

Tabela Periódica
Anfiteatro 633
Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro
Av. Athos da Silveira Ramos, 149
Centro de Tecnologia, Bloco A
Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ

SISTEMA PERIÓDICO DOS ELEMENTOS

Agrupamentos conforme o número de posições da última envolvente Valências

Dmitri Mendeleeff
Adaptação de
Henry D. Hubbard

Nesta Tabela Periódica (doravante chamada TP-633), assinada por Henry D. Hubbard, de data desconhecida, os elementos de número atômico 41, 43, 61, 85 e 87 aparecem com símbolos diferentes dos aceitos hoje em dia. As razões históricas destes símbolos e os nomes correspondentes são apresentadas a seguir. As principais referências bibliográficas utilizadas foram os livros do Eric Scerri¹ e dos autores Marco Fontani, Mariagrazia Costa e Mary Virginia Orna², além do artigo de R. F. Trimble³. No artigo deste último autor, encontramos uma reprodução de uma tabela periódica muito semelhante à TP-633. Há ainda o artigo do Prof. Julio Afonso onde a TP-633 aparece reproduzida e alguns dos seus aspectos são discutidos.⁴

Referências

1. Scerri, E.; *A Tale of 7 Elements*, Oxford University Press, 2013.
2. Fontani, M.; Costa, M.; Orna, M. V.; *The Lost Elements. The Periodic Table's Shadow Side*, Oxford University Press, 2015.
3. Trimble, R.F.; What Happened to Alabamine, Virginium and Illinium? *J. Chem. Educ.* 52(9):585 (1975).
4. Afonso, J.C.; Tabela Periódica, *Ciência Hoje* 54:28-31 (2015).

1. Considerações sobre o formato curto da TP-633

Um aspecto que, de início, chama a atenção e desagrada muitos estudantes e professores é o formato curto desta tabela. Nela, não se observa o bloco d dos elementos de transição com 10 elementos. A explicação é que esta tabela tem um formato mais próximo daquele proposto por Mendeleiev em 1871^{1,2}, onde os elementos Zn, Cd e Hg, por formarem óxidos do tipo MO (onde o metal tem estado de oxidação +2), foram considerados semelhantes aos alcalinoterrosos Be, Mg, Ca, Sr e Ba. Da mesma forma, os elementos Cu, Ag e Au, por formarem óxidos do tipo M₂O

(onde o metal tem estado de oxidação +1), foram considerados semelhantes aos metais alcalinos Li, Na, Rb e Cs.

Assim, seguindo o princípio do ordenamento crescente do peso atômico (massa atômica), os primeiros elementos de transição Ti, V, Cr e Mn, por formarem óxidos do tipo MO_2 , M_2O_5 , MO_3 e M_2O_7 , foram colocados nos mesmos grupos do carbono (C, Si, Sn, Pb), dos pnicogênios (N, P, As, Sb, Bi), dos calcogênios (O, S, Se, Te) e dos halogênios (F, Cl, Br, I), respectivamente. Vale notar que o elemento Sc, que antecede o Ti, ainda não era conhecido e foi previsto por Mendeleiev com peso atômico 44 (valor atualmente aceito = 44,956).

Um outro aspecto, é a junção de três elementos de transição em um mesmo grupo (originalmente o Grupo VIII de Mendeleiev), por formarem óxidos MO_4 . Assim, vemos no quarto período os elementos Fe, Co e Ni, no quinto período os elementos Ru, Rh e Pd e, no sexto período, os elementos Os, Ir e Pt.

Esta forma de organizar os elementos, se por um lado difere da daquela usada hoje em dia, baseada no preenchimento dos orbitais atômicos s, p, d e f (o que dá origem aos blocos s, p, d e f da Tabela Periódica), está mais de acordo com algumas das propriedades químicas dos elementos. Assim, a TP-633, nos permite lembrar mais facilmente que os elementos Zn, Cd e Hg aparecem comumente no estado de oxidação +2, da mesma forma que os alcalinoterrosos, bem como a prata geralmente encontra-se no estado de oxidação +1, comum para os metais alcalinos. Claro que esta semelhança não se sustenta quando nos referimos à reatividade, sendo os metais alcalinos e os alcalinoterrosos muito mais reativos que os elementos de transição supracitados. Da mesma forma, o grupo com três metais de transição em cada período, citado acima (Fe, Co, Ni; Ru, Rh, Pd; Os, Ir, Pt), evidenciam a grande semelhança de comportamento químico destes elementos.

