

Présentation du sujet

Ce sujet de brevet aborde la **chimie des solutions** au service de la **santé** : analyser la composition d'une eau minérale, identifier les **ions** présents, puis préparer une solution comme le **sérum physiologique** en maîtrisant la **concentration massique**.

Consignes. Durée indicative : **1 h 00**. **Calculatrice autorisée**. Les calculs doivent comporter la **formule littérale**, l'**application numérique** et l'**unité**. Les formules des ions doivent être écrites correctement, avec leur charge.

Barème indicatif total : **/20**

- Exercice 1 — Identifier les ions d'une eau minérale : **/9**
- Exercice 2 — Préparer du sérum physiologique : **/8**
- Exercice 3 — Le pH au quotidien : **/3**

Conseils. Lis attentivement les documents décrivant les tests chimiques. Sois rigoureux dans l'écriture des formules d'ions (charge en exposant). Vérifie l'homogénéité de tes unités (g, L, mL) avant chaque calcul.

Exercice 1 — Identifier les ions d'une eau minérale (9 points)

Document 1 — Tests d'identification des ions. Au laboratoire, on identifie certains ions en solution grâce à des **réactifs** qui forment des **précipités** de couleurs caractéristiques :

- L'ajout de **nitrate d'argent** à une solution contenant des **ions chlorure** fait apparaître un **précipité blanc** qui noircit à la lumière.
- L'ajout de **soude** (hydroxyde de sodium) à une solution contenant des **ions cuivre II** fait apparaître un **précipité bleu**.
- L'ajout de **soude** à une solution contenant des **ions fer II** donne un **précipité vert** ; avec des **ions fer III**, le précipité est **rouille (orangé)**.

Document 2 — L'expérience de la classe. On dispose d'un échantillon d'eau prélevé près d'une ancienne mine. On réalise trois tests :

- Test A : quelques gouttes de nitrate d'argent → apparition d'un **précipité blanc**.
- Test B : quelques gouttes de soude → apparition d'un **précipité rouille**.
- Test C : quelques gouttes de soude sur un autre prélèvement → **aucun précipité bleu** n'apparaît.

Données — Formules de quelques ions. ion chlorure : Cl^- ; ion sodium : Na^+ ; ion calcium : Ca^{2+} ; ion cuivre II : Cu^{2+} ; ion fer III : Fe^{3+} .

1. Qu'est-ce qu'un **ion** ? Indique la différence entre un ion **positif** (cation) et un ion **néгатif** (anion).
2. À partir du **test A**, indique quel ion est présent dans l'eau analysée et écris sa **formule**.

3. À partir du **test B**, indique quel ion est présent et écris sa **formule**.

4. Que peut-on conclure du **test C** concernant les ions cuivre II ?

5. Une étiquette d'eau minérale indique : « calcium (Ca^{2+}) : 80 mg/L ; chlorure (Cl^-) : 14 mg/L ». Quelle est la masse d'ions calcium contenue dans une **bouteille de 1,5 L** de cette eau ?

Exercice 2 — Préparer du sérum physiologique (8 points)

Document. Le **sérum physiologique** est une solution de **chlorure de sodium** (le sel) dissous dans de l'eau. Il sert notamment à nettoyer le nez ou les yeux. Sa **concentration massique** est de **9 g/L** : il contient 9 grammes de chlorure de sodium par litre de solution. Un infirmier souhaite en préparer un volume de **250 mL** à partir de chlorure de sodium solide et d'eau distillée.

Données.

- Concentration massique du sérum physiologique : **$C_m = 9 \text{ g/L}$**
- Volume à préparer : **$V = 250 \text{ mL}$**
- Relation : **$C_m = m / V$** , avec C_m en g/L, m en g et V en L
- Conversion : **$1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$**

1. Définis ce qu'est le **soluté** et le **solvant** dans le cas du sérum physiologique.

2. Convertis le volume **$V = 250 \text{ mL}$** en **litres (L)**.

3. À partir de la relation **$C_m = m / V$** , exprime la **masse m** de soluté à dissoudre, puis calcule-la. Donne la formule, l'application numérique et l'unité.

4. Décris brièvement le **protocole** (le matériel et les étapes) pour préparer cette solution.

5. Par erreur, l'infirmier verse cette masse de sel dans **500 mL** d'eau au lieu de 250 mL. Calcule la **concentration massique** réellement obtenue. La solution est-elle plus ou moins concentrée que le sérum physiologique attendu ?

