

CAHIER 6

Chimie analytique, matériaux et grands problèmes

Coordination, spectres, environnement, procédés et synthèse finale

Cahiers de vacances — passage en L1

Niveau très exigeant — esprit prépa et ancienne série C

Version d'entraînement — sans corrigés

Objectif : rigueur, culture chimique, autonomie et préparation aux études scientifiques.



Image decorative en lien avec le theme general du cahier (mathematiques, etude), sans rapport avec un exercice precis

Présentation du cahier

Cette collection reprend les notions de chimie du cycle terminal et les prolonge vers la L1 et les classes préparatoires. Elle privilégie les bilans de matière complets, la justification des modèles, le calcul sans raccourci et la rédaction scientifique, dans l'esprit exigeant de l'ancienne série C.

Objectifs

- Découvrir complexes, champ cristallin et matériaux.
- Maîtriser chromatographie, capteurs et analyses quantitatives.
- Relier chimie, environnement, énergie et industrie.
- Résoudre de longs problèmes interdisciplinaires de niveau L1/prépa.

Organisation

Partie	Contenu
1	Chimie de coordination et matériaux
2	Méthodes analytiques
3	Chimie environnementale et énergétique
4	Grands problèmes de synthèse

Méthode de travail

1. Écrire les équations chimiques équilibrées avant tout calcul.
2. Préciser les hypothèses, les unités et le nombre de chiffres significatifs.
3. Contrôler systématiquement conservation de la matière, des éléments et de la charge.
4. Chercher au moins vingt minutes avant de lire une piste.
5. Conserver une copie complète de tous les calculs et raisonnements.

Exercice 1. Nomenclature des complexes [Consolidation]

Pour $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ et $[\text{CoCl}_4]^{2-}$:

- 1) déterminer le nombre d'oxydation du métal ;
- 2) donner le nombre de coordination ;
- 3) proposer le nom du complexe.

Piste : La somme des nombres d'oxydation et des charges des ligands donne la charge totale.

Espace de travail :

.....

.....

.....

.....

.....

Exercice 2. Champ cristallin et magnétisme [Prépa]

Comparer qualitativement $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ et $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$.

- 1) Donner la configuration d de Fe^{2+} .
- 2) Prévoir haut spin ou bas spin.
- 3) Compter les électrons non appariés.

Piste : Fe^{2+} est d^6 ; CN^- est un ligand de champ fort.

Espace de travail :

.....

.....

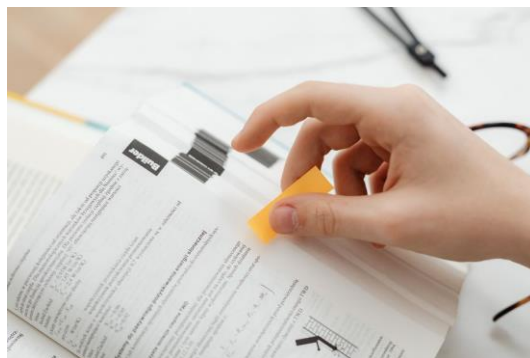
.....

.....

.....

.....

.....

**Exercice 3. Polymérisation et masse molaire [Approfondissement]**

Un polyéthylène possède une masse molaire moyenne en nombre de $84\,000\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

- 1) Calculer le degré moyen de polymérisation.
- 2) Écrire le motif répétitif.
- 3) Discuter l'influence de la ramification sur la densité.

Données : $M(\text{C}_2\text{H}_4) = 28,0\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Piste : $n \approx M_n / M_{\text{motif}}$.

Espace de travail :

.....

.....

.....

.....

.....

Exercice 4. Corrosion du fer [Approfondissement]

En milieu aqueux aéré, écrire les demi-réactions anodique et cathodique de corrosion du fer.

Expliquer le rôle d'un revêtement de zinc et la notion d'anode sacrificielle.

Piste : Le fer s'oxyde ; l'oxygène dissous se réduit en milieu neutre.

Espace de travail :

.....

.....

.....

.....

.....

Exercice 5. Chromatographie [Consolidation]

Sur une CCM, le front du solvant parcourt 8,0 cm. Trois taches sont à 2,0 cm, 4,8 cm et 6,4 cm.

