

PROCESSO SELETIVO 2008/1 - CPS

PROVA DISCURSIVA DE QUÍMICA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA

DURAÇÃO DA PROVA: 03 HORAS

INSTRUÇÕES:

1. Só abra a prova quando autorizado.
2. Veja se este caderno contém 5 (cinco) questões discursivas. Caso contrário, chame o fiscal.
3. No caderno das questões escreva o seu número de inscrição no espaço reservado no canto superior esquerdo de cada página.
4. Responda cada questão somente no espaço que lhe foi reservado e faça o rascunho no verso das folhas correspondentes, se necessário.
5. As respostas devem ser feitas com caneta esferográfica azul ou preta. Somente a resolução de problemas poderá ser feita usando lápis.

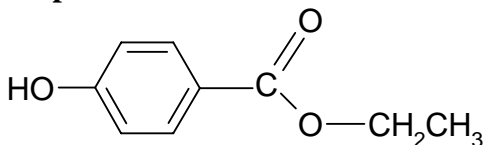
PROVA DE QUÍMICA

- 01 - Pesquisadores que desenvolvem a tecnologia química-farmacêutica estão também envolvidos na solução de problemas ambientais diversos. Em certo artigo científico, relatou-se a utilização do **p-hidroxibenzoato de etila** (nome comercial etilparabeno) como fármaco biocida para a preservação de estátuas esculpidas em pedra-sabão, como obras do artista Aleijadinho, do século XVIII. Esse composto foi citado como um “ácido orgânico” capaz de matar líquens e outros microorganismos que penetram na rocha e causam trincas, além de produzirem compostos corrosivos ao material.

Em relação ao texto, responda às questões seguintes:

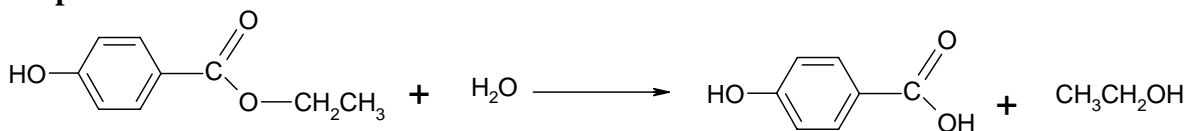
- a) Apresente a fórmula estrutural para o etilparabeno.

Resposta:



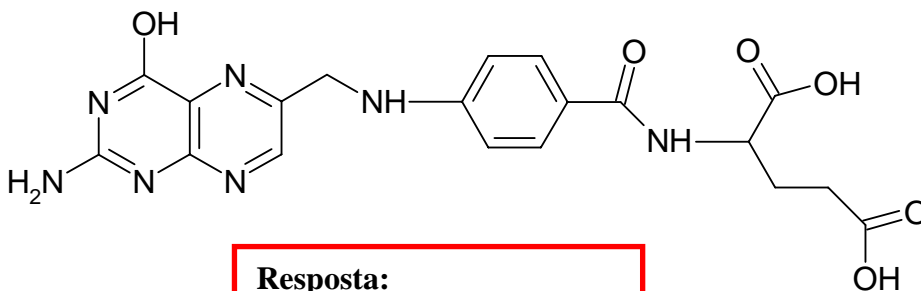
- b) O etilparabeno, *in vivo*, sofre hidrólise, originando o composto aromático efetivamente bioativo. Equacione a reação de hidrólise, utilizando **fórmulas estruturais** para os compostos orgânicos envolvidos.

Resposta:

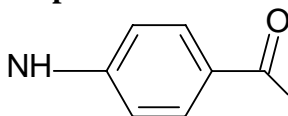


- c) O produto originado na hidrólise do etilparabeno apresenta semelhança estrutural com o PABA (ácido p-aminobenzóico), substrato para a síntese, *in vivo*, do ácido fólico, inibindo a síntese deste último, que se relaciona com funções vitais para as células. Devido à inibição da síntese de ácido fólico, a célula irá morrer.

Pede-se: A partir da estrutura do ácido fólico, representada a seguir, transcrever para o retângulo logo abaixo **somente a sua porção estrutural derivada do PABA**.



