

Prof. Marcus Ennes

Prof. Felipe Garcia

# Química Inorgânica

## UNIDADE 28: Reações redox

Observamos muitas reações químicas durante nossa vida. Desde reações de neutralização ácido-base, como o vinagre na hora de tirar o cheiro de peixe das mãos, reações mais violentas como metais alcalinos em água, ou mesmo reações de oxidação, como o que ocorre com moedas mais antigas ou alguns metais quando molhados. Também temos as reações de combustão, que ocorrem no motor dos automóveis não-elétricos ou no fogão.

Dentre as diversas classificações que uma reação pode ter, ela também pode ser chamada de oxirredução, ou simplesmente redox, que é uma classificação baseada na perda/recebimento de elétrons e conseqüente variação no número de oxidação de um ou mais elementos presentes na reação. Sempre que uma espécie recebe elétrons deve existir outra espécie (derivada ou não do mesmo elemento químico) que perca elétrons.



### Oxidação e redução

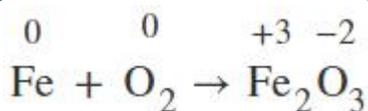
As chamadas reações de oxidação e redução, ou reações de oxirredução, ou reações redox, podem ser definidas como aquelas nas quais ocorrem ganho de elétrons (da espécie que se reduz) e perda de elétrons (da espécie que se oxida). Temos que ter em mente que sempre que houver uma oxidação, haverá uma redução. Os elétrons não ficam “perdidos”, jamais “sobram” ou “faltam”.

O que indicará os ganhos e perdas de elétrons será o número de oxidação dos elementos. Sendo assim, utilizaremos os conceitos de N.Ox. praticamente o tempo todo, e também é com base no N.Ox. que posteriormente balancearemos as reações redox. Relembraremos alguns conceitos mas é recomendável que, caso não tenha sido dominado ou visto este conteúdo, faça-se uma releitura.

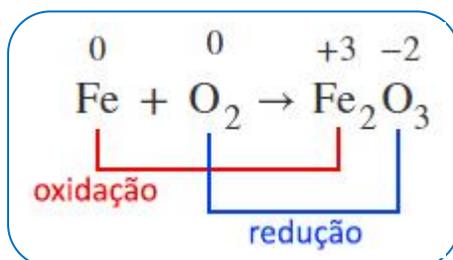
Neste primeiro momento não vamos nos preocupar com o balanceamento das reações, apenas com a identificação de todos os números de oxidação dos elementos e da comparação entre os mesmos nos reagentes e nos produtos. Desta forma descobrimos qual elemento sofreu oxidação e qual

# QUÍMICA DO MONSTRO

elemento sofreu redução, bem como descobriremos quais são os agentes oxidante e redutor. Temos como primeiro exemplo:



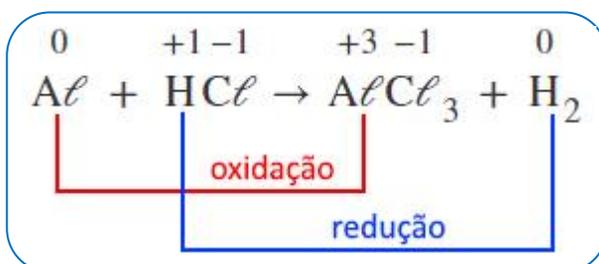
Lembre-se que o número de oxidação de um elemento em uma substância simples (que é composta por apenas um tipo de átomo) é sempre zero. Com isso temos que o N.Ox. do ferro metálico (Fe), e do oxigênio molecular (O<sub>2</sub>), sendo zero. Note que para a molécula do O<sub>2</sub> cada átomo de oxigênio tem N.Ox. zero. Em seguida vamos ao produto, no qual o N.Ox. do oxigênio é -2 e o N.Ox. do ferro é +3. Pode-se então comparar os valores encontrados separadamente para cada elemento, para definir qual elemento sofreu redução e qual sofreu oxidação, conforme demonstrado na reação abaixo:



Percebe-se que o elemento que sofreu oxidação (ferro) tem um aumento no valor do número de oxidação, que corresponde à quantidade de elétrons perdidos no processo, enquanto o elemento que sofreu redução (oxigênio) tem uma redução no valor do número de oxidação, que corresponde à quantidade de elétrons recebidos no processo.