Ainda um outro aspecto interessante da TP-633, é a indicação da camada de valência dos átomos por círculos achatados com 1 a 8 elétrons e cubos achatados com 1 a 7 elétrons sobre cada um dos grupos de I a VIII da tabela periódica. A indicação dos cubos refere-se claramente à proposta do átomo cúbico Lewis³. Neste artigo, Lewis apresenta também as ligações químicas como a união dos cubos (representando os átomos) pelo compartilhamento dos vértices (ligações simples), arestas (ligações duplas) e faces triangulares de cubos rearranjados em tetraedros (ligações triplas).

Finalmente, cabe ainda ressaltar o posicionamento dos elementos tório ($_{90}Th$), protoactínio ($_{91}Pa$) e Urânio ($_{92}U$) como elementos de transição, alinhados com o Hf, Ta e W. Os elementos Th, Pa e U só foram considerados como elementos lantanídeos (terras raras) a partir dos trabalhos de Seaborg, em 1945.

Referências

1. Mendeleev, D.; *Zhurnal Russkoe Fiziko-Khimicheskoe Obshchestvo* 3:25 (1871).
2. Scerri, E.; *A Tale of 7 Elements*, Oxford University Press, 2013. pg. 29.
3. Lewis, G. N.; The Atom and the Molecule, *J. Am. Chem. Soc.* 38(4):762-785 (1916).

2. Considerações sobre a data da TP-633

Por não haver indicação da data em que foi elaborada, podemos fazer apenas algumas estimativas. Uma vez que a Tabela Periódica de 1941 apresentada por Trimble¹ já apresenta algumas modificações em relação à TP-633, podemos concluir que a TP-633 é anterior a 1941.

Na página da internet do Smithsonian - The National Museum of American History encontra-se uma tabela, datada de 1963, muito semelhante a TP-633, elaborada pelo espectroscopista William F. Meggars.² Nesta página está descrito que Henry D. Hubbard (note a grafia diferente na TP-633 que aparece como Hubbart) elaborou a primeira edição de Tabelas Periódicas semelhantes à TP-633 em 1924, as quais eram publicadas pela W. M. Welch Science Company de Chicago, USA. Muitas versões da tabela de 1924 foram publicadas, à medida que novos

elementos químicos eram descobertos, sendo também incluídas algumas das suas propriedades físicas.

Desta forma, podemos concluir que a TP-633 foi elaborada com base em uma das tabelas de Henry D. Hubbard, publicadas entre 1924 e 1941.

Referências

1. Trimble, R.F.; What Happened to Alabamine, Virginium and Illinium? *J. Chem. Educ.* 52(9):585 (1975).
2. http://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_1470 (acessada em 27/12/2017)

3- Moseley e o ordenamento dos elementos na Tabela Periódica

Como é bem sabido, foram os trabalhos de Mosely¹ que estabeleceram o princípio de ordenamento dos elementos na tabela periódica pelo número atômico, partindo dos valores das linhas espectrais de raios X emitidas pelos elementos. A partir de gráficos de frequência contra raiz quadrada de um número inteiro (que viria a ser o número atômico), ficou claro que 7 elementos ainda restavam por serem descobertos, com os número atômicos 43, 61, 72, 75, 85 e 87. Dessa forma, dentre os elementos que aparecem com símbolos diferentes dos atuais na TP-633 encontram-se os últimos desses elementos a serem descobertos (43, 61, 85 e 87), além do 41.

Referências

- 1- Moseley, H. G. J.; Atomic Models and X-Ray Spectra, *Nature* 554:92 (1913).

