

## Número de Oxidação

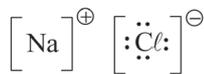
**Número de oxidação (nox)** ou **estado de oxidação** é a carga real ou imaginária que um átomo possui num íon-fórmula ou numa molécula.

Se o composto for iônico e o átomo for o cátion ou o ânion desse composto, a carga será real, pois estará relacionada com transferência definitiva de elétrons. Se, por outro lado, o composto for molecular, a carga será parcial, pois estará relacionada com um compartilhamento de elétrons.

### Exemplos:

a)  $\text{NaCl}$

O sódio possui uma carga real igual a +1 e o cloro igual a -1, pois na formação do cloreto de sódio há doação de 1 elétron do sódio para o cloro.



Neste composto o sódio possui nox = +1 e o cloro nox = -1.

b)  $\text{HCl}$

Nesta molécula o cloro é o elemento mais eletronegativo, por isso atrai mais fortemente o par de elétrons da ligação, assumindo uma carga parcial negativa ( $\delta^-$ ). Como consequência, o hidrogênio assume uma carga parcial positiva ( $\delta^+$ ).



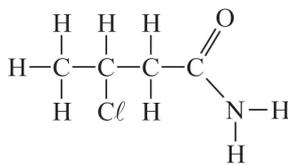
Deste modo, o hidrogênio possui nox = +1 e o cloro nox = -1.

## Nox médio

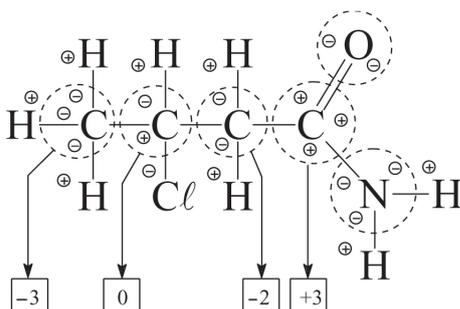
Se vários átomos de um mesmo elemento possuírem números de oxidação diferentes num mesmo composto, devemos calcular o nox médio, que é dado pela média aritmética dos nox de todos os átomos daquele elemento presentes na fórmula do composto.

### Exemplo:

Deseja-se calcular o nox médio do carbono no composto abaixo:



Primeiramente, vamos atribuir as cargas parciais dos átomos em cada ligação, sabendo que, em termos de eletronegatividade:  $\text{H} < \text{C} < \text{Cl} < \text{N} < \text{O}$ . Assim, os átomos mais eletronegativos recebem 1 carga parcial negativa em cada ligação:



Nos quadrados, estão indicadas as somas das cargas parciais de cada átomo de carbono, ou seja, o nox individual de cada átomo.

Finalmente, o nox médio é dado pela média aritmética dos valores encontrados:

$$\text{nox médio do C} = \frac{-3 + 0 - 2 + 3}{4} = \frac{-2}{4} = -\frac{1}{2}$$

Veja que nas ligações C — C não se atribui carga alguma, pois são ligações entre átomos iguais (átomos com a mesma eletronegatividade).

## Regras para cálculo do nox

### Elementos em substâncias simples: nox = 0

#### Exemplos:

$\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ , Na,  $\text{O}_3$ , Fe, Kr, etc.

### Íons simples: nox = carga do íon

#### Exemplos:

$\text{Na}^+ \Rightarrow \text{nox} = +1$

$\text{S}^{2-} \Rightarrow \text{nox} = -2$

$\text{Hg}_2^{2+} \Rightarrow \text{nox} = +2 \div 2 = +1$

### Elementos com nox fixo em substâncias compostas

nox = - 1	nox = + 1	nox = + 2	nox = + 3
F	Li	Be	Al
	Na	Mg	
	K	Ca	
	Rb	Sr	
	Cs	Ba	
	Fr	Ra	
	Ag	Zn	
		Cd	

#### Exemplos:

$\text{BF}_3 \Rightarrow \text{nox do flúor} = -1$

$\text{Na}_2\text{S} \Rightarrow \text{nox do sódio} = +1$

$\text{MgCl}_2 \Rightarrow \text{nox do magnésio} = +2$

### Halogênios (Cl, Br, I, At) em substâncias compostas: nox = - 1, exceto na presença de um elemento mais eletronegativo