A partir desta identificação podemos definir os agentes redutor e oxidante. Tenha em mente que os agentes redutor e oxidante sempre estarão nos reagentes. O agente redutor será a espécie que contém o elemento que perdeu elétrons, ocasionando sua oxidação, e o agente oxidante será a espécie que contém o elemento que recebeu os elétrons, causando sua redução. Desta forma temos como agente redutor a espécie Fe e como agente oxidante a espécie O<sub>2</sub>. Quando os elementos que sofrem oxidação/redução estiverem em substâncias compostas, estas serão os agentes redutor/oxidante. Veremos exemplos deste tipo mais adiante.

Como segundo exemplo temos a oxidação do alumínio metálico (Al) pela ação do ácido clorídrico (HCl), formando cloreto de alumínio (AlCl<sub>3</sub>) e gás hidrogênio (H<sub>2</sub>):



Após observar os valores de N.Ox. que variaram, e consequentemente já identificados os processos de oxidação e redução (alumínio sofre oxidação e hidrogênio sofre redução), podemos determinar o agente oxidante, que será a espécie dentre os reagentes que contém o hidrogênio, HCl, e o agente redutor, a espécie dentre os reagentes que contém o alumínio, Al.

Como último exemplo temos uma reação na qual dois elementos sofrem oxidação e um elemento sofre redução, observe:

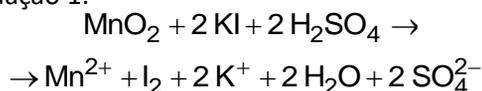




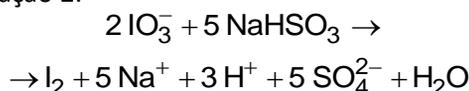
## ATIVIDADES PROPOSTAS

1) O iodo é um elemento relativamente raro, cuja forma elementar ( $I_2$ ) é produzida a partir de suas espécies iônicas encontradas na natureza. As algas marinhas e as águas-mães do processamento do salitre do Chile são fontes naturais de íons iodeto ( $I^-$ ) e iodato ( $IO_3^-$ ), respectivamente. A conversão desses íons em iodo molecular ocorre de acordo com as equações 1 e 2.

Equação 1:



Equação 2:

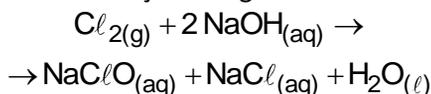


De acordo com os processos descritos, o elemento iodo sofre

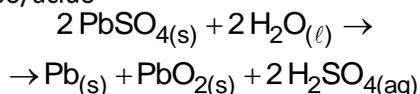
- redução na equação 1 e oxidação na equação 2.
- oxidação em ambas as equações.
- redução em ambas as equações.
- oxirredução apenas na equação 1.
- oxidação na equação 1 e redução na equação 2.

2) Analise as reações.

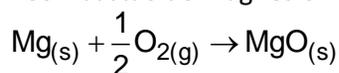
Reação 1 – Obtenção de água sanitária



Reação 2 – Reação de carga de uma bateria chumbo/ácido



Reação 3 – Combustão de magnésio metálico



Reação 4 – Obtenção de cal

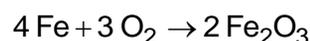


São exemplos de oxirredução, que apresentam um reagente atuando simultaneamente como oxidante e redutor, as reações

- 1 e 3.
- 2 e 3.
- 1 e 4.
- 2 e 4.
- 1 e 2.

3) É muito conhecido o fenômeno de formação da ferrugem, que ocorre quando materiais constituídos de ferro entram em contato com o oxigênio ou mesmo com a umidade.

A equação química

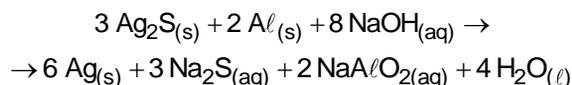


é uma das que explicam a formação da ferrugem, o desgaste do material e a mudança de cor.

Observando a equação, indique a única alternativa correta.

- O ferro sofre redução.
- O ferro é o agente oxidante.
- O oxigênio sofre oxidação.
- O oxigênio é o agente redutor.
- O ferro sofre oxidação e o oxigênio redução.

4) Os objetos de prata tendem a escurecer com o tempo, em contato com compostos de enxofre, por causa da formação de uma película superficial de sulfeto de prata ( $Ag_2S$ ), que é escuro. Um método muito simples para restaurar a superfície original desses objetos é mergulhá-los em uma solução diluída aquecida de hidróxido de sódio ( $NaOH$ ), contida em uma panela comum de alumínio. A equação química que ilustra esse processo é:



A restauração do objeto de prata ocorre por causa do(a)

- prata, que reduz o enxofre.
- íon sulfeto, que sofre oxidação.