1) Calculer les R_f .

2) Une référence a $R_f=0,60$: quelle tache peut lui correspondre ?

3) Expliquer pourquoi R_f dépend du système expérimental.

Piste : $R_f = \text{distance de la tache} / \text{distance du front}$.

Espace de travail :

.....

.....

.....

.....

.....

Exercice 6. Capteur électrochimique de pH [Prépa]

Une électrode donne $E=0,414\text{ V}$ à pH 4,00 et $E=0,237\text{ V}$ à pH 7,00.

1) Déterminer la pente $E=f(\text{pH})$.

2) Estimer le pH pour $E=0,325\text{ V}$.

3) Comparer la pente à la valeur nernstienne théorique de $-59,2\text{ mV}$ par unité de pH.

Piste : Ajuster une relation affine.

Espace de travail :

.....

.....

.....

.....

.....

Exercice 7. Dureté de l'eau par complexométrie [Prépa]

Un prélèvement de 50,0 mL d'eau est titré par EDTA à $0,0100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$; $V_E=12,4 \text{ mL}$. L'EDTA réagit 1:1 avec $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$.

- 1) Calculer la concentration totale en ions alcalino-terreux.
- 2) Exprimer la dureté en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ équivalent CaCO_3 .

Données : $M(\text{CaCO}_3)=100,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Piste : À l'équivalence, $n(\text{EDTA})=n(\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+})$.

Espace de travail :

.....

.....

.....

.....

.....

Exercice 8. Système carbonaté et acidification [Prépa]

L'équilibre $\text{CO}_2(\text{aq})+\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons\text{H}_2\text{CO}_3\rightleftharpoons\text{HCO}_3^-\rightleftharpoons\text{CO}_3^{2-}$ contrôle l'acidité des eaux.

Expliquer qualitativement l'effet d'une hausse de CO_2 atmosphérique sur le pH de l'océan et sur la disponibilité de CO_3^{2-} .

Piste : Une augmentation de CO_2 dissous produit davantage d'acide carbonique et consomme le carbonate.

Espace de travail :

.....

.....

.....

.....

.....

Exercice 9. Chimie de l'ozone stratosphérique [Approfondissement]

On considère $\text{O}_2+h\nu\rightarrow 2\text{O}$ puis $\text{O}+\text{O}_2+\text{M}\rightarrow\text{O}_3+\text{M}$ et $\text{O}_3+h\nu\rightarrow\text{O}_2+\text{O}$.

- 1) Expliquer le rôle de M.
- 2) Montrer que l'ozone absorbe une partie du rayonnement UV.
- 3) Expliquer comment un radical $\text{Cl}\cdot$ peut catalyser la destruction de O_3 .

Piste : Un catalyseur est régénéré dans le bilan.

Espace de travail :

.....