#### Exemplos:

$\text{PbCl}_2 \Rightarrow \text{nox do cloro} = -1$

$\text{Cl}_2\text{O} \Rightarrow \text{nox do cloro} \neq -1$

$\text{ICl} \Rightarrow \text{nox do cloro} = -1$ ; nox do iodo = +1

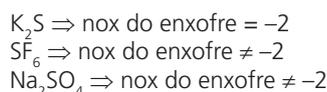
Observação:

**ELETRONEGATIVIDADE  
DOS ELEMENTOS REPRESENTATIVOS:**

H 2,1							He -
Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0	Ne -
Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0	Ar -
K 0,8	Ca 1,0	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8	Kr -
Rb 0,8	Sr 1,0	In 1,7	Sn 1,8	Sb 1,9	Te 2,1	I 2,5	Xe -
Cs 0,7	Ba 0,9	Tl 1,8	Pb 1,8	Bi 1,9	Po 2,0	At 2,2	Rn -
Fr 0,7	Ra 0,9						

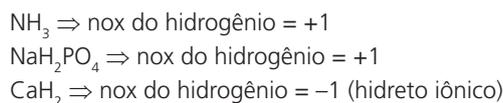
**Calcogênios (S, Se, Te, Po) em substâncias compostas: nox = -2, exceto na presença de um elemento mais eletronegativo.**

Exemplos:



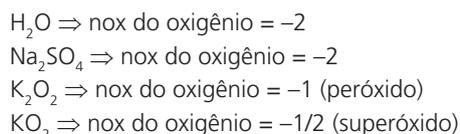
**Hidrogênio em substâncias compostas: nox = +1, exceto nos hidretos iônicos, nos quais possui nox = -1.**

Exemplos:



**Oxigênio em substâncias compostas: nox = -2, exceto nos peróxidos (nox = -1), nos superóxidos (nox = -1/2), no  $OF_2$  (nox = +2) e no  $O_2F_2$  (nox = +1).**

Exemplos:

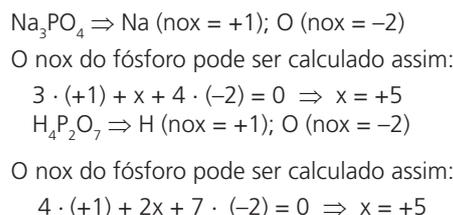


**Dica:**

Os peróxidos e superóxidos são compostos binários contendo normalmente metal alcalino ou alcalinoterroso mais o oxigênio. Como esses metais possuem nox fixo igual a +1 e +2, respectivamente, o nox do oxigênio pode ser facilmente deduzido.

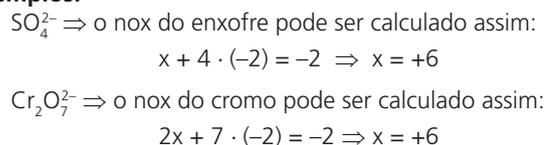
**Substâncias compostas: soma dos nox = 0.**

Exemplos:



**Íons compostos: soma dos nox = carga do íon**

Exemplos:

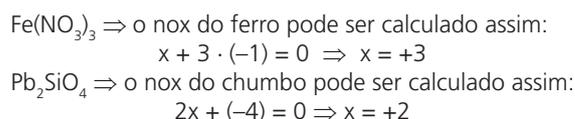


**Principais substâncias e íons compostos:**

Neutros	carga = +1	carga = -1	carga = -2	carga = -3	carga = -4
$H_2O$	$NH_4^+$	$CN^-$	$CO_3^{2-}$	$BO_3^{3-}$	$SiO_4^{4-}$
$NH_3$		$NO_2^-$	$C_2O_4^{2-}$	$PO_3^{3-}$	$P_2O_7^{4-}$
CO		$NO_3^-$	$SiO_3^{2-}$		
NO		$PO_3^-$	$SO_3^{2-}$		
		$MnO_4^-$	$S_2O_3^{2-}$		
		$XO^-$	$SO_4^{2-}$		
		$XO_2^-$	$CrO_4^{2-}$		
		$XO_3^-$	$Cr_2O_7^{2-}$		
		$XO_4^-$	$MnO_4^{2-}$		

Observação: X representa um halogênio (Cl, Br ou I).

