

INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA  
Unidade Departamental de Engenharias  
Licenciatura em Engenharia Química e Bioquímica

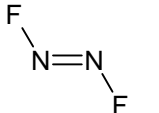
## **QUÍMICA INORGÂNICA (1º Ano/2 º Semestre)**

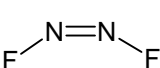
### **SÉRIES DE EXERCÍCIOS**

Ano Lectivo 2017-2018

## 1ª Série de exercícios – Teorias da Ligação Química

1. Considere os seguintes pares de orbitais atômicas pertencentes a núcleos adjacentes: a) 1s e 1s; b) 1s e 2p<sub>x</sub>; c) 2p<sub>x</sub> e 2p<sub>y</sub>; d) 3p<sub>y</sub> e 3p<sub>z</sub>; e) 2p<sub>x</sub> e 2p<sub>x</sub>; f) 1s e 2s. Quais podem coalescer e formar uma ligação sigma? Quais podem coalescer e formar uma ligação pi? Quais não podem coalescer (não há formação de qualquer ligação)? Admita que o eixo dos xx é o eixo internuclear, ou seja, a linha que une os núcleos dos dois átomos.
2. Utilizar a hibridação de orbitais atômicas para descrever as ligações na molécula de AsH<sub>3</sub>.
3. Determinar o estado de hibridação do átomo central de cada uma das seguintes moléculas: a) HgCl<sub>2</sub>; b) AlI<sub>3</sub>; c) PF<sub>3</sub>. Descreva o processo de hibridação e determine a geometria da molécula em cada caso.
4. Quais as orbitais híbridas dos átomos de carbono nas seguintes moléculas?
  - 4.1. CH<sub>3</sub> – CH<sub>3</sub>
  - 4.2. CH<sub>3</sub> – CH = CH<sub>2</sub>
  - 4.3. CH<sub>3</sub> – CH<sub>2</sub> – OH
  - 4.4. CH<sub>3</sub> – CH = O
  - 4.5. CH<sub>3</sub> – COOH
5. Justificar que a ligação química em O<sub>2</sub><sup>2-</sup> é mais fraca que em O<sub>2</sub>, mas em O<sub>2</sub><sup>+</sup> é mais forte (recorrer ao conceito de orbitais moleculares).
6. Coloque as seguintes espécies químicas por ordem de estabilidade: Li<sub>2</sub>, Li<sub>2</sub><sup>+</sup> e Li<sub>2</sub><sup>-</sup>. Utilize diagramas de orbitais moleculares para justificar a escolha.
7. Escrever a configuração electrónica da molécula de B<sub>2</sub> no estado fundamental. É uma molécula diamagnética ou paramagnética?
8. Indicar o número de ligações σ e π presentes na molécula de HCN.
9. A molécula com a fórmula N<sub>2</sub>F<sub>2</sub> pode existir em duas geometrias alternativas:
 





  - 9.1. Qual a hibridação do átomo N na molécula?
  - 9.2. Qual das geometrias possui momento dipolar não nulo?
10. Das seguintes espécies, qual apresenta um comprimento de ligação maior: F<sub>2</sub> ou F<sub>2</sub><sup>-</sup>?
11. Escrever a configuração electrónica da molécula O<sub>2</sub> no estado fundamental e mostrar que se trata de uma molécula paramagnética.

12. Usando a Teoria da Ligação de Valência, descreva a ligação química nas moléculas de  $BeH_2$  e  $H_2O$ . Justifique.
13. O metanal, ou formaldeído, de fórmula  $CH_2O$ , apresenta uma estrutura plana com ângulos de aproximadamente  $120^\circ$ . Usando a teoria da ligação de valência descrever as diferentes ligações químicas identificando, se necessário, o tipo de hibridação a que recorreu.
14. Preveja qual das moléculas deve ter momento dipolar, desenhe a geometria das moléculas e a direcção do momento dipolar nos casos em que existe:  
 $BeF_2$   $BF_3$   $NH_3$   $PH_3$   $CH_4$   $H_2O$   $H_2S$
15. Considerando apenas as orbitais de valência atómicas, quantas orbitais moleculares são formadas por 100 átomos de  $Mg$ ? Quantas destas orbitais estão ocupadas por pares de electrões?