Exercice 3 — Le pH au quotidien (3 points)

Document. On mesure le **pH** de trois produits du quotidien à l'aide d'un papier-pH :

- jus de citron : pH = 2
- eau pure : pH = 7
- produit pour déboucher les canalisations : pH = 13

Données. Une solution est **acide** si $\text{pH} < 7$, **neutre** si $\text{pH} = 7$, **basique** si $\text{pH} > 7$. Plus le pH s'éloigne de 7, plus la solution est concentrée et corrosive.

1. Classe les trois produits en **acide**, **neutre** ou **basique**.

2. Le produit pour déboucher les canalisations est très corrosif. Cite **une consigne de sécurité** à respecter lors de sa manipulation.

Corrigé détaillé

Corrigé de l'exercice 1

1. Un **ion** est un atome (ou un groupe d'atomes) qui a **gagné ou perdu un ou plusieurs électrons** ; il porte donc une charge électrique. Un **cation** est un ion **positif** (il a perdu des électrons), un **anion** est un ion **négatif** (il a gagné des électrons).
2. Le test A (nitrate d'argent → précipité **blanc**) est le test caractéristique des **ions chlorure**. L'eau contient donc des ions chlorure, de formule Cl^- .
3. Le test B (soude → précipité **rouille / orangé**) est caractéristique des **ions fer III**. L'eau contient donc des ions fer III, de formule Fe^{3+} . C'est cohérent avec une eau prélevée près d'une ancienne mine (présence de fer).
4. Le test C ne donne **aucun précipité bleu** : or le précipité bleu est le signe des ions cuivre II. On en conclut que l'eau **ne contient pas (ou pas de quantité détectable)** d'ions cuivre II (Cu^{2+}).
5. L'étiquette donne une concentration de 80 mg pour 1 L. Pour 1,5 L, la masse d'ions calcium est proportionnelle au volume. $m = 80 \times 1,5 = \mathbf{120 \text{ mg}}$. Une bouteille de 1,5 L contient donc **120 mg d'ions calcium** (soit 0,120 g).

Corrigé de l'exercice 2

1. Le **soluté** est l'espèce que l'on dissout : ici le **chlorure de sodium** (le sel). Le **solvant** est le liquide dans lequel on dissout le soluté : ici l'**eau** (distillée). L'ensemble soluté + solvant forme la **solution**.
2. On convertit le volume en litres : 1 L = 1000 mL, donc on divise par 1000. $V = 250 \text{ mL} = 250 / 1000 = \mathbf{0,250 \text{ L}}$.
3. On part de $\mathbf{Cm = m / V}$ que l'on réécrit pour isoler la masse : $\mathbf{m = Cm \times V}$. $m = 9 \times 0,250 = \mathbf{2,25 \text{ g}}$. Il faut dissoudre **2,25 g** de chlorure de sodium pour préparer 250 mL de sérum physiologique.

4. Protocole. À l'aide d'une **balance**, on pèse 2,25 g de chlorure de sodium dans une coupelle. On verse ce sel dans une **fiolle jaugée de 250 mL**, on ajoute de l'eau distillée environ aux deux tiers, on bouche et on agite pour dissoudre, puis on **complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge** des 250 mL. On homogénéise en retournant la fiolle.

5. On garde la même masse $m = 2,25 \text{ g}$, mais le volume devient $V = 500 \text{ mL} = 0,500 \text{ L}$. On utilise **$C_m = m / V$** . $C_m = 2,25 / 0,500 = 4,5 \text{ g/L}$. La concentration obtenue (4,5 g/L) est **inférieure** à 9 g/L : en doublant le volume d'eau, la solution est **deux fois moins concentrée** (plus diluée) que le sérum physiologique attendu.

Corrigé de l'exercice 3

1. Classement à partir des valeurs de pH :

- jus de citron : $\text{pH} = 2 < 7 \rightarrow$ solution **acide** ;
- eau pure : $\text{pH} = 7 \rightarrow$ solution **neutre** ;
- produit déboucheur : $\text{pH} = 13 > 7 \rightarrow$ solution **basique**.

2. Lors de la manipulation d'un produit aussi corrosif, il faut **porter des lunettes de protection et des gants** (on peut aussi citer : porter une blouse, manipuler dans un endroit aéré, ne jamais respirer ni goûter le produit, tenir le flacon loin du visage). Cela protège la peau et les yeux des projections.