Exemplos:



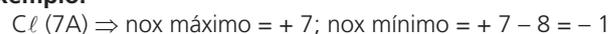
**Nox e Tabela Periódica**

De acordo com as posições dos elementos na Tabela Periódica, podemos estabelecer o nox máximo e o nox mínimo de cada um, bastando para isso que sejam obedecidas às seguintes regras:

**Elementos representativos não metálicos:**

- nox máximo = + (nº da família)
- nox mínimo = + (nº da família) - 8

Exemplo:



**Elementos representativos metálicos e elementos de transição (menos 1B, 2B e 8B):**

- nox máximo = + (nº da família)
- nox mínimo = 0

Exemplo:

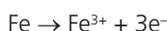


## Oxidação e redução

Muitos fenômenos que ocorrem na natureza envolvem transferência de elétrons. Estes fenômenos são chamados de processos de **oxidação-redução** e ocorrem com a variação do nox de pelo menos um elemento químico.

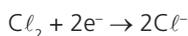
**Oxidação** é a perda de elétrons por um átomo e consequente aumento do número de oxidação.

**Exemplo:**



**Redução** é o ganho de elétrons por um átomo e consequente diminuição do número de oxidação.

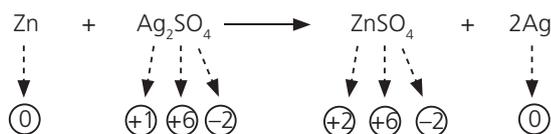
**Exemplo:**



## Reações redox

Reações de **oxidação-redução** ou simplesmente reações **redox** são aquelas em que se verifica alteração do nox de pelo menos um elemento químico.

**Exemplo:**



Podemos observar que, na reação acima, o zinco sofreu **oxidação**, pois seu nox aumentou (de zero para +2), enquanto a prata sofreu **redução**, pois seu nox diminuiu (de +1 para zero). A espécie química reagente que provoca a oxidação de outra é chamada agente oxidante, a qual sofre redução. A espécie química reagente que provoca a redução de outra é chamada agente redutor, a qual sofre oxidação.

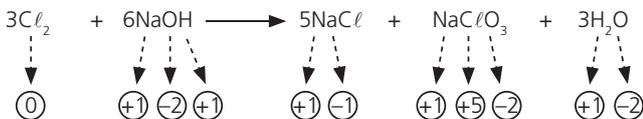
**AGENTE OXIDANTE** ⇒ **PROVOCA OXIDAÇÃO** ⇒ **SOFRE REDUÇÃO**  
**AGENTE REDUTOR** ⇒ **PROVOCA REDUÇÃO** ⇒ **SOFRE OXIDAÇÃO**

Desta maneira, no nosso exemplo acima, o agente oxidante é o  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  e o agente redutor é o Zn.

## Reações de auto-oxirredução

As reações de **auto-oxirredução** são um tipo de reações redox em que um único elemento sofre oxidação e redução simultaneamente.

**Exemplo:**



Observe que apenas o cloro variou o nox, sofrendo **oxidação** (de zero para +5) e também **redução** (de zero para -1). Nessa reação, o cloro é, ao mesmo tempo, agente oxidante e agente redutor.



## Exercícios de Fixação

- Determine o número de oxidação dos elementos destacados nas fórmulas seguintes:
  - $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$
  - $\text{Ba}_2\text{XeO}_6$
  - $\text{NaAuCl}_4$
  - $\text{OF}_2$
  - $\text{Rb}_4\text{Na}[\text{HV}_{10}\text{O}_{28}]$
  - $\text{Ca}(\text{C}\ell\text{O}_2)_2$
  - $\text{ICl}$
  - $\text{FeO}_4^{2-}$
  - $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$
  - $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$

### GABARITO – Exercícios de Fixação

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
+5	+8	+3	+2	+5	+3	+1	+6	+3	+6



## Exercícios Propostos

- (Ufscar) O funcionamento da maioria dos reatores nucleares civis baseia-se no isótopo 235 do urânio,  ${}_{92}\text{U}^{235}$ . O urânio natural apresenta uma distribuição isotópica de aproximadamente 0,72% de  ${}^{235}\text{U}$  e 99,27% de  ${}^{238}\text{U}$ . Para sua utilização em reatores, o urânio deve ser enriquecido até atingir um teor de 3 a 4% em  ${}^{235}\text{U}$ . Um dos métodos utilizados nesse processo envolve a transformação do minério de urânio em  $\text{U}_3\text{O}_8$  sólido ("yellow cake"), posteriormente convertido em  $\text{UO}_2$  sólido e, finalmente, em  $\text{UF}_6$  gasoso, segundo as reações representadas pelas equações:
 
$$\text{UO}_2(\text{s}) + 4\text{HF}(\text{g}) \rightarrow \text{UF}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \text{ (reação 1)}$$