**2ª Série de exercícios – Electroquímica**

- Complete e acerte as seguintes equações de oxidação-redução:
  - $Cr_2O_7^{2-} + Fe^{2+} \rightarrow Cr^{3+} + Fe^{3+}$  (meio ácido)
  - $MnO_2 + PbO_2 \rightarrow Pb^{2+} + MnO_4^-$  (meio ácido)
  - $Cr_2O_7^{2-} + H_2SO_3 \rightarrow Cr^{3+} + HSO_4^-$  (meio ácido)
  - $CrO_4^{2-} + Fe(OH)_2 \rightarrow CrO_2^- + Fe(OH)_3$  (meio básico)
  - $ClO^- + I^- \rightarrow Cl^- + I_2$  (meio básico)
  - $Fe_3O_4 + MnO_4^- \rightarrow Fe_2O_3 + MnO_2$  (meio básico)
- Alguns catalisadores utilizados na produção de gasolina são de platina finamente dividida num suporte sólido inerte. Suponha que o dióxido de platina,  $PtO_2$ , e o hidrogénio gasoso reagem para formar platina metálica e água.
  - Indicar o nº de oxidação da platina nos dois casos.
  - Qual o agente redutor?
  - Calcular a massa de água produzida em conjunto com 1 g de  $Pt$ .
- Calcular o volume de uma solução de  $KMnO_4$  0.05 M necessário para oxidar 2 g de  $FeSO_4$  numa solução ácida.
- Indicar os números de oxidação de todos os elementos nas seguintes moléculas e iões: a)  $Mg_3N_2$ ; b)  $CsO_2$ ; c)  $CO_3^{2-}$ ; d)  $ZnO_2^{2-}$ ; e)  $NaBH_4$ ; f)  $WO_4^{2-}$ .
- As reacções de combustão são reacções redox. Esta afirmação é falsa ou verdadeira? Justificar.
- Sabendo que o potencial de redução padrão de  $MnO_4^-(aq)$  a  $Mn^{2+}(aq)$  é 1.52 V e o potencial de redução padrão de  $O_2(g)$  a  $H_2O_2(g)$  é 0.68 V, justifique a descoloração das soluções aquosas de permanganato de potássio por adição de peróxido de hidrogénio (escreva a respectiva equação).
- Calcule o potencial de redução correspondente ao par  $Cl_2/Cl^-$ , sabendo que o potencial de redução padrão para  $H_2O_2/H_2O$  é 1.77 V e que a pilha que funciona, em condições padrão, com base na reacção  $H_2O_2(aq) + 2Cl^-(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + Cl_2(g)$  tem uma f.e.m. igual a 0.41 V.
- Calcule o potencial de redução correspondente ao par  $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ , sabendo que o potencial de redução padrão para  $O_2/H_2O_2$  é 0.68 V e que a pilha padrão que funciona com base nestes pares redox tem f.e.m igual a 0.65 V (escrever as equações das semi-reacções e da reacção redox).

