

Prof. Marcus Ennes

Prof. Felipe Garcia

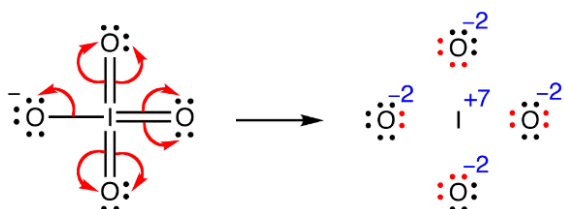
Química Inorgânica

UNIDADE 22: N.Ox. – Número de oxidação

Sabe-se que os elementos químicos, com o objetivo de atingir estabilidade, realizam ligações químicas. Algumas ligações ocorrem com transferência de elétrons enquanto em outras há o compartilhamento. Para estes casos interpretamos, com base na eletronegatividade dos elementos, o chamado “número de oxidação” que os mesmos irão apresentar. O número de oxidação ou N.Ox. irá indicar perda ou recebimento, e proximidade ou afastamento de elétrons.

Nos compostos iônicos a quantidade de elétrons envolvidos determinará o número de oxidação das espécies, enquanto nas ligações covalentes o tipo de ligação (simples, dupla ou tripla) será determinante. Existem diversos padrões de valores no estudo dos números de oxidação, que auxiliam na capacidade de prever a reatividade de muitos elementos.

O conceito é importante por muitos fatores, mas principalmente pois envolve diretamente os estudos de um tipo de reação, chamado de redox ou oxirredução. Tais processos são estudados com base nas variações de N.Ox. das espécies envolvidas.



Número de oxidação

O número de oxidação é a carga que um elemento químico assume ao realizar uma ligação química ou a carga de um íon. Pode ser entendido também como a quantidade real de elétrons que uma espécie ganhou ou perdeu ao realizar uma ligação ou em uma reação química.

Quando um elemento perde elétrons, ele sofre **oxidação**, aumentando o valor do N.Ox. Ao receber elétrons, sofre **redução**, diminuindo o valor do seu número de oxidação. O N.Ox. dos elementos nos diferentes compostos tem correlação com a eletronegatividade dos átomos envolvidos, assim, elementos mais eletronegativos, ao atraírem elétrons, tendem a ficar negativos. De forma análoga, elementos pouco eletronegativos tendem a perder elétrons, ficando positivos.

Vamos, então, dividir o estudo dos números de oxidação em duas partes: primeiro, falaremos sobre cálculo do N.Ox. em compostos inorgânicos e, em seguida, do cálculo do N.Ox. dos elementos em compostos orgânicos.

Compostos inorgânicos

Regras fundamentais para cálculo do N.Ox.

1) O N.Ox. do oxigênio (O) vale normalmente -2, exceto em peróxidos, nos quais é -1 e em superóxidos, onde é -1/2.

2) Para o hidrogênio (H), seu NOx é sempre +1, exceto no molécula H₂, onde é zero, e nos hidretos metálicos onde é -1;

3) Famílias pares apresentam N.Ox. par, famílias ímpares apresentam N.Ox. ímpar. Isso ajudará muito no caso dos elementos representativos. Para complementar esta regra o Monstro preparou para você uma tabela, dividida em duas partes (metais e ametais), que relaciona as famílias e seus possíveis valores de N.Ox., observe:

Família	Metais		
	1A	2A	3A
Possíveis N.Ox.	+1	+2	+1 (efeito do par inerte) +3

Família	Ametais			
	4A	5A	6A	7A
Possíveis N.Ox.	± 2 ± 4	± 1 ± 3 ± 5	± 2 ± 4 ± 6	± 1 ± 3 ± 5 ± 7

Obs.: Alguns valores de N.Ox. da tabela, como -7 para a família 7A, não existem, porém para ficar mais fácil a memorização, colocou-se o sinal ± em todos os termos dos ametais.

4) O NOx de uma substância simples é sempre igual a zero, pois o composto é formado por átomos do mesmo elemento, não havendo portanto diferença na eletronegatividade.

Exemplos: O₂, S₂, Fe, Au, Zn, N₂, O₃, C_(grafite)

5) Em compostos neutros, isto é, sem carga apresentada no canto superior direito, a soma dos valores de N.Ox. de todos os elementos constituintes é igual a zero.

6) Para íons formados por apenas um átomo de um tipo de elemento, a carga do íon será o N.Ox. do elemento.

