Complexos metálicos

12.º Ano | Química | 4 páginas | 12 exercícios

Competências que desenvolve: Caraterizar um complexo em termos da sua estrutura (ião metálico central rodeado de ligandos), identificar ligandos pela presença de um par de eletrões não partilhado, ler fórmulas de complexos e reconhecer o papel dos complexos na metalurgia, na medicina e nos sistemas luminescentes.

Revisão rápida

- **Complexo:** espécie constituída por um **ião ou átomo metálico central** rodeado de **ligandos** — moléculas ou íões ligados por ligações de coordenação.
- **Ligando:** espécie com *pelo menos um par de eletrões não partilhados* para doar ao metal (NH_3, H_2O, Cl^-, CN^-, CO). A ligação centro–ligando é **covalente dativa**.
- **Número de coordenação** = nº de ligações ao centro (frequente: 2 em Ag^+ · 4 em Cu^{2+} e Pt^{2+} · 6 em Fe^{2+} e Cr^{3+}).
- **Porquê os metais de transição:** orbitais (n−1)d disponíveis para acomodar os pares doados e estados de oxidação variáveis — daí a sua química de complexos tão rica.

Exercícios

1. Define: a) complexo b) ligando (inclui a condição do par de eletrões) c) número de coordenação — porque é que o amoníaco é um ligando e o sódio, em Na^+, não?

2. Lê o complexo $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$: a) ião metálico central __ b) ligando __ c) nº de coordenação __ d) confirma a carga: +2 do cobre + 4 × 0 (amoníaco) = __

3. Par de eletrões: em cada ligando, onde está o par que é doado? a) NH_3 → no átomo de __ b) H_2O → no átomo de __ c) Cl^- → __ d) CN^- → __ — porque é que o NH_3 liga-se pelo nitrogénio e não pelos hidrogénios?

4. V/F — corrige as falsas: a) «Todo o complexo tem um ião metálico no centro.» ( ) b) «Qualquer molécula presente pode ser ligando.» ( ) c) «A ligação entre o metal e o ligando é covalente dativa.» ( ) d) «O ânião cianeto (CN^-) pode atuar como ligando.» ( )

© 2026 Estudantices

5. Liga cada aplicação à área: (metalurgia · terapêutica · imagem médica · sistemas luminescentes) a) composto de platina usado no tratamento de tumores → __ b) sais de gadolínio usados na ressonância magnética → __ c) separação e extração de metais a partir de minérios por complexação → __ d) compostos que emitem luz em dispositivos luminosos → __

6. Cisplatina, $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$: a) metal central __ b) que ligandos tem e de que tipo? __ c) nº de coordenação __ d) porque é que um complexo de platina pode ser usado como fármaco? (1 frase)

7. Indica o nº de coordenação: a) $[Ag(NH_3)_2]^+$ → __ b) $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ → __ c) $[PtCl_4]^{2-}$ → __ — que padrão de ligandos explica cada valor (2, 6 e 4)?

8. Mudança de cor: uma solução azul-pálida de Cu^{2+} em água fica *azul-escuro* ao acrescentar amoníaco. a) o que aconteceu aos ligandos das moléculas de água? b) porque é que a mudança de ligandos muda a cor? (1 frase) c) que complexo se formou?

9. Comparação: no sulfato de cobre, o Cu^{2+} está rodeado de moléculas de água; no complexo amoniacal, de amoníaco. a) o que mudou e o que não mudou? b) ambos são «complexos»? Justifica.

10. Metalurgia por complexação (esquema em 3 passos): a) o minério é tratado com um reagente que forma um __ solúvel b) esse complexo separa-se da ganga c) por mudança de condições, o metal é __ — porque é que complexar torna a separação possível?

11. Porquê metais de transição? a) que caraterística dos orbitais (n−1)d favorece a formação de complexos? b) o que acontece aos estados de oxidação do metal ao formar complexos? (1 frase) c) o mesmo metal pode dar complexos de nº de coordenação diferente? __ — exemplos.

12. Produção: explica em 3 frases o que é um complexo metálico e porque razão os complexos do ferro e do cobre são tão importantes na vida (dá uma aplicação de cada).

© 2026 Estudantices

Soluções — Complexos metálicos

1. a) (modelo) Espécie com um ião ou átomo metálico central rodeado de ligandos, ligados por ligações de coordenação b) molécula ou íão com *pelo menos um par de eletrões não partilhados* que doa ao metal c) nº de ligações do ligando ao centro — o NH_3 tem o par no nitrogénio (doa); o Na^+ não tem par para doar — é ele próprio que é rodeado, não é ligando.

2. a) **Cu^{2+}** b) **amoníaco (NH_3)** c) **4** d) +2 + 4 × 0 = **+2** ✓ (a carga vem só do metal).

3. a) **N** b) **O** c) **no próprio Cl** d) **no C (ou no N)** — (modelo) o nitrogénio é o átomo eletronegativo com o par disponível; os hidrogénios do NH_3 não têm pares — a ligação faz-se sempre pelo átomo que doa.

4. a) **V** b) **F** — tem de ter par de eletrões para doar c) **V** — os dois eletrões vêm do ligando d) **V** — o par do carbono (ou do nitrogénio) doa-se ao metal.

5. a) **terapêutica** (cisplatina) b) **imagem médica** c) **metalurgia** d) **sistemas luminescentes**.

6. a) **platina (Pt^{2+})** b) dois **NH_3** e dois **Cl^-** — todos ligandos neutros e aniônicos respectivamente c) **4** d) (modelo) A espécie reage com o ADN das células, impedindo a sua replicação — é a ação que torna o complexo útil contra tumores (com efeitos secundários, daí a procura de análogos).

7. a) **2** b) **6** c) **4** — (modelo) Cada metal tem a sua geometria preferida para o seu estado de oxidação: Ag^+ (d^{10}) acomoda 2, Cu^{2+} e Pt^{2+} 4, Fe^{2+} e Cr^{3+} (com forte campo) 6.

8. a) as moléculas de água foram **substituídas por amoníaco** — os ligandos do Cu^{2+} mudaram b) (modelo) A cor dos complexos de metais de transição resulta das transições dos eletrões d; mudar os ligandos altera a energia dessas transições, e logo a cor c) $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$.

9. a) mudou a **natureza dos ligandos** (H_2O → NH_3); não mudaram o metal, o seu estado de oxidação (+2) nem o nº de coordenação (4, neste caso) b) (modelo) sim, em sentido lato: no sulfato de cobre o Cu^{2+} existe como complexo aquoso — o que muda é que umas vezes se escreve a fórmula «sal» e outras o complexo isolado.

10. a) **complexo** b) (modelo) o metal fica em solução e a ganga (rocha) permanece sólida c) **recuperado do complexo** (por redução, troca de ligando ou precipitação) — complexar dá *solubilidade seletiva* ao metal.

11. a) orbitais d **vazios ou parcialmente preenchidos** para receberem os pares, com boa disponibilidade energética b) (modelo) os eletrões d permitem múltiplos estados de oxidação, que o complexo pode estabilizar c) **sim** — ex.: Cu^{2+} com 4 (tetra/amônico) e Ag^+ com 2; Fe^{2+} com 6.

12. (modelo) Um complexo é um ião metálico central rodeado de ligandos que lhe doam pares de eletrões. No corpo, o ferro está presente em complexos da hemoglobina, que transporta o oxigénio, e o cobre em enzimas que participam nas reações de oxidação-redução. Fora do corpo, os complexos servem para separar metais na metalurgia, tratar doenças (cisplatina) e obter imagens médicas.

© 2026 Estudantices