

Palavras iniciais: 150 anos de criação da tabela periódica

A presença e a importância da tabela periódica nos contextos escolares são indiscutíveis. O estudo da classificação periódica dos elementos químicos integra componentes curriculares da educação básica, e esse tema costuma englobar a compreensão da própria construção da tabela, além do estudo das propriedades periódicas. Muitas vezes, porém, não se conhece a história desse instrumento fundamental.

Como se sabe, a tabela periódica é um quadro que sistematiza todos os elementos químicos conhecidos, concentrando diversas informações sobre cada um deles. Ela foi apresentada em 1869 pelo cientista russo Dimitri Ivanovich Mendeleiev, tendo sido um trabalho reconhecido pela grande capacidade de organização e de representação de dados científicos em detalhes. A tabela de Mendeleiev foi a base para a tabela periódica moderna. Devido à importância desse feito, a UNESCO proclamou 2019 como o Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos [International Year of the Periodic Table of Chemical Elements – IYPT 2019].

Breve panorama histórico da criação de uma tabela periódica

Em meados do século XIX, cerca de 60 elementos químicos já haviam sido identificados pelos cientistas. Tratava-se de uma época em que as descobertas envolvendo as ciências naturais cresciam em ritmo intenso. Além da perspectiva de novos elementos químicos virem a ser descobertos, havia a necessidade organizar sistematicamente aqueles já conhecidos.

De acordo com Partington (1989), na busca de um modelo que permitisse organizar e classificar os elementos químicos de acordo com suas semelhanças, propostas foram apresentadas. Em 1817, Johann Wolfgang Döbereiner foi o autor de uma organização dos elementos em grupos de três de acordo com suas semelhanças, classificação conhecida como tríades de Döbereiner. Apesar de seu pioneirismo, tal classificação só se aplicava a um número reduzido de elementos. Em 1862, Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois propôs uma organização em um modelo em espiral, tal qual um parafuso, na ordem crescente das massas atômicas dos elementos. Esse modelo ficou conhecido como parafuso telúrico de Chancourtois. Em 1864, John Alexander Reina Newlands propôs uma classificação na qual as propriedades dos elementos se repetiam a cada grupo de oito elementos ordenados de forma crescente em suas massas atômicas. Por sua semelhança com a escala de notas musicais, essa classificação foi batizada como lei das oitavas de Newlands.

Em seguida, dois trabalhos independentes, realizados pelos cientistas Julius Lothar Meyer e Dimitri Ivanovich Mendeleiev, trouxeram propostas semelhantes de classificação dos elementos químicos em uma tabela. Segundo Strathern (2002), a tabela proposta por Mendeleiev (figura 1) ganhou mais destaque: além de ter sido publicada antes, em abril de 1869, enquanto a de Meyer foi publicada em janeiro de 1870, o estudo de Mendeleiev demonstrou ser mais metódico e detalhista, propondo interpretações para inconsistências na ordem dos elementos químicos e deixando espaços vazios para elementos químicos que ainda viriam a ser descobertos.