Exemplos: O²⁻, Cl⁻, N³⁻, S²⁻, Br⁻.

7) Para íons formados por mais de um tipo de elemento, a soma dos valores de N.Ox. dos átomos constituintes é sempre igual à carga do íon;

Exemplos: (NO₃)⁻ N = +5 e O = -2.

Porém, como são 3 oxigênios, podemos concluir que a carga total dos 3 átomos de oxigênio equivale a -6. Logo, teremos: -6 + 5 = -1, que é a carga do íon (NO₃)⁻.

(SO₄)²⁻ S = +6 e O = -2.

Porém, como são 4 oxigênios, podemos concluir que a carga total dos 4 átomos de oxigênio equivale a -8. Logo, teremos: -8 + 6 = -2, que é a carga do íon (SO₄)²⁻.

Dicas importantes

- Para halogênios (família 7A ou grupo 17 da tabela periódica) o N.Ox. será -1 quando o halogênio for o elemento mais eletronegativo do composto. O único halogênio mais eletronegativo que o oxigênio é o flúor;

- Para calcogênios (família 6A ou grupo 16) o N.Ox. é sempre -2, exceto nos peróxidos e no difluoreto de oxigênio (OF₂). Nos peróxidos o oxigênio apresentará N.Ox. -1 e no difluoreto +2, sendo o único composto no qual o oxigênio apresentará N.Ox. +2.

- Para metais alcalinos e prata (Ag), o NOx é sempre +1;

- Para metais alcalinos terrosos e zinco (Zn), o N.Ox. é sempre +2;

- Para o alumínio (Al), o NOx é sempre +3.

N.Ox. para elementos de transição

Vale frisar que devido à existência de uma estrutura eletrônica extremamente complexa, os elementos de transição podem assumir diversos números de oxidação. Como tratam-se de metais, preferencialmente irão assumir números de oxidação positivos, já que a tendência principal dos metais é de perder elétrons. Assim, para facilitar a sua memorização, o Monstro preparou uma tabela

contendo alguns dos principais elementos de transição.

Elementos	Possíveis N.Ox.
Ag	+1
Au	+1/+3
Cu, Hg	+1/+2
Fe, Co, Ni	+2/+3
Sn, Pb	+2/+4
Mn	+2/+4/+7

Calculando o N.Ox.

Vejamos qual é o N.Ox. do enxofre nos compostos S_8 , H_2S , H_2SO_3 e H_2SO_4 :

S_8 : Substância simples; N.Ox. $S = 0$.

H_2S : $H = +1$; carga do composto = 0.

$$2(+1) + S = 0$$

$$S = -2$$

H_2SO_3 : $H = +1$; $O = -2$;
carga do composto = 0.

$$2(+1) + S + 3(-2) = 0;$$

$$S = +4$$

H_2SO_4 : $H = +1$; $O = -2$;
carga do composto = 0.

$$2(+1) + S + 4(-2) = 0$$

$$S = +6$$

Para finalizar os exemplos inorgânicos, vejamos qual é o N.Ox do nitrogênio nas espécies N_2 , NH_3 , N_2O , NO_2^- , NH_4^+ e HNO_3 :

N_2 : Substância simples; N.Ox. $N = 0$.

NH_3 : $H = +1$; carga do composto = 0.

$$3(+1) + N = 0$$

$$N = -3$$

N_2O : $O = -2$; carga do composto = 0.

$$2(N) - 2 = 0$$

$$N = +1$$

NO_2^- : $O = -2$; carga do composto = -1.

$$N + 2(-2) = -1$$

$$N = +3$$

NH_4^+ : $H = +1$; carga do composto = +1.

$$N + 4(+1) = +1$$

$$N = -3$$

HNO_3 : $H = +1$; $O = -2$;
carga do composto = 0.

$$1 + N + 3(-2) = 0$$

$$N = +5$$

Número de Oxidação em compostos orgânicos

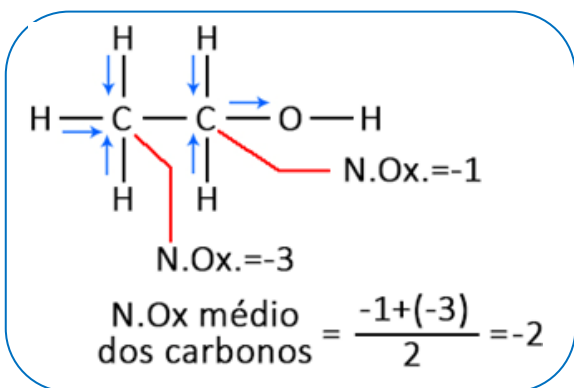
O número de oxidação em estruturas mais complexas, como dos compostos orgânicos, varia de acordo com os átomos. Portanto, deve-se calcular o N.Ox. dos átomos individualmente. Entretanto, se o valor de N.Ox. for calculado da mesma maneira que nos compostos inorgânicos, será obtido o NOx médio de um determinado elemento químico, por exemplo, no etanol, C_2H_6O :