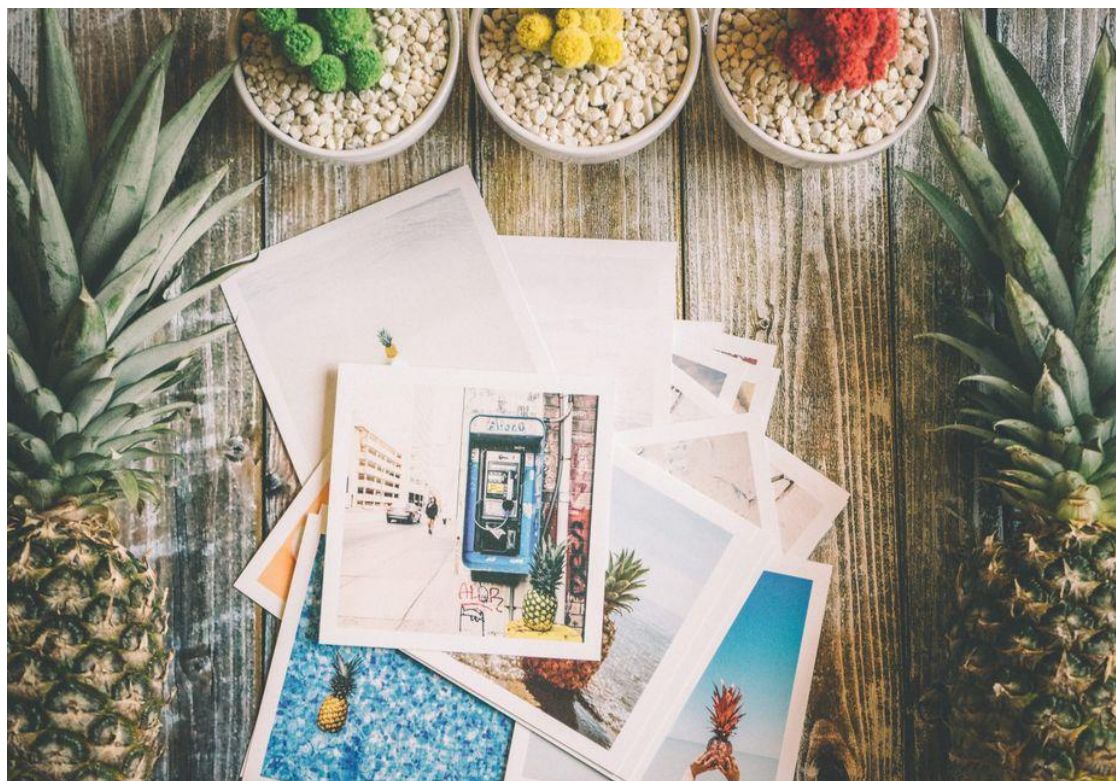


Image decorative en lien avec le theme general du cahier (mathematiques, etude), sans rapport avec un exercice precis

Exercice 10. Accumulateur lithium-ion simplifié [Prépa]

Lors de la décharge, le lithium quitte l'électrode de graphite sous forme Li^+ et les électrons circulent dans le circuit extérieur.

- 1) Identifier anode et cathode.
- 2) Expliquer le sens des flux Li^+ et e^- .
- 3) Calculer la charge théorique correspondant à 1,00 mol de Li transférée.

Données : $F=96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Piste : Une mole de lithium transférée correspond à une mole d'électrons.

Espace de travail :

Exercice 11. Économie d'atomes et facteur E [Approfondissement]

On compare deux synthèses d'un produit P de masse molaire $100 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Voie A : 150 g de réactifs stœchiométriques donnent 100 g de P et 50 g de sous-produits. Voie B : 120 g de réactifs donnent 90 g de P et 30 g de déchets.

Calculer l'économie d'atomes idéale de A et le facteur E réel des deux voies. Discuter.

Piste : Facteur $E = \text{masse de déchets} / \text{masse de produit}$.

Espace de travail :

.....

.....

.....

.....

.....

Exercice 12. Grand problème final : capture et valorisation du CO_2 [Défi]

Une unité capte 1,00 tonne de CO_2 par réaction avec une amine, puis le convertit idéalement en méthanol selon $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$.

- 1) Calculer les masses stœchiométriques de H_2 et de CH_3OH .
- 2) Avec un rendement global de 68 %, calculer la masse réelle de méthanol.
- 3) Si H_2 est produit par électrolyse sous 2,00 V avec un rendement faradique de 90 %, estimer l'énergie électrique minimale.
- 4) Discuter les conditions pour que le procédé réduise réellement les émissions.

Données : $M(\text{CO}_2) = 44,0$; $M(\text{H}_2) = 2,00$; $M(\text{CH}_3\text{OH}) = 32,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $F = 96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Piste : Une mole de H_2 demande deux moles d'électrons lors de l'électrolyse.

Espace de travail :

.....

.....

.....

.....



Image decorative en lien avec le theme general du cahier (mathematiques, etude), sans rapport avec un exercice precis

.....

.....

Bilan personnel

Compétence	Maîtrisée	À retravailler
Équations et bilans de matière	☐	☐
Calculs et unités	☐	☐
Modèles et hypothèses	☐	☐
Rédaction scientifique	☐	☐
Autonomie	☐	☐

Conseil final : refaire les exercices marqués « Prépa » et « Défi » une semaine plus tard, sans consulter la solution.