9. Verificar, com base nos potenciais de eléctrodo, se as reacções traduzidas pelas equações químicas podem ocorrer espontaneamente (consultar a tabela de potenciais):
- 9.1.  $I_2(s) + 2KBr(aq) \rightarrow 2I^-(aq) + 2K^+(aq) + Br_2(aq)$   
 9.2.  $Cl_2(g) + 2KBr(aq) \rightarrow 2Cl^-(aq) + 2K^+(aq) + Br_2(aq)$
10. Prever se as seguintes reacções ocorreriam espontaneamente em solução aquosa a 25°C. Considere as concentrações iniciais das espécies dissolvidas iguais a 1 M.
- 10.1.  $Ca(s) + Cd^{2+}(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + Cd(s)$   
 10.2.  $2Br^-(aq) + Sn^{2+}(aq) \rightarrow Br_2(l) + Sn(s)$   
 10.3.  $2Ag(s) + Ni^{2+}(aq) \rightarrow 2Ag^+(aq) + Ni(s)$
11. Qual ou quais dos seguintes metais podem reagir espontaneamente com água pura? Escrever as reacções. a) *Cu*; b) *Mg*; c) *Ag*; d) *Ca*.
12. Suponha que numa determinada pilha ocorre a reacção  $N^{2+} + M \rightarrow N + M^{2+}$ , em que *M* designa um metal e a que corresponde uma variação de energia de Gibbs padrão de  $\Delta G^0 = -69233 \text{ J mol}^{-1}$ , a 25 °C. Calcule o valor do potencial padrão desta pilha.
13. É de 1.0 V o potencial de uma pilha constituída por um eléctrodo de grafite imerso numa solução de concentração  $4 \times 10^{-3} \text{ M}$  em iões de  $Fe^{3+}$  e  $5 \times 10^{-4} \text{ M}$  em iões de  $Fe^{2+}$  um eléctrodo de chumbo imerso numa solução de concentração 0.022 M em iões  $Pb^{2+}$  25 °C. A oxidação dá-se no eléctrodo de chumbo. Calcule o  $E^\circ(Pb^{2+}/Pb)$  sabendo que  $E^\circ(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0.77 \text{ V}$ .
14. Seja a pilha constituída por um fio de manganês mergulhado numa solução de cloreto de manganês ( $MnCl_2$ ) 0.1 M e uma placa de prata mergulhada numa solução saturada de sulfureto de prata ( $Ag_2S$ ).  $K_{ps}(Ag_2S) = 6.3 \times 10^{-51}$ .
- 14.1. Representar esquematicamente a pilha.  
 14.2. Calcular a f.e.m. a 25 °C:  $E^\circ(Ag^+/Ag) = 0.80 \text{ V}$  e  $E^\circ(Mn^{2+}/Mn) = -1.18 \text{ V}$ .  
 14.3. Calcular a constante de equilíbrio da reacção redox presente na pilha a 25 °C.
15. Calcule o potencial padrão da pilha constituída pela meia-pilha  $Zn/Zn^{2+}$  e pelo EPH. Qual seria a f.e.m. da pilha se  $[Zn^{2+}] = 0.45 \text{ M}$ ,  $P_{H_2} = 2 \text{ atm}$  e  $[H^+] = 1.8 \text{ M}$ ?
16. Calcule a f.e.m. da seguinte pilha de concentração:  
 $Mg(s) | Mg^{2+}(aq, 0.24 \text{ M}) | KCl(\text{sat}) | Mg^{2+}(aq, 0.53 \text{ M}) | Mg(s)$
17. Calcular a massa de alumínio que é depositada numa electrólise, num banho contendo iões de  $Al^{3+}$ , com uma intensidade de corrente de 40 A, durante 30 minutos.
18. Uma corrente constante passa durante 18 horas através de uma célula electrolítica contendo  $MgCl_2$ . Calcular a intensidade de corrente sabendo que se obtiveram  $4.8 \times 10^5 \text{ g}$  de  $Cl_2$ .

19. Qual é a produção horária de cloro gasoso de uma célula electrolítica com o electrólito aquoso NaCl e usando uma corrente de  $1.5 \times 10^3$  A. A eficiência do ânodo para a oxidação de  $\text{Cl}^-$  é 93%.
20. A cromagem é aplicada por electrólise a objectos suspensos numa solução de dicromato de acordo com a seguinte semi-reacção (não acertada):  
$$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) + e^- \rightarrow \text{Cr}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
Quanto tempo (em horas) levaria a aplicar uma cromagem de espessura  $1 \times 10^{-2}$  mm a um pára-choques de um automóvel com uma área de  $0.25 \text{ m}^2$ , numa célula electrolítica usando uma corrente de 25 A?
21. A purificação industrial de cobre faz-se por electrólise. O cobre impuro funciona como ânodo e o cátodo é feito de cobre puro. Os eléctrodos são mergulhados numa solução de  $\text{CuSO}_4$ . (a) Escreva a reacção global do processo. (b) Supondo que o cobre está contaminado com Zn e Ag, explique o que acontece a estas impurezas na electrólise. (c) Quantas horas são necessárias para obter 1 kg de cobre com uma corrente de 18.9 A?
22. Antes de Hall e Héroult terem inventado o processo electrolítico, o alumínio era produzido por redução do seu cloreto com um metal activo. Quais os metais que poderia usar para produzir alumínio por este método? (pista: consultar a tabela de potenciais de redução padrão)
23. A mesma quantidade de carga eléctrica que deposita 0.583 g de prata atravessa uma solução contendo um sal de ouro, tendo-se depositado 0.355 g num determinado circuito electrónico. Qual é o estado de oxidação do ouro neste sal?
24. Pretende-se cobrear uma folha de aço com um metro de comprimento e 30 cm de largura de modo a obter uma camada uniforme com 0.02 mm. Se for utilizada uma corrente de 100 A qual o tempo necessário para este processo? Considere a densidade do cobre igual a  $8.9 \text{ g cm}^{-3}$ .