C_2H_6O : $H = +1$; $O = -2$;
carga do composto = 0.

$$2(C) + 6(+1) - 2 = 0;$$

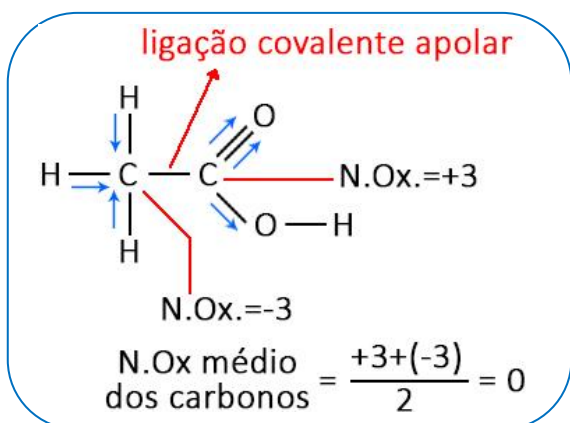
$$C = -2$$

Portanto, pode-se dizer que o NOx médio do carbono na molécula de etanol é -2. Agora, se formos calcular o N.Ox. de cada átomo de carbono individualmente, devemos analisar os átomos separadamente levando em consideração a estrutura da molécula bem como a diferença de eletronegatividade entre os átomos que se ligam a ele, por exemplo, na molécula de etanol:



As setas azuis apontam na direção do elemento mais eletronegativo em cada ligação. Na ligação C-C não existe diferença de eletronegatividade, logo, trata-se de uma ligação covalente apolar, ou seja, não haverá disputa pelo par de elétrons, o que fará com que nenhuma carga apareça nos átomos de carbono em relação à esta ligação. Observe que os dois átomos de carbono apresentam valores de N.Ox. diferentes (-1 e -3), e somente quando é feita a média obtém-se -2.

Para que fique ainda mais claro, vejamos mais um exemplo, dessa vez, com a molécula de ácido acético (ácido etanóico - CH₃COOH):



Note que novamente os átomos de carbono apresentam valores de N.Ox. diferentes (-3 e +3), e somente quando é feita a média entre os valores chega-se à zero.

NOTAS:

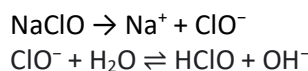


ATIVIDADES PROPOSTAS

1) As bacteriorrizas são exemplos de associações simbióticas entre bactérias e raízes de plantas leguminosas. Essas bactérias fixam o nitrogênio atmosférico (N₂), transformando-o em amônia (NH₃). Nessa transformação, o número de oxidação do elemento nitrogênio é alterado de

- +2 para -3.
- +2 para +1.
- 0 para +3.
- 0 para +1.
- 0 para -3.

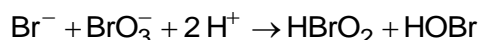
2) O hipoclorito de sódio é utilizado na desinfecção da água para o consumo humano devido à ação oxidante do íon ClO⁻. No entanto, esse sal sofre hidrólise de acordo com a seguinte sequência de reações:



O número de oxidação do cloro no íon hipoclorito é de?

- 0.
- 1.
- +1.
- +2.
- 1.

3) A reação de Belousov-Zhabotinskii, que forma padrões oscilantes espaciais e temporais como ondas, é uma reação extremamente interessante com mecanismo complexo e é um dos exemplos mais conhecidos de formação de estruturas ordenadas em sistemas fora do equilíbrio. Uma das suas etapas é

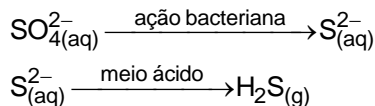


Os números de oxidação do bromo, nessas espécies, na ordem em que aparecem, são respectivamente

- 1, -5, +3, -1
- 1, -1, +3, +1

- c) -1, +5, +3, +1
 d) +1, -1, -3, -1
 e) +1, +5, -3, +1

4) O ciclo do enxofre é fundamental para os solos dos manguezais. Na fase anaeróbica, bactérias reduzem o sulfato para produzir o gás sulfeto de hidrogênio. Os processos que ocorrem são os seguintes:



(Gilda Schmidt. *Manguezal de Cananeia*, 1989. Adaptado.)