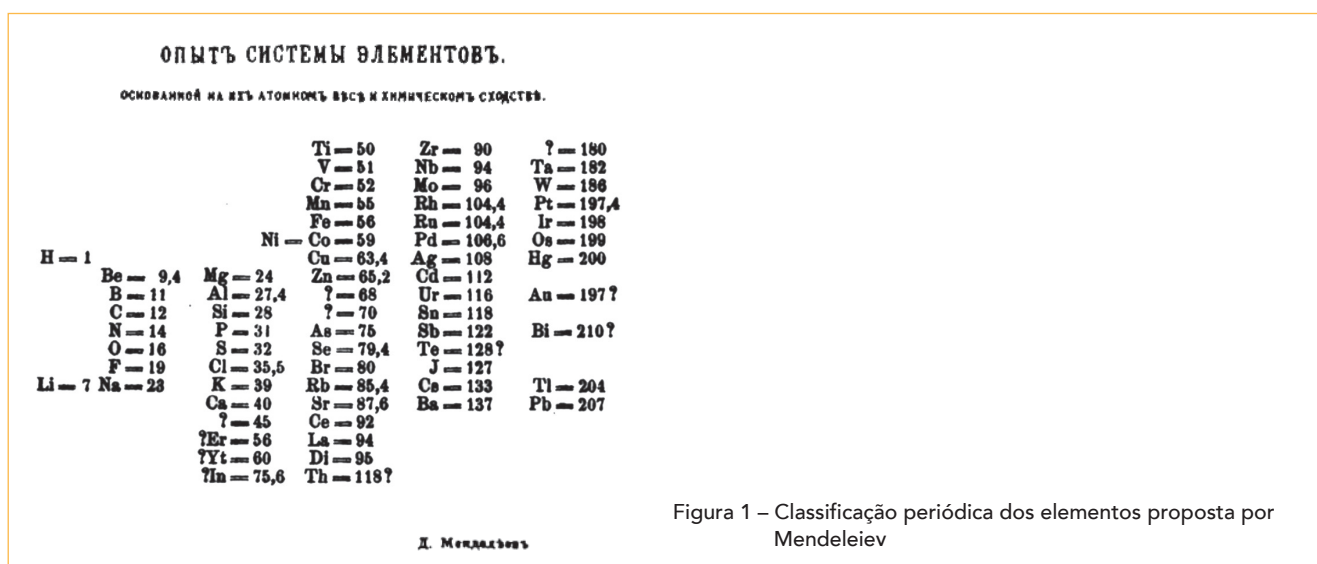


Figura 1 – Classificação periódica dos elementos proposta por Mendeleiev

A tabela proposta por Mendeleiev difere em alguns aspectos da tabela periódica moderna. A primeira diferença é a troca da posição entre grupos e períodos. Os atuais grupos dispostos na vertical foram apresentados na horizontal por Mendeleiev, enquanto os atuais períodos horizontais foram dispostos verticalmente. Outra significativa diferença é que com a descoberta das partículas subatômicas e a definição de elemento químico a partir do número atômico, em 1913, Henry Gwyn Jeffreys Moseley modificou as propostas anteriores e postulou a lei da periodicidade química, na qual as propriedades dos elementos químicos na tabela periódica é função de seus números atômicos (KOTZ *et al.*, 2013).

A elaboração do sistema de classificação periódica dos elementos químicos é um exemplo do processo de construção do conhecimento científico. Cada cientista citado anteriormente contribuiu para que se chegasse à tabela periódica moderna – que continua sendo uma obra inacabada. Se, no início do século XIX, eram conhecidos cerca de 60 elementos, ao final do século XX, a tabela já havia incorporado mais de 110 elementos. Em 2016, a IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada) reconheceu quatro novos elementos, já incorporados à tabela, que atualmente conta com 118 elementos químicos, e surgem os primeiros resultados de experimentos referentes à obtenção do elemento químico de número atômico 119.

A tabela periódica no ensino de química e em concursos

Como dissemos, a classificação periódica dos elementos químicos faz parte dos estudos da educação básica, sendo portanto parte também dos exames vestibulares. No Vestibular da Uerj, esse tema está contemplado nos conteúdos programáticos de ciências da natureza para os Exames de Qualificação, sendo abordado no eixo interdisciplinar “os constituintes fundamentais da matéria”, item “elementos químicos”, subitem “classificação periódica e propriedades periódicas”. Já nos conteúdos para o Exame Discursivo de química, o tema é contemplado no item “classificação periódica dos elementos”, subitens “famílias e períodos” e “propriedades periódicas”.

A tabela periódica é um instrumento de consulta; logo, ela deve estar junto com o aluno nos momentos de estudo e também nos de avaliação. É fato que, há algumas décadas, alguns professores valorizavam a memorização da ordem dos elementos na tabela. Atualmente, há um consenso da importância não da memorização, mas sim da interpretação das informações que ela contém. Assim, os principais concursos e vestibulares passaram a incluir a tabela periódica nas provas de química.

Apesar de não haver um padrão de tabela periódica para provas, vestibulares e concursos, número atômico, massa atômica e eletronegatividade são as informações comumente apresentadas nas tabelas. Em determinadas situações, também são destacados o símbolo e o nome do elemento químico, a separação entre metais e ametais e as massas atômicas, de modo a facilitar, por exemplo, cálculos.