**3ª Série de exercícios – Introdução à Química Inorgânica**

1. Indique três tipos de tratamento preliminar dos minérios. Como se designam os materiais inúteis?
2. Por vezes é necessário proceder a uma calcinação prévia do mineral. Complete a equação seguinte:  $\text{PbS (s)} + \dots \rightarrow \dots + \dots$ .
3. Seleccione um metal a partir da série electroquímica que seja adequado para reduzir a altas temperatura o óxido de cromo (III). Será que esse metal também poderia ser utilizado na redução do óxido de manganês (II,III)?
4. Qual dos seguintes compostos, cloreto de ferro ou cloreto de sódio, necessita ser submetido a electrólise para obter o respectivo metal livre? Justificar.
5. Descreva as reacções que ocorrem no processo de obtenção do ferro em alto-forno.
6. O que é o processo de Mond? Indique outros tipos de purificação de metais.
7. Como pode distinguir entre sólidos condutores, semicondutores e isolantes? Como pode tornar um semicondutor condutor de electricidade?
8. Porque é que o potássio não é habitualmente preparado por electrólise a partir de um dos seus sais?
9. A energia de segunda ionização do magnésio é apenas cerca do dobro da de primeira ionização, ao passo que a energia de terceira ionização é cerca de dez vezes maior. Justifique esta diferença tão significativa.
10. Porque é que o alumínio não é cor roído como o ferro? Quantas horas serão necessárias para depositar 664 g de Al no processo de Hall, com uma corrente de 32.6 A?
11. Escreva as reacções dos três tipos de óxido com a água. Que tipo de reacções são estas? Descreva os processos de obtenção do peróxido de hidrogénio e do ácido sulfúrico.
12. Como pode preparar o fluoreto de hidrogénio? Será seguro guardar este reagente num recipiente de vidro? Estabeleça por ordem decrescente a força ácida das soluções aquosas dos halogenetos de hidrogénio.
13. Descreva o processo cloro-alcálico para obtenção do cloro gasoso.
14. Nos seus compostos, o hidrogénio apresenta três tipos de ligação. Descreva, usando um exemplo, cada tipo dessas ligações.

15. O hidróxido de sódio é higroscópico, isto é, absorve humidade quando exposto à atmosfera. Um estudante deixou um pedaço de NaOH num vidro de relógio e após alguns dias verificou que o pedaço estava coberto por um sólido branco. De que sólido se trata?
16. Explique porque é que:
- 16.1. O  $\text{NH}_3$  é mais básico do que  $\text{PH}_3$ .
  - 16.2.  $\text{NH}_3$  tem um ponto de ebulição mais elevado do que  $\text{PH}_3$ .
  - 16.3.  $\text{PCl}_5$  existe mas  $\text{NCl}_5$  não.
  - 16.4.  $\text{N}_2$  é mais inerte do que  $\text{P}_4$ .
17. Descreva duas reacções em que o ácido sulfúrico actue como oxidante.
18. Mostre que o cloro, o bromo e o iodo não são muito diferentes, descrevendo o seu comportamento:
- 18.1. Com hidrogénio.
  - 18.2. Na produção de sais de prata.
  - 18.3. Como agentes oxidantes.
  - 18.4. Com hidróxido de sódio.
  - 18.5. Em que aspectos é que o flúor não se comporta como um halogéneo típico?
19. Estabeleça a configuração electrónica do ferro e do manganês, e dos respectivos iões mais comuns.
20. Indique as fórmulas/nomes dos complexos seguintes:
- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 20.1. Sulfato de tetraminocobre (II) | 20.4. $\text{K}_3[\text{CoBr}_6]$           |
| 20.2. Brometo de hexaquocrómio (III) | 20.5. $\text{NH}_4[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ |
| 20.3. Ião tetracianoniquelato (II)   | 20.6. $\text{AgF}_4^-$                      |
21. Qual das espécies não actua como ligando na formação de complexos? Justificar.
- |                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| 21.1. $\text{CN}^-$        | 21.4. $\text{NH}_4^+$ |
| 21.2. $\text{H}_2\text{O}$ | 21.5. $\text{Cl}^-$   |
| 21.3. $\text{CO}$          |                       |
22. Qual é o número de oxidação do átomo metálico central nos seguintes compostos:
- |   |   |
|---|---|
| 22.1. $[\text{Ru}(\text{NH}_3)_5(\text{H}_2\text{O})]\text{Cl}_2$ | 22.2. $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_3$ |
|---|---|
23. Desenhe os isómeros geométricos do ião complexo tetraaminodiclorocobalto (III).
24. O ião cúprico hidratado azul absorve radiação a 600 nm. Calcule a variação energética envolvida na transição electrónica. Com base na teoria do campo cristalino, como explica este fenómeno? Porque razão a solução de cobre fica azul mais forte se adicionarmos amoníaco? E qual seria o efeito se adicionássemos cloreto de sódio.