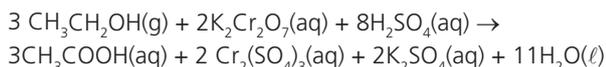
$$\text{UF}_4(\text{s}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{UF}_6(\text{g}) \text{ (reação 2)}$$

$$\text{UO}_2(\text{s}) + 4\text{HF}(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{UF}_6(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \text{ (reação global)}$$
 Com relação ao processo de transformação de  $\text{UO}_2(\text{s})$  em  $\text{UF}_6(\text{g})$ , pode-se afirmar que:
  - as reações 1 e 2 envolvem processos de oxidorredução.
  - apenas a reação 1 envolve processo de oxidorredução.
  - o agente oxidante na reação 2 é o  $\text{UF}_4$  sólido.
  - o agente redutor da reação global é o HF gasoso.
  - na reação global, estão envolvidos os estados +4 e +6 do urânio.
- (Fuvest) A pólvora é o explosivo mais antigo conhecido pela humanidade. Consiste na mistura de nitrato de potássio, enxofre e carvão. Na explosão, ocorre uma reação de oxirredução, formando-se sulfato de potássio, dióxido de carbono e nitrogênio molecular. Nessa transformação, o elemento que sofre maior variação de número de oxidação é o:
  - carbono.
  - enxofre.
  - nitrogênio.
  - oxigênio.
  - potássio.
- (ITA) Considere as reações químicas representadas pelas equações a seguir:
  - $\text{H}_3\text{CCHCH}_2 + \text{HI} \rightarrow \text{H}_3\text{CCHICH}_3$
  - $\text{H}_3\text{CCOOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_3\text{CCOONa} + \text{H}_2\text{O}$
  - $\text{LiAlH}_4 + 4(\text{H}_3\text{C})_2\text{CO} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4(\text{H}_3\text{C})_2\text{CHOH} + \text{LiOH} + \text{Al}(\text{OH})_3$
  - $\text{C}_6\text{H}_6\text{ONa} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{NaCl}$
  - $\text{H}_3\text{CCH}_2\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{CCH}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$

Assinale a opção que apresenta as equações químicas que configuram reações de oxidorredução.

- A) Apenas I e II.                      B) Apenas I e III.  
 C) Apenas II e IV.                    D) Apenas III e IV.  
 E) Apenas V.

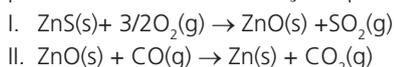
04. (PUC-RIO) O equipamento conhecido como bafômetro permite determinar a quantidade de álcool no sangue através do ar expirado por uma pessoa. O ar é passado por uma solução de dicromato de potássio, de coloração amarela, acidulada com ácido sulfúrico. Caso o etanol esteja presente no ar expirado, este reage com o dicromato em meio ácido produzindo  $Cr^{3+}$ , de coloração verde, conforme a reação indicada a seguir:



De acordo com as informações, é **incorreto** afirmar que:

- A) o estado de oxidação do cromo no dicromato de potássio é 6+.  
 B) na reação,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  é o agente redutor.  
 C) a mudança de coloração decorrente da reação de oxirredução, identifica a presença de etanol.  
 D) o  $\text{SO}_4^{2-}$  originário do ácido sulfúrico, em solução aquosa, é um íon espectador, pois não sofre qualquer tipo de alteração na reação.  
 E) no sulfato de potássio, o potássio tem número de oxidação 1+.

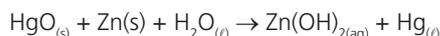
05. (PUC-MG) A obtenção de zinco a partir da blenda (ZnS) ocorre por intermédio de duas reações químicas:



Considerando-se essas informações, é **incorreto** afirmar que, na reação:

- A) I, o enxofre sofre uma oxidação.  
 B) I, o zinco sofre uma redução.  
 C) II, o óxido de zinco funciona como oxidante.  
 D) II, o carbono sofre uma oxidação.