4- O nêutron como elemento químico

Um aspecto bastante singular na TP-633 é a presença do nêutron na coluna dos gases nobres, com número atômico zero e peso atômico 1,00655. O nêutron também aparece na Tabela Periódica do Smithsonian - The National Museum of American History, datada de 1963, com número atômico 1,00797.¹ Pode-se estranhar a presença do nêutron como um elemento químico na Tabela Periódica, mas isto foi, de fato, proposto algumas vezes no passado. Conforme descrito por Fontani, Costa e Orna,² em 1925 e 1926, Antropoff^{3,4} propôs a existência do elemento químico hipotético *neutronium*, com número atômico zero, e que aparece na Tabela Periódica proposta por Ternstrom em 1964.⁵ Isto também havia sido proposto por William Draper Harkins que considerou a existência de elementos mais leves que o hidrogênio. A versão de Harkins do *neutronium* é que este seria formado por agregados de nêutrons. Embora estas ideias sejam estranhas à luz do conhecimento atual, as ideias de Harkins o levaram a ser o primeiro a propor que a fusão de quatro núcleos de hidrogênio pudesse formar um núcleo de hélio, liberando grande quantidade de energia e que esta seria a fonte de energia do sol.⁶ Outro a propor a existência do *neutronium*, com símbolo Nn, foi Louis de Broglie.⁶ Ele também propôs a inclusão do neutrino na Tabela Periódica, com número atômico 00, em posição anterior ao *neutronium*, conforme aparece na proposta de Tabela Periódica feita por Ternstrom⁵. A discussão sobre agregados de nêutrons é ainda um tema atual, com agregados de dois a dez nêutrons sendo ainda propostos, observados e questionados.²

Referências

1. http://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_1470 (acessada em 27/12/2017)
2. Fontani, M.; Costa, M.; Orna, M. V.; *The Lost Elements. The Periodic Table's Shadow Side*, Oxford University Press, 2015. pg. 443 *et seq.*
3. von Antropoff, A. Z.; *Z. angew. Chem.* 38, 971 (1925)
4. von Antropoff, A. Z.; *Z. angew. Chem.* 39, 722 (1926)
5. Ternstrom, T.; A Periodic Table, *J. Chem. Educ.* 41(4):190-191 (1964)
5. Harkins, W. D.; Wilson, E. D.; *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 1(5):276 (1915)
6. de Broglie, L.; *Théorie générale des particules à spin*, 2a ed., Paris: Gauthier-Villars, 1954. pg. 94

5- Os símbolos de elementos estranhos na TP-633

Seguem abaixo, no melhor do nosso conhecimento, a origem dos símbolos (e os nomes) dos elementos com símbolos estranhos na TP-633

41 - Cb, *columbium*

Atualmente denominado nióbio, Nb.

O nome *columbium* foi dado pelo químico inglês Charles Hatchett, em 1801. Hatchett, ao analisar um mineral proveniente do estado americano de Massachusetts, USA, concluiu que se tratava do óxido de um novo elemento, que ele então denominou de *columbíta*, em homenagem ao navegador genovês Cristovão Colombo, descobridor da América. A partir deste óxido Hatchett isolou o então suposto novo elemento ao qual ele denominou *columbium*, que posteriormente recebeu o símbolo de Cb.

Em 1802, o sueco Anders Gustaf Ekeberg isolou o tântalo do minério tantalita (atualmente chamado de itriotantalita). Em 1809, ao analisar amostras de tantalita e columbíta, William Hyde Wollaston concluiu que os elementos *columbium* e tântalo eram o mesmo. Em 1844, Heinrich Rose concluiu que a columbíta e a tantalita continham não somente tântalo, mas também outros elementos. Embora Hatchett tenha sido o primeiro a descobrir o novo elemento, Rose manteve o nome dado por Ekeberg, tântalo, e acreditava ter descoberto mais dois novos elementos, aos quais chamou de nióbio e *pelopium*, aumentando as dúvidas sobre essas descobertas e os nomes atribuídos. Em 1854, o escocês Arthur Connell estabeleceu que o *columbium* descoberto por Hatchett e o nióbio descoberto por Rose eram o mesmo elemento. Assim, durante muitos anos os nomes *columbium* e nióbio foram usados para identificar o mesmo elemento. Somente em 1949 é que a IUPAC estabeleceu o nióbio como nome oficial para este elemento. Não só pelo hábito, mas também pelo fato dos Anglo-Saxões considerarem Charles Hatchett o descobridor deste elemento, o nome *columbium* é ainda muito usado em metalurgia.

43 - Ma, *masurium*

Atualmente denominado tecnécio, Tc.