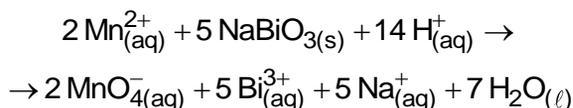
- c) íon hidróxido, que atua como agente oxidante.  
d) alumínio, que atua como agente redutor no processo.  
e) variação do pH do meio reacional, que aumenta durante a reação.

5) A reação que ocorre entre a fosfina e o oxigênio é representada pela equação química  
$$2 \text{PH}_3(\text{g}) + 4 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$$

As substâncias que atuam como agente oxidante e agente redutor desse processo são, respectivamente,

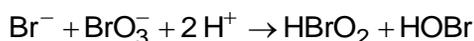
- a)  $\text{O}_2$  e  $\text{PH}_3$ .  
b)  $\text{O}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .  
c)  $\text{O}_2$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$ .  
d)  $\text{PH}_3$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .  
e)  $\text{PH}_3$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

6) Com base na reação abaixo, determine: a espécie oxidada e reduzida e o agente oxidante e redutor, respectivamente.



- a) Na, Mn,  $\text{NaBiO}_3$ ,  $\text{Mn}^{2+}$   
b) Mn, Bi,  $\text{NaBiO}_3$ ,  $\text{Mn}^{2+}$   
c) H, Bi,  $\text{NaBiO}_3$ ,  $\text{H}^{+}$   
d) Bi, Mn,  $\text{NaBiO}_3$ ,  $\text{Mn}^{2+}$   
e) Mn, Na,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{NaBiO}_3$

7) 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

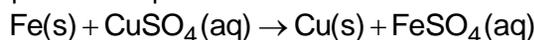


Os números de oxidação do bromo, nessas espécies, na ordem em que aparecem, são respectivamente

- a) -1, -5, +3, -1  
b) -1, -1, +3, +1

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

8) Quando um prego de ferro é mergulhado em uma solução aquosa de sulfato de cobre (II), observa-se a formação de cobre metálico sobre a superfície do prego em decorrência da reação representada por

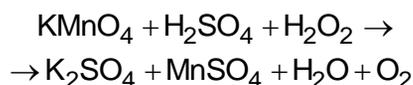


Essa é uma reação de oxirredução na qual

- a) o ferro metálico perde elétrons e, portanto, é o agente oxidante.  
b) o ferro metálico perde elétrons e, portanto, é o agente redutor.  
c) o ferro metálico ganha elétrons e, portanto, é o agente oxidante.  
d) o íon de cobre (II) ganha elétrons e, portanto, é o agente redutor.  
e) o íon de cobre (II) perde elétrons e, portanto, é o agente oxidante.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) é muito empregado como agente oxidante. Tem usos na oxidação de compostos orgânicos e como oxidante leve. Nos laboratórios de química, é empregado para oxidar a água oxigenada na determinação de sua concentração em meio ácido. A reação não balanceada que ocorre com a água oxigenada é a seguinte:



9) O agente redutor do processo acima é o

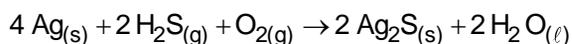
- a)  $\text{KMnO}_4$   
b)  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
c)  $\text{H}_2\text{O}_2$   
d)  $\text{O}_2$

10) A água é o principal componente do sangue. Não é à toa que profissionais de saúde aconselham que se beba 8 copos de água por dia. Assim, quanto mais água ingerida, mais líquido vermelho corre nas veias. Isso aumenta o transporte de nutrientes por todo o corpo, inclusive para o cérebro, que tem suas funções

otimizadas. Isso se dá não só porque o cérebro recebe mais nutrientes por meio do sangue, mas também porque certas reações químicas que acontecem nele, entre elas, a formação da memória, também dependem da presença da água para acontecer. A água atua como agente oxidante na seguinte equação:

- a)  $2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} + 2 \text{HCl}$ .
- b)  $3 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{CO}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 3 \text{O}_2$ .
- c)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .
- d)  $2 \text{Na} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2$ .

11) O escurecimento de talheres de prata pode ocorrer devido à presença de derivados de enxofre encontrados nos alimentos. A equação química de oxidação e redução que representa esse processo está descrita a seguir.