Na produção de sulfeto de hidrogênio por esses processos nos manguezais, o número de oxidação do elemento enxofre

- a) diminui 8 unidades.
 b) mantém-se o mesmo.
 c) aumenta 4 unidades.
 d) aumenta 8 unidades.
 e) diminui 4 unidades.

5) Em estações de tratamento de água, é feita a adição de compostos de flúor para prevenir a formação de cáries. Dentre os compostos mais utilizados, destaca-se o ácido fluossilícico, cuja fórmula molecular corresponde a H_2SiF_6 .

O número de oxidação do silício nessa molécula é igual a:

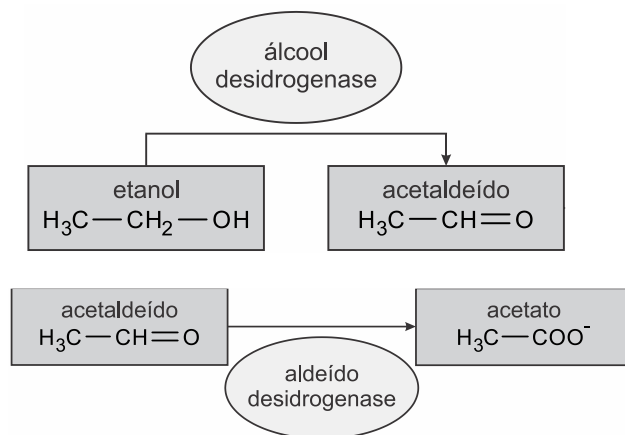
- a) +1
 b) +2
 c) +4
 d) +6

6) Recentemente, foram realizados retratos genéticos e de habitat do mais antigo ancestral universal, conhecido como LUCA. Acredita-se que esse organismo unicelular teria surgido a 3,8 bilhões de anos e seria capaz de fixar CO_2 , convertendo esse composto inorgânico de carbono em compostos orgânicos.

Para converter o composto inorgânico de carbono mencionado em metano (CH_4), a variação do NOX no carbono é de:

- a) 1 unidades.
 b) 2 unidades.
 c) 4 unidades.
 d) 6 unidades.
 e) 8 unidades.

7) O primeiro passo no metabolismo do etanol no organismo humano é a sua oxidação a acetaldeído pela enzima denominada álcool desidrogenase. A enzima aldeído desidrogenase, por sua vez, converte o acetaldeído em acetato.



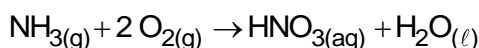
Os números de oxidação médios do elemento carbono no etanol, no acetaldeído e no íon acetato são, respectivamente,

- a) +2, +1 e 0.
 b) -2, -1 e 0.
 c) -1, +1 e 0.
 d) +2, +1 e -1.
 e) -2, -2 e -1.

8) Nos compostos H_2SO_4 , KH , H_2 , H_2O_2 , NaHCO_3 , o número de oxidação do elemento hidrogênio é, respectivamente,

- a) +1, -1, 0, +1, +1.
 b) +1, +1, +1, 0, +1.
 c) +1, -1, 0, +2, +1.
 d) -1, -1, +1, +1, -1.
 e) -1, +1, 0, +1, +2.

9) O ácido nítrico é obtido a partir da amônia por um processo que pode ser representado pela reação global:



Nessa reação, a variação do número de oxidação (Δ_{nox}) do elemento nitrogênio é igual a

- a) 6 unidades.
- b) 4 unidades.
- c) 2 unidades.
- d) 8 unidades.
- e) 10 unidades.

10) O metal que apresenta número de oxidação (Nox) igual a +4 nas espécies abaixo é

- a) Bi_2O_3
- b) SO_3^{2-}
- c) CO_3^{2-}
- d) PbO_2

11) O número de oxidação (Nox) de um elemento quantifica seu estado de oxidação. Qual é o Nox de Cr no ânion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$?

