.

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



Conclusão:



29. A partir do estudo da cinética da desintegração sabemos que $t^{(1/2)} = \frac{0,693}{K}$.

$$t^{(1/2)}_{\text{H}} = 12,32 \text{ anos}; \quad t^{(1/2)} = \frac{0,693}{k}$$

$$12,32 = \frac{0,693}{k} \Rightarrow k = 0,05625; \quad \text{idade do vinho: } t = 16,0 \text{ anos}$$

De acordo com o enunciado $[\text{}^3\text{H}] = 6,5 \frac{\text{desintegrações}}{\text{min.L}}$, então:

$$[\text{}^3\text{H}] = [\text{}^3\text{H}]_0 \times e^{-kt}$$

$$6,5 = [\text{}^3\text{H}]_0 \times e^{-0,05625 \times 16}$$

$$6,5 = [\text{}^3\text{H}]_0 \times e^{-0,9}$$

Do cabeçalho da prova: $\ln 1,105 = 0,1$, ou seja $e^{0,1} = 1,105$; $e^1 = 2,72$.

$$6,5 = [\text{}^3\text{H}]_0 \times e^{-0,9}$$

$$[\text{}^3\text{H}]_0 = \frac{6,5}{e^{-0,9}} = 6,5 \times e^{0,9} \quad (\text{I})$$

$$e^{-0,9} = e^1 \times e^{-0,1} \Rightarrow e^{-0,9} = \frac{e^1}{e^{0,1}}, \text{ substituindo na equação (I), vem:}$$

$$[\text{}^3\text{H}]_0 = \frac{6,5}{e^{-0,9}} = 6,5 \times \frac{e^1}{e^{0,1}}$$

$$[\text{}^3\text{H}]_0 = \frac{6,5}{e^{-0,9}} = 6,5 \times \frac{2,71}{1,105} = 15,941175$$

$$[\text{}^3\text{H}]_0 = 15,941175 \frac{\text{desintegrações}}{\text{min.L}} \approx 16 \frac{\text{desintegrações}}{\text{min.L}}$$

Conclusão: o vinho é de São Joaquim.

30. a) Como a curva de desintegração radioativa é exponencial, podemos usar a cinética de desintegração de primeira ordem:

$$N = N_0 \times e^{-kt}$$

Onde:

N: quantidade de átomos não desintegrados = 12 %

N_0 : quantidade de inicial de átomos radioativos = 100 %

$$N = N_0 \times e^{-kt}$$

$$12 = 100 \times e^{-k \times 46}$$

$$e^{-k \times 46} = \frac{12}{100}$$

$$e^{-k \times 46} = \frac{3}{25}$$

$$e^{-k \times 46} = \frac{3}{5^2}$$

$$\ln e^{-k \times 46} = \ln \left(\frac{3}{5^2} \right)$$

$$-k \times 46 = \ln \left(\frac{3}{5^2} \right)$$

$$-k \times 46 = \ln 3 - \ln 5^2$$

$$-k \times 46 = \ln 3 - 2 \ln 5$$

$$-k \times 46 = 1,099 - 2 \times 1,609$$

$$-k \times 46 = -2,119$$

$$k = 0,046 \text{ h}^{-1} = 4,6 \times 10^{-2} \text{ h}^{-1}$$

b) No tempo de meia-vida a quantidade de átomos cai pela metade, ou seja, $N = N_0/2$, então:

$$\ln N_0 - \ln N = kt$$

$t^{(1/2)}$ = tempo de meia-vida

$$\ln N_0 - \ln \frac{N_0}{2} = k \cdot t^{(1/2)}$$

$$k \cdot t^{(1/2)} = \ln \frac{N_0}{\frac{N_0}{2}} \Rightarrow k \cdot t^{(1/2)} = \ln 2 \Rightarrow k \cdot t^{(1/2)} = 0,693$$

$$t^{(1/2)} = \frac{0,693}{k} = \frac{0,693}{0,046} = 15,07 \text{ h}$$