Nesse processo, o agente redutor é

- a) sulfeto de hidrogênio
- b) oxigênio gasoso
- c) sulfeto de prata
- d) prata metálica
- e) água

12) Os óxidos de nitrogênio, importantes poluentes atmosféricos, são emitidos como resultado da combustão de qualquer substância que contenha nitrogênio e são introduzidos na atmosfera pelos motores de combustão interna, fornos, caldeiras, estufas, incineradores utilizados pelas indústrias químicas e pela indústria de explosivos. Os principais óxidos de nitrogênio são: NO (óxido nítrico); NO<sub>2</sub> (dióxido de nitrogênio). O NO (óxido nítrico) pode ser obtido na reação entre a prata metálica e o ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), como mostra a reação abaixo, não equilibrada.



Em relação à obtenção do NO (óxido nítrico), assinale a alternativa correta.

- a) Na reação o agente oxidante é a prata.
- b) O HNO<sub>3</sub> é o agente oxidante.

- c) Na reação, o nitrogênio do AgNO<sub>3</sub> sofre oxidação.
- d) O número de oxidação do nitrogênio no HNO<sub>3</sub> é igual a 4+.
- e) A equação, depois de balanceada, apresenta soma dos coeficientes dos menores números inteiros igual a 23.

13) Arqueólogos franceses encontraram grandes quantidades de dióxido de manganês em resquícios de carvão e fuligem das fogueiras. Isso sugere que os Neandertais não gastavam tanta energia atrás desse composto químico só para pintar o corpo, como suspeitavam os pesquisadores, e, sim, para fazer fogueiras. Mas qual a relação desse mineral com fogo? Toda. Por ser um mineral muito abrasivo, quando moído e colocado sobre madeira, diminui a temperatura necessária para combustão - a centelha ideal para facilitar a vida dos nossos primos distantes.

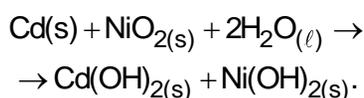
O dióxido de manganês, ao ser misturado à madeira, era lentamente aquecido em presença do ar, sofrendo decomposição com liberação de oxigênio e facilitando a combustão da madeira para acender as fogueiras, segundo a seguinte equação:



O dióxido de manganês é um poderoso agente

- a) redutor, por oxidar o oxigênio, sofrendo oxidação.
- b) redutor, por oxidar o oxigênio, sofrendo redução.
- c) redutor, por reduzir o oxigênio, sofrendo oxidação.
- d) oxidante, por oxidar o oxigênio, sofrendo redução.
- e) oxidante, por reduzir o oxigênio, sofrendo oxidação.

14) Pilhas de Ni-Cd são muito utilizadas em eletrodomésticos caseiros, como em rádios portáteis, controles remotos, telefones sem fio e aparelhos de barbear. A reação de oxirredução desse tipo de pilha é



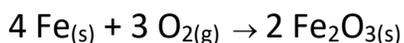
Considere as seguintes afirmações a respeito dessa reação:

- I. O cádmio se oxida.
- II. O dióxido de níquel é o agente redutor.
- III. O cádmio é o agente oxidante.
- IV. O número de oxidação do níquel varia de +4 para +2.

Está correto o que se afirma em

- a) I, II e III apenas.
- b) III e IV apenas.
- c) I, II, III e IV.
- d) I e IV apenas.

15) A ferrugem contém uma substância que é formada pela reação do oxigênio do ar com o ferro presente em uma superfície metálica. Esse processo pode ser representado pela seguinte equação química:

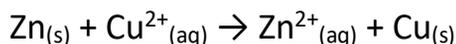


Nesse processo, o oxigênio sofre a transformação química denominada:

- a) redução
- b) oxidação
- c) esterificação
- d) neutralização

16) Para identificar o redutor e o oxidante em uma reação redox, é necessário comparar os números de oxidação dos elementos antes e depois da reação.

Ao se colocar um pedaço de zinco em uma solução de cobre (II) ocorre a reação:



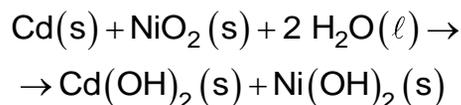
Assinale a alternativa correta.

