

BACCALAURÉAT SÉRIE S**Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Ce sujet fait partie de la banque nationale de sujets dans laquelle les sujets d'une session sont tirés au sort.

Sommaire

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE	4
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT	5
1. Précipitation des ions Fe^{3+} (20 minutes conseillées).....	8
2. Élimination des ions métalliques indésirables (30 minutes conseillées).....	9
3. Efficacité de l'élimination (10 minutes conseillées).....	10

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	Dans ce sujet, le candidat doit : - élaborer un protocole permettant d'éliminer les ions Fe^{3+} d'une solution ; - utiliser un pH-mètre ; - utiliser un dispositif de filtration sous pression réduite ; - réaliser un test de mise en évidence des ions Fe^{3+} dans une solution.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	- Analyser (ANA) : coefficient 3 - Réaliser (REA) : coefficient 2 - Valider (VAL) : coefficient 1
Préparation du poste de travail	<u>Précautions de sécurité</u> - Le candidat doit manipuler la solution d'hydroxyde de sodium et l'acide sulfurique avec des gants et des lunettes de protection. <u>Avant le début des épreuves</u> - Tout le matériel de la liste doit être disposé sur la table du candidat. - Le pH-mètre doit être étalonné. - L'agitateur magnétique doit être branché. <u>Entre les prestations de deux candidats</u> - Changer la verrerie utilisée par le candidat. - Compléter les flacons contenant les différentes solutions si nécessaire. <u>Prévoir aussi :</u> 30 mL de solution aqueuse de sulfate de fer III à laquelle on a ajouté de la solution d'hydroxyde de sodium de concentration $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ de manière à ce que le pH soit d'environ 5 ; 40 mL de solution S (voir fiche II) à laquelle on a ajouté de la solution d'hydroxyde de sodium de concentration $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ de manière à ce que le pH soit d'environ 5.
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<u>Minutage conseillé</u> - Élaboration et réalisation d'un protocole de précipitation des ions Fe^{3+} (20 minutes). - Élaboration et réalisation d'un protocole permettant d'éliminer les ions Fe^{3+} d'une solution (30 minutes). - Vérification de l'efficacité de l'élimination (10 minutes). <u>Il est prévu 2 appels obligatoires et un appel facultatif de la part du candidat</u> - Lors de l'appel 1, l'évaluateur vérifie le protocole expérimental proposé par le candidat pour que le fer se trouve essentiellement au sein d'un précipité. - Lors de l'appel 2, l'évaluateur vérifie le protocole expérimental proposé par le candidat pour éliminer les ions Fe^{3+} d'une solution. - Lors de l'appel facultatif, l'évaluateur vérifie la bonne mise en œuvre du protocole expérimental. Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.
Remarques	Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année. <u>Autres remarques éventuelles</u> - L'examineur signale au candidat qu'il doit manipuler la soude et l'acide sulfurique avec des gants et lunettes de protection. - Lors de l'appel 1, on pourra accepter une méthode par décantation pour le test caractéristique des ions Fe^{3+}.

- Les valeurs des constantes thermodynamiques à 25°C utilisées sont les suivantes :

$$pKs_{Fe(OH)_3} = 38,6$$

$$pKs_{Zn(OH)_2} = 16,5$$

$$\beta_4 [Zn(OH)_4^{2-}] = 10^{15,5}$$

$$\beta [Fe(SCN)^2] = 2 \times 10^2$$

II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURSET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE

La version modifiable de l'ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT jointe à la version .pdf vous permettra d'adapter le sujet à votre matériel. Cette adaptation ne devra entraîner EN AUCUN CAS de modifications dans le déroulement de l'évaluation

Paillasse candidats :