O nome *masurium* foi dado por Otto Berg, Walter Noddack e Ida Tacke (posteriormente Ida Noddack), em 1925, quando estes alegaram ter descoberto este elemento. Esta descoberta foi, porém, desacreditada. O nome é uma referência ao distrito de Masurian, onde nasceu o casal Noddack, na Prússia, e onde os alemães derrotaram os russos durante a Primeira Guerra mundial (1914-1918). Teria sido o único elemento a ter um nome relacionado com disputas político-territoriais.

O elemento tecnécio, na verdade, não foi descoberto, mas sintetizado artificialmente em Berkeley, Califórnia, USA, pela irradiação de uma placa de molibdênio com deutério e nêutrons, usando um ciclotron de 37 polegadas. O isolamento dos isótopos Tc-95 e Tc-97 foi feito em Palermo, na Itália, pelos italianos Carlo Perrier e Emilio Segrè que dissolveram com água régia o lado mais radioativo da placa de molibdênio cedida por Ernest Orlando Lawrence que coordenava o ciclotron da Universidade de Berkeley. O elemento foi batizado em 1947 com base na palavra grega significando “artificial”. Emilio Segrè recebeu o Prêmio Nobel de Física de 1959 pela descoberta do antipróton, juntamente com Owen Chamberlain. Emilio Segrè também participou da descoberta de outro elemento artificial, o Ástato.

Referências originais da descoberta e atribuição do nome Tecnécio:

- C. Perrier, E. Segrè, *Rendiconti Lincei* 25(6):723 (1937).
- C. Perrier, E. Segrè, *Rendiconti Lincei* 27(6):579 (1937).
- C. Perrier, E. Segrè, Some Chemical Properties of Element 43, *J. Chem. Phys.* 5:712-716 (1937).
- C. Perrier, E. Segrè, Some Chemical Properties of Element 43. II, *J. Chem. Phys.* 7:155-156 (1939).
- F. A. Paneth, The making of the missing chemical elements. *Nature* 159:8-10 (1947)
- C. Perrier, E. Segrè, Technetium: The Element of Atomic Number 43. *Nature* 159:24 (1947)

61 - **Il, Illinium**

Atualmente denominado promécio, Pm.

O promécio, Pm, foi o último elemento com número atômico menor que 92 a ser descoberto, em 1947, sendo o único lantanídeo radioativo. Ele foi descoberto, por acaso, quando Marinsky (pós-doutorando) e Glendenin (doutorando), no MIT, envolveram-se na tentativa de identificação dos produtos de várias reações nucleares que estavam sendo investigadas no Projeto Manhattan, que produziu as primeiras bombas atômicas. Este trabalho envolveu o uso intenso de cromatografia de troca iônica para separar os produtos de fissão formados pela irradiação de um alvo de neodímio, ${}_{60}\text{Nd}$. Foram descobertos nestes experimentos dois isótopos do promécio, Pm-147 ($t_{1/2} = 3,7$ a; emissor β) e Pm-149 ($t_{1/2} = 47$ h).¹ Este elemento, portanto, com estas curtas meias-vidas, só poderia ter sido observado após ser sintetizado artificialmente. Com isso, estima-se que a abundância deste elemento na crosta terrestre não permite que ele seja obtido a partir de qualquer material de ocorrência natural. Dessa forma, as alegações de sua descoberta feitas por diferentes pesquisadores, terminaram por serem desacreditadas ao longo do tempo.

Uma delas, é o trabalho dos químicos americanos B Smith Hopkins, J. Allen Harris e Leonard Yntema, da Universidade de Illinois, que anunciaram a descoberta do elemento 61 em 1926.²⁻⁵ O nome foi proposto por B Smith Hopkins, em homenagem ao estado e à universidade onde o trabalho foi desenvolvido.

Referências

- 1- Marinsky, J. A.; Glendenin, L. E.; Coryell, C. D.; The Chemical Identification of Radioisotopes of Neodymium and of Element. *J. Am. Chem. Soc.* 69:2781-2785 (1947).
- 2- Harris, J. A.; Yntema, L.; Hopkins, B S.; The Element of Atomic Number 61; Illinium, *Nature* 117:792-793 (1926).
- 3- Harris, J. A.; Yntema, L.; Hopkins, B S.; Illinium, *Science* 63:575-576 (1926).
- 4- Harris, J. A.; Hopkins, B S.; Observations on the rare earths XXIII. Element no. 61¹ Part one. Concentration and isolation in impure state, *J. Am. Chem. Soc.* 48:1585-1594 (1926).
- 5- Harris, J. A.; Yntema, L.; Hopkins, B S.; Observations on the rare earths XXIII. Element No. 61 Part two. X-ray analysis, *J. Am. Chem. Soc.* 48:1594-1598 (1926).