Resposta:



- d) De acordo com o texto acima, o etilparabeno foi citado como “um ácido orgânico”. Que grupamento funcional presente em sua estrutura é o principal responsável pelo caráter ácido?

Resposta: O **grupamento fenólico** é o principal responsável pelo caráter ácido do etilparabeno.

- e) O pKa do etilparabeno é 8,0. Qual a concentração de sua base-conjugada se 0,25 mol desse composto forem adicionados em a um tampão de pH igual a 7,0 em quantidade suficiente para 1L de solução?

Resposta: $C_{\text{base conjugada}} = 0,023\text{mol/L}$

Cálculos:

$$pH = pKa + \log \frac{[A^-]}{[HA]}, \text{ em que:}$$

$[A^-]$ = concentração da forma desprotonada (base conjugada) do etilparabeno;

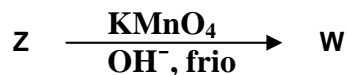
$[HA]$ = concentração de etilparabeno na forma molecular.

$$7,0 = 8,0 + \log \frac{x}{(0,25 - x)}$$

$$-1,0 = \log \frac{x}{(0,25 - x)} \Rightarrow 0,1 = \frac{x}{(0,25 - x)} \Rightarrow x = 0,023$$

$$[A^-] = 0,023\text{mol/L}$$

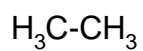
02 - Considere a seqüência de reações:



Em relação às reações apresentadas acima,

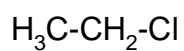
a) Qual a fórmula estrutural de X?

Resposta:



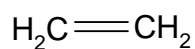
b) Qual a fórmula estrutural de Y?

Resposta:



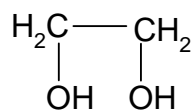
c) Qual a fórmula estrutural de Z?

Resposta:



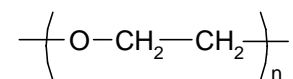
d) Qual a fórmula estrutural de W?

Resposta:



e) Qual a fórmula estrutural do polímero de condensação de W?

Resposta:



03 - Conhecendo o valor de K_a para $\text{CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$ e desconsiderando os efeitos da força iônica, calcule o pH dos seguintes sistemas:

a) Solução constituída pela mistura de 50mL de HCl 0,1mol/L e 50mL de CH_3COOH 0,1mol/L

Resposta: pH = 1,3

Cálculos:

Ocorreu uma diluição do ácido forte pela solução do ácido fraco praticamente não-ionizado. Assim:

$$0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 50\text{ml} = [\text{H}^+] \cdot 100\text{ml}$$

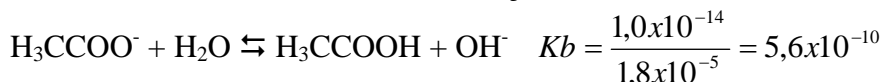
$$[\text{H}^+] = 0,05 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \Rightarrow \text{pH} = 1,3$$

b) Solução constituída pela mistura de 50mL de NaOH 0,1mol/L e 50mL de CH_3COOH 0,1mol/L

Resposta: pH = 8,7

Cálculos:

A mistura resulta em 100mL de solução de H_3CCOONa 0,05mol/L. Considerando a hidrólise:



$$\frac{[\text{H}_3\text{CCOOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_3\text{CCOO}^-]} = 5,6 \times 10^{-10}$$

$$[\text{H}_3\text{CCOOH}] = [\text{OH}^-] \therefore \frac{[\text{OH}^-] \cdot [\text{OH}^-]}{0,05} = 5,6 \times 10^{-10}$$

$$[\text{OH}^-] = 5,3 \times 10^{-6} \Rightarrow \text{pOH} = 5,3 \therefore \text{pH} = 8,7$$

c) Solução constituída pela mistura de 25mL de NaOH 0,1mol/L e 75mL de CH_3COONa 0,1mol/L

Resposta: pH = 12,4

Cálculos:

Ocorreu uma diluição da base forte pela solução do sal, este praticamente não-hidrolizado. Assim:

$$0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 25\text{ml} = [\text{OH}^-] \cdot 100\text{ml}$$

$$[\text{OH}^-] = 0,025 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \Rightarrow \text{pOH} = 1,6 \therefore \text{pH} = 12,4$$