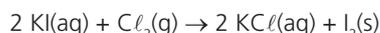
06. (PUC-MG) Uma bateria muito comum utilizada na medicina é o marcapasso, que é colocado sob a pele de pessoas com problemas cardíacos, com a finalidade de regular as batidas do coração. A reação responsável pela produção de corrente elétrica pode ser representada pela equação:



A partir dessas informações, assinale a afirmativa **incorreta**.

- A) O mercúrio do  $\text{HgO}$  sofre uma redução.  
 B) O metal zinco atua como agente oxidante.  
 C) A variação do número de oxidação do mercúrio na reação é de + 2 para 0.  
 D) O zinco aumenta o seu número de oxidação na reação.

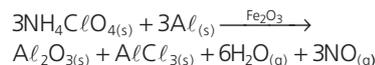
07. (Uerj) Isótopos radioativos de diversos elementos têm grande importância na medicina, já que podem ser usados no diagnóstico ou no tratamento de algumas doenças. O composto de iodo utilizado em tratamentos radioterápicos é o iodeto de potássio. Em presença de cloro, essa substância reage segundo a equação química:



O fenômeno químico de conversão do iodeto em iodo, nessa reação, é classificado como:

- A) redução.                              B) oxidação.  
 C) neutralização.                      D) saponificação.

08. (UFRGS) Veículos espaciais utilizam uma mistura combustível formada por alumínio em pó, perclorato de amônio e óxido de ferro III. Durante a decolagem de um ônibus espacial, uma reação que ocorre é a seguinte:



Considere as afirmações a seguir, a respeito desse processo.

- I. O alumínio metálico é um agente redutor;  
 II. A reação apresenta dois agentes oxidantes;  
 III. O nitrogênio do  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$  sofre oxidação a NO.

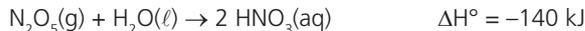
Quais estão **corretas**?

- A) Apenas I.                              B) Apenas II.  
 C) Apenas I e III.                      D) Apenas II e III.  
 E) I, II e III.

09. (Unesp) O nitrogênio pode existir na natureza em vários estados de oxidação. Em sistemas aquáticos, os compostos que predominam e que são importantes para a qualidade da água apresentam o nitrogênio com números de oxidação -3, 0, +3 ou +5. Assinale a alternativa que apresenta as espécies contendo nitrogênio com os respectivos números de oxidação, na ordem descrita no texto.

- A)  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$                       B)  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$   
 C)  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}_2^-$                       D)  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$   
 E)  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$

10. (Unifesp) O nitrogênio tem a característica de formar com o oxigênio diferentes óxidos:  $\text{N}_2\text{O}$ , o "gás do riso"; NO, incolor, e  $\text{NO}_2$ , castanho, produtos dos processos de combustão;  $\text{N}_2\text{O}_3$  e  $\text{N}_2\text{O}_5$ , instáveis e explosivos. Este último reage com água produzindo ácido nítrico, conforme a equação:



Dentre os óxidos descritos no texto, aquele no qual o nitrogênio apresenta maior número de oxidação é o:

- A) NO                                      B)  $\text{NO}_2$   
 C)  $\text{N}_2\text{O}$                                     D)  $\text{N}_2\text{O}_3$   
 E)  $\text{N}_2\text{O}_5$

GABARITO – Exercícios Propostos

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
E	B	B	B	B	B	B	C	A	E



Anotações

OLIMPIADA BRASILEIRA DE QUÍMICA JÚNIOR - 2011

# FARIAS BRITO

## O MELHOR DO BRASIL EM QUÍMICA



O MAIOR NÚMERO DE MEDALHAS DE OURO



ISABELLE  
OURO

VITÓRIA  
OURO

O MAIOR NÚMERO DE MEDALHAS DO CEARÁ

# FB 15 x 14 TODAS AS OUTRAS ESCOLAS JUNTAS



FARIAS BRITO.  
BICAMPEÃO DO ENEM NO CEARÁ.



ORGANIZAÇÃO EDUCACIONAL  
**FARIAS BRITO**  
Lições para toda a vida.

[www.fariasbrito.com.br](http://www.fariasbrito.com.br)

Foto: NEBC