- une calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- un flacon contenant 100 mL de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ avec le pictogramme corrosif
- un flacon contenant 100 mL de solution aqueuse d'acide sulfurique de concentration $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ avec le pictogramme corrosif
- un flacon contenant une solution aqueuse acidifiée de sulfate de fer III (mélange de 60 mL de solution de sulfate de fer III de concentration $5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et de 2,0 mL d'acide sulfurique de concentration $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$)
- un flacon contenant 100 mL de solution S. **La solution S est un mélange de 50 mL de solution aqueuse de sulfate de fer III de concentration 10 mmol.L^{-1} , de 50 mL de solution aqueuse de sulfate de zinc de concentration $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ et de 4,0 mL d'acide sulfurique de concentration $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$.**
- un petit flacon de solution de thiocyanate de potassium de concentration $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
- un pH-mètre étalonné
- une burette graduée de 25,0 mL
- un poste de filtration sous pression réduite (entonnoir Büchner, fiole à vide, trompe à eau ou pompe aspirante, support avec des noix pour la fiole à vide)
- quelques filtres pour entonnoir Büchner
- quatre tubes à essais + support
- une éprouvette graduée 50 mL
- deux béchers 50 mL
- deux béchers 150 mL
- un agitateur magnétique et son barreau aimanté
- quatre compte-gouttes en plastique (pipettes souples) ou pipettes Pasteur
- une spatule
- une paire de gants et des lunettes de protection
- du papier Joseph
- un flacon d'eau distillée
- une tige aimantée pour récupérer le barreau aimanté si nécessaire

Paillasse professeur :

- 30 mL de solution aqueuse acidifiée de sulfate de fer III à laquelle on a ajouté de la solution d'hydroxyde de sodium de concentration $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ de manière à ce que le *pH* soit d'environ 5
- 40 mL de solution S à laquelle on a ajouté de la solution d'hydroxyde de sodium de concentration $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ de manière à ce que le *pH* soit d'environ 5
- le filtrat de la solution S

Documents mis à disposition des candidats :

- notice simplifiée d'utilisation du pH-mètre

III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Ce sujet comporte **six** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Dans ce sujet, le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.
En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'utilisation d'une calculatrice ou d'un ordinateur autres que ceux fournis n'est pas autorisée.

CONTEXTE DU SUJET

Le zinc est un métal gris et brillant. Ses utilisations sont variées (toiture, protection du fer de la corrosion, constituant des piles alcalines ou bouton, un des composants du laiton, etc.).

Le zinc est obtenu à partir d'un minerai appelé *blende*, principalement constitué de sulfure de zinc.
Cependant, la *blende* contient aussi des impuretés métalliques (du fer notamment).

Parmi les différentes étapes permettant d'obtenir du zinc métallique à partir d'un minerai, l'une d'entre elles consiste à éliminer ces impuretés.



Blende



Toit en zinc

Source photo : Wikipédia

Le but de cette épreuve est de proposer, puis de mettre en œuvre, une méthode permettant d'éliminer certaines impuretés métalliques indésirables lors de la préparation du zinc.

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT**Document 1 : De la *blende* au zinc métallique**

Quatre étapes sont nécessaires pour obtenir le zinc métallique à partir du minerai appelé *blende*.

1^{ère} étape : grillage de la *blende* dans un four en présence d'air.

Le sulfure de zinc (ZnS) est alors transformé en oxyde de zinc (ZnO).

2^{ème} étape : réaction entre l'oxyde de zinc (ZnO) et une solution d'acide sulfurique concentrée.

On obtient une solution contenant les ions Zn^{2+} mais aussi des ions métalliques issus d'impuretés contenues dans la *blende*. Par exemple, la solution contiendra également des ions Fe^{3+} .

3^{ème} étape : élimination des ions métalliques indésirables (par exemple, les ions Fe^{3+}).

4^{ème} étape : électrolyse de la solution contenant les ions Zn^{2+}

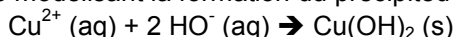
Les ions Zn^{2+} sont transformés en zinc métallique.

Document 2 : Précipité

Un précipité est un solide, quasiment insoluble dans l'eau, obtenu par réaction entre un cation et un anion.

Par exemple, si on ajoute une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$) à une solution contenant les ions Cu^{2+} , on obtient un précipité bleu d'hydroxyde de cuivre de formule $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$.