- d) Solução constituída pela mistura de 50mL de CH_3COOH 0,1mol/L e 50mL de CH_3COONa 0,1mol/L

Resposta: pH = 4,7

Cálculos:

A mistura resulta em 100mL de tampão com CH_3COOH 0,05mol/L e 50mL de CH_3COONa 0,05mol/L

$$pH = pKa + \log \frac{[A^-]}{[HA]}, \text{ em que:}$$

$$pKa = -\log 1,8 \times 10^{-5} = 4,7$$

$[A^-]$ = concentração da forma desprotonada (CH_3COO^-);

$[HA]$ = concentração de CH_3COOH na forma molecular.

Como $[A^-] = [HA]$, tem-se que: $pH = pKa = 4,7$

- e) Solução constituída pela mistura de 50mL de HCl 0,1mol/L e 50mL de CH_3COONa 0,1mol/L.

Resposta: pH = 3,0

Cálculos:

A mistura resulta em 100mL de solução 0,05mol/L de H_3CCOOH e 0,05mol/L NaCl. Considerando o equilíbrio de ionização:



$$\frac{[H^+].[H_3CCOO^-]}{[H_3CCOOH]} = 1,8 \times 10^{-5}$$

$$[H_3CCOOH] \cong 0,05 \text{ mol/L}$$

$$[H_3CCOO^-] = [H^+] \Rightarrow \frac{[H^+].[H^+]}{0,05} = 1,8 \times 10^{-5}$$

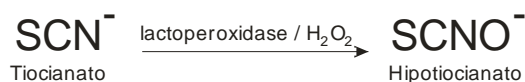
$$[H^+] = 9,5 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \Rightarrow pH = 3,0$$

04 - No Brasil, práticas inadequadas de produção e manuseio do leite nas propriedades agropecuárias, elevada temperatura ambiente, enorme distância entre a propriedade e o local de processamento, entre outras, tornam o leite de baixa qualidade. O sistema ideal de conservação do leite é a refrigeração, entretanto, soluções desse tipo nem sempre são viáveis, por razões de ordem técnica e econômica. Por isso, frequentemente, o leite chega às cooperativas para processamento com elevada taxa de crescimento de microorganismos.

Há proteínas no leite que têm atividade bactericida e/ou bacteriostática, as quais fazem parte de um sistema de inibição natural, genericamente denominadas lacteninas. Entre elas encontram-se: complemento C, anticorpos, lisosimas, lactoferrinas e lactoperoxidasas.

Abaixo se descreve algumas fraudes no leite, recentemente muito discutidas:

A adição de peróxido de hidrogênio ao leite cru ativa a ação da lactoperoxidase e promove a oxidação do tiocianato (componente natural do leite) em hipotiocianato que tem efeito antibacteriano, conforme se ilustra abaixo:



O hipotiocianato inibe o desenvolvimento de muitas espécies bacterianas prolongando a conservação do leite. A lactoperoxidase é destruída em uma faixa de temperatura de 75 a 78°C / 30 minutos ou 83°C / 20 segundos. Ou seja, não é destruída pela pasteurização, mas é destruída pela esterilização (leite UHT). É possível aumentar o tempo de conservação do leite, ajustando-se o nível de hipotiocianato adicionando pequenas quantidades de H₂O₂. Contudo, a adição de H₂O₂ é ilegal em muitos países, como no Brasil.

A relação ótima entre peróxido de hidrogênio e tiocianato foi estudada por diversos pesquisadores, constatando-se que as concentrações podem variar de 10 a 80mg.L⁻¹ de H₂O₂, com valores até 12mg.L⁻¹ de SCN⁻.

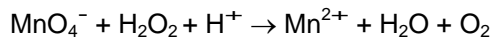
Um laudo do Laboratório Nacional Agropecuário (Lanagro) sobre resultados de análises de leite, que comprovaram a adição de peróxido de hidrogênio, indicou também que a adulteração provoca a destruição das vitaminas A e E contidas no produto. Acredita-se que ocorra a oxidação de triacilgliceróis insaturados pelo peróxido de hidrogênio, da qual se originam radicais livres. Os radicais livres formados promovem a destruição das vitaminas lipossolúveis A e E.