- a) +3
- b) +5
- c) +6
- d) +7

12) O número de oxidação para o elemento boro na espécie química H_3BO_3 é:

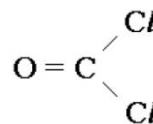
- a) +1
- b) +3
- c) +5
- d) +6
- e) -3

13) Descobertas recentes da Medicina indicam a eficiência do óxido nítrico (NO) no tratamento de determinado tipo de pneumonia. Sendo facilmente oxidado pelo oxigênio e NO_2 , quando preparado em laboratório, o ácido nítrico deve ser recolhido em meio que não contenha O_2 . Os números de oxidação do nitrogênio no NO e NO_2 são, respectivamente:

- a) +3 e +6.
- b) +2 e +4.
- c) +2 e +2.
- d) zero e +4.
- e) zero e +2.

14) No recente atentado terrorista ocorrido na cidade japonesa de Yokohama foi lançado

fosgênio, representado na figura a seguir, num trem subterrâneo.

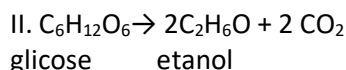
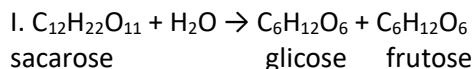


Os elementos químicos que compõem essa substância têm números de oxidação:

I. Carbono; II. Cloro; III. Oxigênio.

- a) (I) +4, (II) -1, (III) -2
- b) (I) -4, (II) +1, (III) -2
- c) (I) +3, (II) -1, (III) -2
- d) (I) -3, (II) +1, (III) +2
- e) (I) 0, (II) -1, (III) +2

15) Uma conversão de "energia alimentar" em "energia não-alimentar", envolve a fermentação da sacarose, representada por:



Apenas na etapa o número de oxidação (médio) do carbono varia, passando de zero para e Na ordem em que aparecem na frase, as lacunas devem ser preenchidas corretamente, por:

- a) I; +6; +6
- b) I; +6; -6
- c) II; +2; +4
- d) II; -2; +4
- e) II; -2; -4

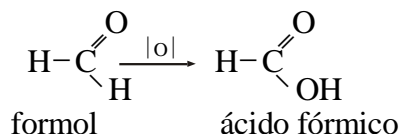
16) Assinale a opção relativa aos números de oxidação **CORRETOS** do átomo de cloro nos compostos KClO_2 , $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$ e $\text{Ba}(\text{ClO}_4)_2$, respectivamente.

- a) -1, -1, -1, -1
- b) +3, +1, +2, +3
- c) +3, +2, +4, +6
- d) +3, +1, +5, +6
- e) +3, +1, +5, +7

17) Um óxido de metal Me tem fórmula Me_2O_3 e peso molecular 160. A respeito do metal neste óxido, pode-se afirmar que seu número de oxidação e seu peso atômico são respectivamente:

- a) +1 e 56
- b) +2 e 32
- c) +2 e 56
- d) +3 e 32
- e) +3 e 56

18) O formol ou formalina é uma solução aquosa de metanal, utilizada na conservação dos tecidos de animais e cadáveres humanos para estudos em Biologia e Medicina. Ele é oxidado a ácido fórmico, segundo a equação abaixo, para evitar que os tecidos animais sofram deterioração ou oxidação.



Nessa transformação, o número de oxidação do carbono sofre uma variação de:

- a) -4 para +4
- b) -3 para -2
- c) -2 para -1
- d) 0 para +2

19) Os números de oxidação do cloro nos compostos HCl, HClO, HClO₂, Ba(ClO₃)₂, Al(ClO₄)₃ são respectivamente:

- a) +1; -1; +3; +5; +7
- b) -1; +1; +3; +7; +5
- c) -1; +1; +3; +5; +7.
- d) +1; -1; +5; +3; +7.
- e) -1; +1; +5; +7; +3.

20) O manganês tem a maior quantidade de números de oxidação em seus compostos do que qualquer um dos elementos da primeira fila de elementos de transição. Quais são os mais importantes números de oxidação do manganês, ilustrados pelos seguintes óxidos:

- I. óxido manganoso, MnO;
- II. dióxido de manganês, MnO₂;
- III. heptóxido de manganês, Mn₂O₇.

- a) -2, -4 e -7
- b) +2 e +7
- c) +2, +3 e +9
- d) +2, +4 e +7
- e) +2, +4 e +14



GABARITOS

- 1) E
- 2) C
- 3) C
- 4) A
- 5) C
- 6) E
- 7) B
- 8) A
- 9) D
- 10) D
- 11) C
- 12) B
- 13) B
- 14) A
- 15) D
- 16) E
- 17) E
- 18) D
- 19) C
- 20) D