L'équation de la réaction chimique modélisant la formation du précipité d'hydroxyde de cuivre est :



Couleurs de quelques précipités :

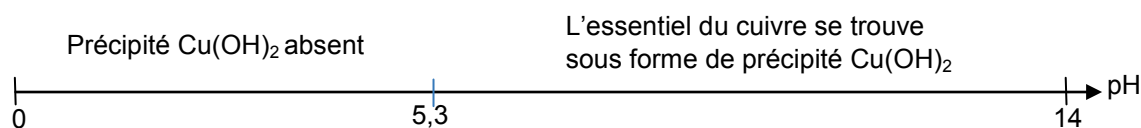
Précipité	Couleur
Hydroxyde de cuivre $\text{Cu}(\text{OH})_2$	Bleu
Hydroxyde de fer II $\text{Fe}(\text{OH})_2$	Vert
Hydroxyde de fer III $\text{Fe}(\text{OH})_3$	Orange
Hydroxyde de zinc $\text{Zn}(\text{OH})_2$	Blanc

Document 3 : pH et existence d'un précipité

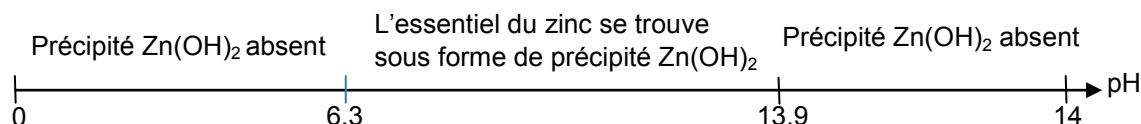
L'apparition de nombreux précipités dépend du pH du milieu.

Trois exemples :

Pour une solution de sulfate de cuivre ($\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$) de concentration initiale $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$:



Pour une solution de sulfate de zinc ($\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$) de concentration initiale $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$:



Pour une solution de sulfate de fer III ($2 \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$) de concentration initiale $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, il faut amener le pH à une valeur supérieure à 1,5 pour que le précipité d'hydroxyde de fer III $\text{Fe}(\text{OH})_3$ soit présent. Plus la valeur du pH augmente, plus le fer se trouve au sein du précipité.

Pour les solutions étudiées, on considérera que la concentration en ions Fe^{3+} pour des valeurs de pH supérieures à 3,5 est suffisamment faible pour qu'un test de mise en évidence d'ions Fe^{3+} soit négatif.

Document 4 : Mise en évidence d'ions Fe^{3+} en solution

L'ajout de quelques gouttes de thiocyanate de potassium dans une solution limpide (c'est-à-dire sans précipité) permet de mettre en évidence la présence d'ions Fe^{3+} par l'apparition d'une coloration rouge.

Matériel mis à disposition du candidat

- une calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- un flacon de solution d'hydroxyde de sodium (Na^+ (aq) + HO^- (aq))
- un flacon de solution d'acide sulfurique
- un flacon de solution contenant des ions Fe^{3+}
- un flacon de solution S, solution quasiment identique à celle obtenue à l'issue de la 2^{nde} étape de préparation du zinc
- un flacon compte-gouttes de solution de thiocyanate de potassium
- deux béchers de 50 mL
- deux béchers de 150 mL
- une burette graduée
- quatre tubes à essais
- une éprouvette graduée de 50 mL
- quatre compte-gouttes ou pipettes Pasteur
- un dispositif de filtration sous pression réduite et quelques filtres
- un pH-mètre étalonné et sa notice d'utilisation
- du papier Joseph
- une spatule
- un agitateur magnétique et son barreau aimanté
- une paire de gants et des lunettes de protection
- un flacon d'eau distillée



2. Élimination des ions métalliques indésirables (30 minutes conseillées)

On dispose d'une solution aqueuse S quasiment identique à celle obtenue à l'issue de la 2^{ème} étape de préparation du zinc. Cette solution S contient principalement des ions $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$, mais aussi des ions $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ issus d'impuretés contenues dans la *blende*.

2.1 Proposer un protocole expérimental permettant d'éliminer les ions Fe^{3+} de 40 mL de solution S.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole expérimental ou en cas de difficulté	

2.2 Mettre en œuvre le protocole proposé après validation du professeur.

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

3. Efficacité de l'élimination (10 minutes conseillées)

3.1 Vérifier expérimentalement dans un tube à essais la présence d'ions Zn^{2+} dans le filtrat. Noter vos observations.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.2 Vérifier expérimentalement dans un tube à essais que l'élimination des ions métalliques Fe^{3+} indésirables a été efficace. Faire également un tube témoin de ce test caractéristique sur la solution de Fe^{3+} . Noter vos observations et conclure quant à l'efficacité de la méthode d'élimination utilisée.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.