85 - **Ab, alabamine**

Atualmente denominado ástato, At.

Nome provisório dado por Mendeleiev: eka-iodo (semelhante ao iodo).

O nome *alabamine* foi proposto por Fred Allison, do Alabama Polytechnic Institute, USA (hoje em dia Auburn University), em homenagem ao estado americano do Alabama. Em 1932,^{1,2} este pesquisador alegou ter descoberto um novo elemento químico utilizando um equipamento magneto-óptico e o método magneto-óptico por ele desenvolvido, baseado no retardo da alteração do plano da luz polarizada pela aplicação de um campo magnético. Apesar de vários artigos terem sido publicados utilizando este método de Allison, esta técnica foi posteriormente desacreditada.

Estima-se que na crosta terrestre existam apenas, cerca de, 70 mg deste elemento, o que, naturalmente, invalida qualquer alegação de isolamento deste elemento a partir de métodos de separação empregando rochas de ocorrência natural.

O ástato, foi sintetizado artificialmente, em 1940, pelos pesquisadores Dale Corson, Alexander MacKenzie e Emilio Segrè da Universidade de Berkeley, Califórnia, USA, bombardeando um alvo de ${}_{83}\text{Bi}$ com partículas alfa, usando um ciclotron, ${}^{209}\text{Bi}(\alpha, 2n){}^{211}\text{At}$.

Referências

1. Trimble, R.F.; What Happened to Alabamine, Virginium and Illinium? *J. Chem. Educ.* 52(9):585 (1975).
2. Allison, F.; Murphy, E. J.; Bishop, E. R.; Sommer, A. L., Evidence of the detection of element 85 in certain substances. *Phys. Rev.* 37:1178-1180 (1931).

Referências da descoberta e atribuição do nome:

- a. F. A. Paneth, The making of the missing chemical elements. *Nature* 159:8-10 (1947)
- b. D. R. Corson, K. R. Mackenzie, E. Segrè, Technetium: Astatine: the Element of Atomic Number 85. *Nature* 159:24 (1947)

87 - Vi, *virginium*

Atualmente denominado frâncio, Fr.

Nome provisório dado por Mendeleiev: eka-césio (semelhante ao césio).

O elemento frâncio foi descoberto pela francesa Marguerite Perey, analisando os produtos de decaimento do actínio. Perey iniciou sua carreira com assistente de Marie Curie, em Paris, e escolheu o nome frâncio em homenagem ao seu país, a França.

Estima-se que na crosta terrestre existam apenas, cerca de, 25 mg deste elemento.

O nome *virginium* foi proposto, em 1930, por Fred Allison,^{1,2} do Alabama Polytechnic Institute, USA (hoje em dia Auburn University), em homenagem ao estado americano de Virgínia, sua terra natal. Este pesquisador alegou ter descoberto um novo elemento químico nos minerais lepidolita, $(K,Rb,Cs)Li_2Al(Al,Si)_3O_{10}(F,OH)_2$, e polucita, $Cs_2Al_2Si_4O_{12} \cdot nH_2O$, utilizando o método magneto-óptico por ele desenvolvido, baseado no retardo da alteração do plano da luz polarizada pela aplicação de um campo magnético, também usado na sua alegação de descoberta do elemento 85 (At), batizado por ele *alabamine*. Apesar de vários artigos terem sido publicados utilizando o método magneto-óptico de Allison, esta técnica foi posteriormente desacreditada, bem como os resultados obtidos pelo seu uso.

Referências

1. Trimble, R.F.; What Happened to Alabamine, Virginium and Illinium? *J. Chem. Educ.* 52(9):585 (1975).
- 2- Allison, F.; Murphy, E. J.; Evidence of the presence of element 87 in samples of pollucite and lepidolite ores. *Phys. Rev.* 35:285 (1930).