**4ª Série de exercícios – Reacções nucleares e estabilidade nuclear**

- Um átomo de rádio-221 emite uma partícula  $\alpha$ . Quantos prótons e neutrões há no núcleo do átomo resultante?
- Em que átomo o  ${}^{210}_{82}\text{Pb}$  se transforma ao emitir uma partícula  $\beta$ ?
- Que partículas são emitidas durante cada uma das seguintes desintegrações nucleares:
  - ${}^{56}_{27}\text{Co} \rightarrow {}^{56}_{26}\text{Fe} + \dots$
  - ${}^{241}_{94}\text{Pu} + {}^4_2\alpha \rightarrow {}^{243}_{95}\text{Am} + \dots$
  - ${}^{89}_{36}\text{Kr} \rightarrow {}^{88}_{36}\text{Kr} + \dots$
- Um átomo de um elemento radioactivo  ${}^{239}_{93}\text{X}$  sofre desintegração, emitindo uma partícula  $\alpha$  e partículas  $\beta$ . Qual é o número de partículas  $\beta$  emitidas e qual é o número de neutrões do átomo resultante, sabendo-se que é isótopo do elemento X?
- Suponha que um elemento  ${}^{238}_{92}\text{A}$  emite uma partícula  $\alpha$ , uma partícula  $\beta$  e um raio  $\gamma$ . Qual é o elemento (número atómico e número de massa) que se forma após estas emissões?
- O urânio-235 ao ser bombardeado com uma partícula z reage do seguinte modo:  $z + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{94}_{36}\text{Kr} + {}^{139}_{56}\text{Ba} + 3z$ . Identifique, justificando, qual é a partícula z.
- O símbolo  ${}^{12}_6\text{C}(\alpha, n)$  é utilizado para indicar uma reacção nuclear na qual uma partícula  $\alpha$  colide com um núcleo do C-12 para formar outro isótopo e emitir um neutrão. Escreva a reacção nuclear para este processo.
- Calcule a energia de coesão nuclear (em J) e a energia de coesão por nucleão do  ${}^{209}_{83}\text{Bi}$  (208.9804 u.m.a).
- A série de decaimento radioactivo que ocorre naturalmente e que começa com o  ${}^{238}_{92}\text{U}$  para com a formação do átomo estável  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ . O decaimento processa-se através da emissão de partículas  $\alpha$  e partículas  $\beta$ . Quantas emissões de cada tipo estão envolvidas nesta série?
- Qual é o tempo de meia-vida de um radioisótopo se 16 g dele decaem a 0.50 g em 2 horas?
- Um grama de Ra-226 foi guardado num recipiente em 1974. Em que ano se encontrará 1/8 da massa inicial do Ra-226 nesse recipiente, sabendo que o tempo de meia-vida desse radioisótopo é de 1620 anos?
- O tempo de meia-vida do  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  é 140 dias. Tendo-se 100 g desta amostra radioactiva, que massa restará após 420 dias?

13. O carbono-14 é produzido na atmosfera através da interacção de neutrões provenientes da radiação cósmica com átomos comuns de azoto-14.
  - 13.1. Escreva a equação nuclear de decaimento do carbono-14.
  - 13.2. Sabendo que o tempo de meia-vida do C-14 é aproximadamente de 5730 anos, e que um esqueleto de um animal apresenta uma taxa de C-14 igual a 12.5% da normal, há aproximadamente quantos anos deve esse animal ter morrido?
14. São necessários 5 anos para que o Co-60 perca metade da sua radioactividade. Qual é a percentagem da sua actividade original que permanecerá ao fim de 20 anos?
15. Se o tempo de meia-vida do  $^{140}_{56}\text{Ba}$  é 12.75 dias, quantos átomos de  $^{140}_{56}\text{Ba}$  vão restar após nove semanas se houvessem inicialmente 2.4 mol de átomos?
16. Quanto tempo vai demorar para que  $3.8 \times 10^{24}$  átomos de  $^{100}_{47}\text{Ag}$  se desintegram em  $2.93 \times 10^{23}$  átomos se o tempo de meia-vida do  $^{100}_{47}\text{Ag}$  for 24.6 segundos?
17. A velocidade de desintegração do carbono-14 de uma amostra obtida a partir de uma árvore jovem é 0.260 desintegrações por segundo e por grama de amostra. Uma outra amostra preparada a partir de um objecto recuperado de uma escavação arqueológica tem uma velocidade de desintegração de 0.186 desintegrações por segundo e por grama. Qual a idade estimada para o objecto?
18. Indique os isótopos que podem sofrer fissão nuclear.
19. Descreva algumas das aplicações dos isótopos em Química e Medicina.
20. Descreva o funcionamento de um contador Geiger.