Tanto o Exame de Qualificação quanto o Exame Discursivo do Vestibular da Uerj apresentam tabela periódica (ver figura 2). Ao longo dos anos, ela é atualizada, à medida que novos elementos químicos são reconhecidos pela IUPAC.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------------------|--|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|--|-------|--|-------|--|-------|--|-------|--|------|--|-------|--|----|--|--|--|--|--|-------|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 | | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 | | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 | | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 12 | | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 14 | | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 16 | | 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | |
| IA | | | | | | | | | | | | | | | | | | IIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | IIIA | | IIIA | | IVA | | VA | | VIA | | VIIA | | VIIIA | | He | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | [2,1] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | [1,0] | | | | | | | | | | | | | | | | | [1,5] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | [2,0] | | [2,5] | | [3,0] | | [3,5] | | [4,0] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | [0,9] | | | | | | | | | | | | | | | | | [1,2] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | [1,3] | | [1,8] | | [2,1] | | [2,5] | | [3,0] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | [0,8] | | | | | | | | | | | | | | | | | [1,2] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | [1,3] | | [1,8] | | [2,1] | | [2,5] | | [3,0] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | [0,8] | | | | | | | | | | | | | | | | | [1,0] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | [1,8] | | [1,8] | | [2,0] | | [2,4] | | [2,8] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | [0,8] | | | | | | | | | | | | | | | | | [1,0] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | [1,8] | | [1,8] | | [2,0] | | [2,4] | | [2,8] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | [0,7] | | | | | | | | | | | | | | | | | [0,9] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | [1,8] | | [1,8] | | [2,0] | | [2,4] | | [2,8] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 87 | [0,7] | | | | | | | | | | | | | | | | | [0,9] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | [1,8] | | [1,8] | | [2,0] | | [2,4] | | [2,8] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NÚMERO ATÔMICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | ELETRONEGATIVIDADE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SÍMBOLO | | | | | | | | | | | | | | | | | | MASSA ATÔMICA APROXIMADA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 58 | | 59 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 60 | | 61 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 62 | | 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 64 | | 65 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 66 | | 67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 68 | | 69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 70 | | 71 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 72 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| La | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ce | | Pr | | | | | | | | | | | | | | | | | | Nd | | Pm | | | | | | | | | | | | | | | | | | Sm | | Eu | | | | | | | | | | | | | | | | | | Gd | | Tb | | | | | | | | | | | | | | | | | | Dy | | Ho | | | | | | | | | | | | | | | | | | Er | | Tm | | | | | | | | | | | | | | | | | | Yb | | Lu | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 139 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 140 | | 141 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 144 | | (145) | | | | | | | | | | | | | | | | | | 150 | | 152 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 157 | | 159 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 162,5 | | 165 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 167 | | 169 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 173 | | 175 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 89 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 90 | | 91 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 92 | | 93 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 94 | | 95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 96 | | 97 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 98 | | 99 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 100 | | 101 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 102 | | 103 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 104 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ac | | | | | | | | | | | | | | | | | | Th | | Pa | | | | | | | | | | | | | | | | | | U | | Np | | | | | | | | | | | | | | | | | | Pu | | Am | | | | | | | | | | | | | | | | | | Cm | | Bk | | | | | | | | | | | | | | | | | | Cf | | Es | | | | | | | | | | | | | | | | | | Fm | | Md | | | | | | | | | | | | | | | | | | No | | Lr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 227 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 232 | | 231 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 238 | | 237 | | | | | | | | | | | | | | | | | | (244) | | (243) | | | | | | | | | | | | | | | | | | (247) | | (247) | | | | | | | | | | | | | | | | | | (251) | | (252) | | | | | | | | | | | | | | | | | | (257) | | (258) | | | | | | | | | | | | | | | | | | (259) | | (262) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 2 – Tabela periódica utilizada no Exame Discursivo do Vestibular 2019

A tabela periódica nas questões do Vestibular da Uerj

Dada sua importância, portanto, questões que façam uso da tabela periódica são recorrentes, como evidencia uma breve consulta às provas do Vestibular da Uerj. São questões com diferentes abordagens das informações que a tabela pode fornecer. Vejamos alguns exemplos de questões dos Exames de Qualificação, brevemente comentadas.