- a) O número de oxidação do zinco diminui de +2 a 0 e o do cobre aumenta de 0 a +2.
- b) O zinco sofreu redução e o cobre sofreu oxidação.
- c) O zinco se oxida e ele é o agente redutor, nessa reação, e como o cobre se reduz, o íon cobre (II) é o agente oxidante.

d) O zinco se reduz e ele é o agente redutor, nessa reação, e como o cobre se oxida, o íon cobre (II) é o agente oxidante.

e) O número de oxidação do  $\text{Zn}_{(s)}$  e do  $\text{Cu}_{(s)}$  são, respectivamente, 1 e 1.

17) A bateria de níquel-cádmio (pilha seca), usada rotineiramente em dispositivos eletrônicos, apresenta a seguinte reação de oxirredução



O agente oxidante e o agente redutor dessa reação, respectivamente, são:

- a)  $\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$ ,  $\text{Cd}(\text{OH})_2_{(s)}$
- b)  $\text{NiO}_2_{(s)}$ ,  $\text{Cd}(\text{OH})_2_{(s)}$
- c)  $\text{NiO}_2_{(s)}$ ,  $\text{Cd}_{(s)}$
- d)  $\text{Cd}_{(s)}$ ,  $\text{Cd}(\text{OH})_2_{(s)}$
- e)  $\text{NiO}_2_{(s)}$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_2_{(s)}$

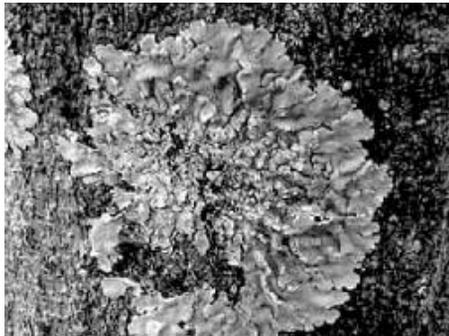
18) Atualmente, soldados em campo, seja em treinamento ou em combate, podem aquecer suas refeições, prontas e embaladas em bolsas plásticas, utilizando aquecedores químicos, sem precisar fazer fogo. Dentro dessas bolsas existe magnésio metálico em pó e, quando o soldado quer aquecer a comida, ele coloca água dentro da bolsa, promovendo a reação descrita pela equação química:



O aquecimento dentro da bolsa ocorre por causa da

- a) redução sofrida pelo oxigênio, que é uma reação exotérmica.
- b) oxidação sofrida pelo magnésio, que é uma reação exotérmica.
- c) redução sofrida pelo magnésio, que é uma reação endotérmica.
- d) oxidação sofrida pelo hidrogênio, que é uma reação exotérmica.
- e) redução sofrida pelo hidrogênio, que é uma reação endotérmica.

19) Nas últimas décadas, o dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) tem sido o principal contaminante atmosférico que afeta a distribuição de líquens em áreas urbanas e industriais. Os líquens absorvem o dióxido de enxofre e, havendo repetidas exposições a esse poluente, eles acumulam altos níveis de sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) e bissulfatos ( $\text{HSO}_4^-$ ), o que incapacita os constituintes dos líquens de realizarem funções vitais, como fotossíntese, respiração e, em alguns casos, fixação de nitrogênio.



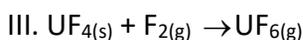
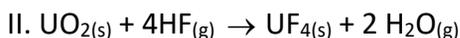
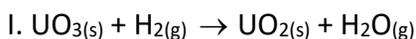
(Rubén Lijteroff *et al.* *Revista Internacional de contaminación ambiental*, maio de 2009. Adaptado.)

Nessa transformação do dióxido de enxofre em sulfatos e bissulfatos, o número de oxidação do elemento enxofre varia de \_\_\_\_\_ para \_\_\_\_\_, portanto, sofre \_\_\_\_\_.

As lacunas desse texto são, correta e respectivamente, preenchidas por:

- a) -4; -6 e redução.
- b) +4; +6 e oxidação.
- c) +2; +4 e redução.
- d) +2; +4 e oxidação.
- e) -2; -4 e oxidação.

20) Na produção de combustível nuclear, o trióxido de urânio é transformado no hexafluoreto de urânio, como representado pelas equações químicas:



Sobre tais transformações, pode-se afirmar, corretamente, que ocorre oxirredução apenas em

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) I e II.
- e) I e III.



## GABARITOS

1) E

2) E

3) E

4) D

5) A

6) B

7) C

8) B

9) C

10) D

11) D

12) B

13) D

14) D

15) A

16) C

17) C

18) B

19) B

20) E