A adição de soda cáustica (hidróxido de sódio) tem por objetivo neutralizar a acidez do leite, resultante da presença de ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico, entre outros, formados pelo metabolismo de bactérias presentes no leite quando ele é coletado sem higiene. A adição de soda cáustica vai neutralizar essa acidez. Se o leite estiver com a acidez muito elevada, coagula quando aquecido até fervura. Por isso, não se pode processar o leite com a acidez fora do limite. A adição de soda cáustica é uma maneira de se mascarar a má qualidade microbiológica do produto. Sabe-se, ainda, que a soda cáustica é o hidróxido de sódio contendo impurezas.

A adição de soro ao leite é uma fraude contra o consumidor. O soro resulta da fabricação do queijo e tem menos nutrientes do que o leite. Utilizado para aumentar o volume, ele diminui a concentração de nutrientes no leite.

Em relação ao texto acima, responder às seguintes questões:

- a) Pode-se determinar o teor de peróxido de hidrogênio em uma amostra pela sua reação com solução de permanganato de potássio em meio ácido, conforme equação química abaixo, NÃO BALANCEADA. Se uma amostra de leite com volume igual a 10,0mL foi analisada pela titulação do soro com solução de permanganato de potássio 0,200 mol/L, em meio ácido, consumindo-se 42,7mL de titulante, calcule a concentração de peróxido de hidrogênio em mg/L na amostra.

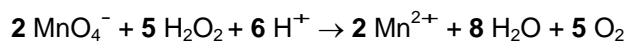


Resposta:

$$C_{\text{H}_2\text{O}_2} = 726 \times 10^2 \text{ mg / L}$$

Cálculos:

Equação balanceada:



$$n^\circ \text{ de mols de KMnO}_4 = 0,200 \text{ mol/L} \cdot 42,7 \times 10^{-3} \text{ L} = 8,54 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{5}{2} \cdot n_{\text{KMnO}_4} = 8,54 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \frac{5}{2} = 2,135 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$C_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}_2}}{V_{\text{amostra}}} = 2,135 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot 34,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot \frac{1}{10,0 \times 10^{-3} \text{ L}} \times 1000 \frac{\text{mg}}{\text{g}} = 726 \times 10^2 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

- b) Qual é o número de oxidação do carbono no ânion tiocianato?

Resposta: NOX do C = 4+

- c) Considerando-se 1.000 Litros de leite contendo 0,30% de ácido acético; 0,37% de ácido propiônico e 0,11% de ácido butírico em massa/volume, qual a massa de soda cáustica com 95% de hidróxido de sódio necessária para salificar totalmente os ácidos acima?

Resposta:

$$\text{Massa de Soda Cáustica} = 4737\text{g} = 4,74\text{kg}$$

Cálculos:

$$\text{Massa de H}_3\text{CCOOH} = 3000\text{g} \Rightarrow \text{n}^\circ \text{ de mols de H}_3\text{CCOOH} = \frac{3000\text{g}}{60\text{g/mol}} = 50\text{mol}$$

$$\text{Massa de H}_3\text{CCH}_2\text{COOH} = 3000\text{g} \Rightarrow \text{n}^\circ \text{ de mols de H}_3\text{CCH}_2\text{COOH} = \frac{3700\text{g}}{74\text{g/mol}} = 50\text{mol}$$

$$\text{Massa de H}_3\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{COOH} = 3000\text{g} \Rightarrow \text{n}^\circ \text{ de mols de H}_3\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{COOH} = \frac{1100\text{g}}{88\text{g/mol}} = 12,5\text{mol}$$

$$\text{N}^\circ \text{ total de mol's de NaOH necessários} = (50 + 50 + 12,5)\text{mol} = 112,5\text{mol}$$

$$\text{Massa de NaOH necessária} = 112,5 \text{ mol} \times 40\text{g/mol} = 4500\text{g}$$

$$\text{Massa de Soda Cáustica com 95\% de NaOH} = 4500\text{g} \cdot \frac{100\%}{95\%} = 4737\text{g}$$

- d) Após salificação total dos ácidos citados acima, a solução dos sais acetato de sódio, propionato de sódio e butirato de sódio terá pH igual, maior ou menor que 7,0 (sete)? Justificar.