O suco gástrico contém um ácido, produzido pelas células da parede do estômago, que desempenha papel fundamental para a eficiência do processo digestório no ser humano.

- QUESTÃO 31** O ânion do ácido produzido no estômago corresponde ao elemento químico pertencente ao grupo 17 e ao terceiro período da tabela de classificação periódica. Esse ácido é denominado:
- (A) nítrico
 - (B) sulfúrico
 - (C) clorídrico
 - (D) fluorídrico

Vestibular 2016: a partir de um pequeno texto com um tema contextualizador sobre suco gástrico, deve-se identificar o ácido cujo ânion corresponde ao elemento químico pertencente ao grupo 17 e ao terceiro período da tabela de classificação periódica. Essa identificação é feita diretamente na tabela, levando à conclusão de que o elemento químico é o cloro e o ácido que o contém é o ácido clorídrico.

O rompimento da barragem de contenção de uma mineradora em Mariana (MG) acarretou o derramamento de lama contendo resíduos poluentes no rio Doce. Esses resíduos foram gerados na obtenção de um minério composto pelo metal de menor raio atômico do grupo 8 da tabela de classificação periódica. A lama levou 16 dias para atingir o mar, situado a 600 km do local do acidente, deixando um rastro de destruição nesse percurso. Caso alcance o arquipélago de Abrolhos, os recifes de coral dessa região ficarão ameaçados.

- QUESTÃO 30** O metal que apresenta as características químicas descritas no texto é denominado:
- (A) ferro
 - (B) zinco
 - (C) sódio
 - (D) níquel

Vestibular 2017: para identificar o metal de menor raio atômico do grupo 8 da tabela periódica, é preciso que se identifiquem inicialmente quais elementos estão presentes nesse grupo. A partir disso, discrimina-se qual deles apresenta o menor raio atômico, uma propriedade periódica decorrente da posição do elemento químico em seu grupo na tabela.

- QUESTÃO 38** Recentemente, quatro novos elementos químicos foram incorporados à tabela de classificação periódica, sendo representados pelos símbolos Uut, Uup, Uus e Uuo. Dentre esses elementos, aquele que apresenta maior energia de ionização é:
- (A) Uut
 - (B) Uup
 - (C) Uus
 - (D) Uuo

Vestibular 2017: aqui, mais uma propriedade periódica, no caso a energia de ionização, é abordada, ao se solicitar o elemento de maior energia de ionização, presente no grupo 7 da tabela.

Questão
40

Recentemente, cientistas conseguiram produzir hidrogênio metálico, comprimindo hidrogênio molecular sob elevada pressão. As propriedades metálicas desse elemento são as mesmas dos demais elementos do grupo 1 da tabela de classificação periódica.

Essa semelhança está relacionada com o subnível mais energético desses elementos, que corresponde a:

- (A) ns^1
- (B) np^2
- (C) nd^3
- (D) nf^4

Vestibular 2019: elementos químicos presentes em um mesmo grupo da tabela periódica possuem propriedades comuns, em decorrência da configuração eletrônica da camada de valência. Logo, a consulta à tabela é procedimento fundamental para a solução desse tipo de questão, já que permite observar os elementos pertencentes ao grupo considerado e, a partir da distribuição eletrônica de cada um, concluir que todos apresentam o mesmo subnível mais energético ns^1 .

A tabela periódica também é um recurso fundamental nos Exames Discursivos, como se observa a seguir.

QUESTÃO
01

Na premiação das Olimpíadas, o primeiro, o segundo e o terceiro colocados em cada competição recebem, respectivamente, medalha de ouro (Au), de prata (Ag) e de bronze. Sabe-se que o bronze é uma liga metálica formada, entre outros elementos químicos, por cobre (Cu) e estanho (Sn).

Considerando os metais citados, escreva o símbolo daquele que possui maior massa atômica e o nome daquele que pertence ao grupo 14 da tabela de classificação periódica.