Resposta: O pH será maior do que 7,0

Justificativa:

Os sais acetato, propionato e butirato de sódio sofrem hidrólise básica.

- e) Considerando-se 1.000L de leite de vaca com 3,6% de proteína (massa/volume), qual o teor de proteína **expresso em g/L** após a adição de 200L de soro de leite com teor desprezível de proteína.

Resposta: $C_{\text{final}} = 30 \frac{\text{g}}{\text{L}}$

Cálculos:

$$3,6\% \text{ (m/v)} = 3,6\text{g}/0,1\text{L} \Rightarrow C_{\text{inicial}} = 36\text{g/L}$$

$$36 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 1000\text{L} = C_{\text{final}} \cdot 1200\text{L} \Rightarrow C_{\text{final}} = 30 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

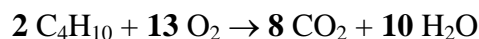
05 - No dia 14/10/2007, uma carreta carregada com 28 toneladas de gás liquefeito de petróleo (GLP) se envolveu num acidente no km 381 da BR-101 Sul, na entrada da cidade de Iconha -ES. A carga explodiu, causando um grande incêndio. Pelo menos quatro pessoas morreram. Outras oito pessoas sofreram ferimentos graves e foram socorridas na Santa Casa de Cachoeiro de Itapemirim e hospitais da região. Duas casas localizadas a cerca de 500 m da batida foram atingidas. A vegetação também foi incendiada. Aproximadamente cinco hectares da região próxima à rodovia foram atingidos. Este foi, provavelmente, um dos maiores processos químicos, sem controle, no Espírito Santo.

Embora o GLP seja uma mistura de vários hidrocarbonetos de baixo peso molecular, vamos admitir que a mistura envolvida no fato citado acima fosse composta por 30% de propano e 70 % de butano.

Em relação à mistura propano-butano citada no texto acima, pede-se:

- a) A equação química da reação de combustão ideal **do butano**, balanceada com os menores coeficientes inteiros.

Resposta:



- b) Calcular a massa total (em toneladas) de CO_2 liberado para a atmosfera, como resultado da combustão ideal de toda a carga de GLP mencionada.

Resposta:

$$\text{Massa } CO_2 = 84,7t$$

Cálculos:

$$m_{butano} = 0,70 \cdot 28t = 19,6t$$

$$m_{propano} = 0,03 \cdot 28t = 8,4t$$

$$m_{CO_2(C_4H_{10})} = 19,6t \cdot \frac{mol C_4H_{10}}{58g} \cdot \frac{4mol CO_2}{mol C_4H_{10}} \cdot \frac{44,0g}{mol CO_2} = 59,5t$$

$$m_{CO_2(C_3H_8)} = 8,4t \cdot \frac{mol C_3H_8}{44g} \cdot \frac{3mol CO_2}{mol C_3H_8} \cdot \frac{44,0g}{mol CO_2} = 25,2t$$

$$\text{Massa total de } CO_2 = 84,7t$$

- c) Com base nos dados da tabela abaixo e na equação da reação de combustão ideal, determinar o calor de combustão **do butano**, a pressão constante.

Composto	$\Delta H^{\circ}_{\text{formação}} \text{ (kJ.mol}^{-1}\text{)}$
H ₂ O(l)	-286
CO ₂ (g)	-394
Propano (g)	-104
Butano (g)	-126

Resposta:

$$\Delta H_{\text{combustão}} = -2880 \text{ kJ/mol C}_4\text{H}_{10}$$

Cálculos:

Considerando os coeficientes da equação do item b:

$$\Delta H_{\text{combustão}} = \frac{[8 \text{ mol} \cdot (-394 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}) + 10 \text{ mol} \cdot (-286 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}})] - [2 \text{ mol} \cdot (-126 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}})]}{2 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}} = -\frac{5760}{2 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}} \text{ kJ}$$

$$\Delta H_{\text{combustão}} = -2880 \text{ kJ/mol C}_4\text{H}_{10}$$

- d) Calcular a quantidade total de calor (em kJ) liberado como resultado da combustão ideal de toda a carga de GLP mencionada.