Em seguida, apresente duas fórmulas: a do cátion divalente do metal de menor raio atômico do grupo 11 da tabela de classificação periódica e a do cloreto composto pelo metal correspondente à medalha da segunda colocação.

Vestibular 2017: dentre 3 elementos químicos de um grupo, por meio da consulta à tabela, identificam-se o de maior massa atômica e o pertencente ao grupo 14 da tabela de classificação periódica.

QUESTÃO
02

Com os símbolos dos vários elementos químicos conhecidos, é possível formar palavras. Considere que uma empresa, utilizando uma sequência de cinco símbolos de elementos químicos, criou um logotipo para divulgar a marca de seu produto. Observe:

| | | | | |
|---|----|----|----|----|
| C | Ho | Co | La | Te |
|---|----|----|----|----|

A partir do logotipo e com base na tabela periódica, identifique o símbolo do metal de transição interna que apresenta menor número atômico. Em seguida, nomeie o elemento de maior energia de ionização do grupo do telúrio.

Ainda considerando o logotipo, classifique, quanto à polaridade, o tipo de ligação formada entre o elemento de maior eletronegatividade e o hidrogênio. Classifique, também, o tipo de geometria do composto de menor massa molar formado por esses dois elementos.

Vestibular 2018: aqui, também consultando-se a tabela, identificam-se, dentro de um conjunto definido de elementos, o metal de transição de menor número atômico e o elemento de maior energia de ionização do grupo do telúrio.

Questão

01

O meteorito do Bendegó foi um dos poucos itens do acervo do Museu Nacional que não sofreu danos após o incêndio ocorrido em 2018. A resistência do meteorito às altas temperaturas deve-se a seus principais componentes químicos, cujas temperaturas de fusão são apresentadas na tabela abaixo.

| Componente | Temperatura de fusão (°C) |
|------------|---------------------------|
| Fe | 1538 |
| Co | 1495 |
| Ni | 1455 |

Nomeie a ligação interatômica presente entre esses componentes do meteorito e nomeie, também, aquele com maior temperatura de fusão.

Em seguida, indique o símbolo do componente de maior massa atômica e o subnível de maior energia do átomo do níquel no estado fundamental.

Questão

03

Pesquisas recentes visando à obtenção do elemento químico ununênio (Uun), de número atômico 119, baseiam-se no princípio da formação de um átomo a partir da fusão entre átomos menores. Considere um experimento de fusão completa, em um acelerador de partículas, entre átomos do titânio-48 e de outro elemento químico, resultando no Uun como único produto.

Indique o número atômico e o símbolo do outro elemento utilizado no experimento de fusão completa com o titânio.

Em seguida, determine a quantidade de nêutrons do titânio-48 e escreva o símbolo do elemento de maior raio atômico pertencente ao mesmo grupo do titânio na tabela de classificação periódica.

Vestibular 2019: mais uma vez, a consulta à tabela permite identificar o elemento de maior massa atômica entre Fe, Co e Ni, na questão 01, e aquele de maior raio atômico pertencente ao grupo do titânio, na questão 03.

Palavras finais

Com este texto, pretendemos não só destacar a importância da tabela periódica, presente no cotidiano de cientistas, engenheiros, químicos e outros profissionais, além dos próprios estudantes, mas também prestar uma pequena homenagem aos 150 anos dessa proposta que representou grande avanço para os estudos de química. Consultar uma tabela periódica dentro de uma escola, ou durante uma prova de vestibular, significa, no percurso da história, colocar em movimento uma série de pesquisas e de achados científicos que trouxeram tantos benefícios à humanidade.

Referências Bibliográficas

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; WEAVER, G. Química geral e reações químicas. Vol. 1. Massachusetts: Cengage Learning, 2013.

PARTINGTON, J. R. A short history of chemistry. New York: Dover Publications, 1989.

STRATHERN, P. O sonho de Mendeleiev. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2002.

Outras fontes

bbc.com

pt.wikipedia.org

unesco.org

SOBRE O AUTOR

Fábio Merçon é professor de química do Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IQ-Uerj).