Resposta: $1,40 \times 10^9 \text{ kJ}$

Cálculos:

$$\Delta H_{\text{combustão}} = -2880 \text{ kJ/mol C}_4\text{H}_{10} \text{ (do item c)}$$

Para o propano: $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{ O}_2 \rightarrow 3 \text{ CO}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O}$

$$\Delta H_{\text{combustão}} = \frac{[3 \text{ mol} \cdot (-394 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}) + 4 \text{ mol} \cdot (-286 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}})] - [1 \text{ mol} \cdot (-104 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}})]}{\text{mol C}_3\text{H}_8} = -\frac{2222}{\text{mol C}_3\text{H}_8} \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{butano}} = 19,6 \text{ t} \cdot \frac{10^6 \text{ g}}{\text{t}} \cdot \frac{\text{mol C}_4\text{H}_{10}}{58,0 \text{ g}} \cdot 2880 \frac{\text{kJ}}{\text{mol C}_4\text{H}_{10}} = 9,73 \times 10^8 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{propano}} = 8,4 \text{ t} \cdot \frac{10^6 \text{ g}}{\text{t}} \cdot \frac{\text{mol C}_3\text{H}_8}{44,0 \text{ g}} \cdot 2222 \frac{\text{kJ}}{\text{mol C}_3\text{H}_8} = 4,24 \times 10^8 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{total}} = 9,73 \times 10^8 + 4,24 \times 10^8 = 1,40 \times 10^9 \text{ kJ}$$

- e) As árvores transformam a energia solar, gás carbônico e água em celulose. No seu processo de formação, colaboram na fixação do gás carbônico. Para se formar uma tonelada de celulose, a árvore retira 1,8 toneladas de gás carbônico e devolve 1,3 toneladas de oxigênio para a atmosfera, contribuindo para amenizar o efeito estufa.

Diante do exposto, considerando árvores com 1 tonelada de celulose, quantas árvores aproximadamente deveriam ser plantadas para a remoção total do gás carbônico liberado para atmosfera no acidente em questão?

Resposta: 47 árvores

Cálculos:

$$n_{\text{árvores}} = \frac{1\text{árvore}}{1,8tCO_2} \cdot 84,7tCO_2 = 47\text{árvores}$$

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

Com massas atômicas referidas ao isótopo 12 do carbono

	Elementos de transição																	
	1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B	1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	0		
1	H															He		
2	Li	Be														Ne		
3	Na	Mg														Ar		
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Hf	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
8																		
9																		

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	00	04	08	11	15	18	20	23	26
2	30	32	34	36	38	40	42	43	45
3	48	49	51	52	53	54	56	57	58
4	60	61	62	63	64	65	66	67	68
5	70	71	72	72	73	74	75	76	76
6	78	79	79	80	81	81	82	83	83
7	85	85	86	86	87	88	88	89	89
8	90	91	91	92	92	92	93	94	94
9	95	96	96	97	97	98	98	99	99

Número Atômico	Série dos lantanídeos	Série dos actínidos	Número Atômico	Série dos lantanídeos	Série dos actínidos
57	La	La	89	Ac	Ac
58	Ce	Ce	90	Th	Th
59	Pr	Pr	91	Pa	Pa
60	Nd	Nd	92	U	U
61	Pm	Pm	93	Np	Np
62	Sm	Sm	94	Pu	Pu
63	Eu	Eu	95	Am	Am
64	Gd	Gd	96	Cm	Cm
65	Tb	Tb	97	Bk	Bk
66	Dy	Dy	98	Cf	Cf
67	Ho	Ho	99	Es	Es
70	Yb	Yb	102	No	No
71	Lu	Lu	103	Lr	Lr

Número Atômico	Série dos lantanídeos	Série dos actínidos	Número Atômico	Série dos lantanídeos	Série dos actínidos
68	Er	Er	100	Fm	Fm
69	Tm	Tm	101	Md	Md
70	Yb	Yb	102	No	No
71	Lu	Lu	103	Lr	Lr