

## Physique-chimie 2

### Présentation du sujet

La partie physique du sujet traite du contrôle non destructif d'une pièce d'aluminium par la mesure électrique de la variation d'une inductance influencée par les courants de Foucault ; il s'ensuit une étude cristallographique, thermodynamique et électrochimique de l'alliage aluminium-cuivre 2024. Le sujet faisait appel à des données et documents regroupés en fin de sujet que le candidat doit exploiter en fonction des besoins. Une large place est faite à des études qualitatives et quantitatives selon l'initiative du candidat en fonction du contexte de description et des objectifs des questions. Dans tous les cas, le jury attend des réponses précises, techniques et argumentées.

### Analyse globale des résultats

Les résultats des candidats s'étendent de 0% de réussite totale des réponses à 70% environ. Les réussites moyennes globales se situent au voisinage de 30% pour la physique et de 25% pour la chimie avec des répartitions inégales selon les candidats. Dans chaque partie, des questions sont largement indépendantes, mais il est préférable que le candidat comprenne la problématique globale en comprenant bien le document que constitue l'énoncé.

Le jury rappelle que toute application numérique qui ne précise pas l'unité et que toute faute d'homogénéité conduit systématiquement à l'attribution de zéro à la réponse.

### Commentaires sur les réponses apportées

**I.A.1)** Les arguments flous du type « une étude des symétries et des invariances montre que » ne sont pas recevables : les dépendances devaient clairement être liées aux invariances des sources et la direction aux symétries.

**I.A.2)** Une association des cartes non justifiée ne peut être acceptée. Une lecture minutieuse des cartes est attendue. Le nombre de lignes de champ tracées par les simulations est arbitraire et ne donne aucune information. Rares sont les candidats qui invoquent le phénomène d'induction, ou pourquoi pas d'effet de peau, pour justifier l'influence de la fréquence.

**I.A.3)** Il ne s'agissait pas de démontrer le champ créé par un solénoïde infini, mais de trouver un facteur correctif grâce à une exploitation réfléchie des cartes ou/et des courbes. I.B. La forme intégrale de l'équation de Maxwell-Faraday n'est pas toujours connue. Invoquer un rotationnel en coordonnées cylindriques (souvent erroné) est hors programme, et ne correspond pas à la question posée.

**I.C.1)** Il fallait exploiter le document sur l'amplificateur opérationnel et non poser simplement des équations non justifiées. L'exploitation des oscillogrammes est généralement bien faite.

**I.C.2)** *Croissant* et *positif* sont différents, concernant l'énergie dissipée.

**I.C.3)** Il fallait partir de la lecture de la diminution du champ magnétique pour arriver par l'un des deux moyens au programme à la baisse de l'inductance.

**I.C.4)** Le résultat étant fourni dans l'énoncé, le jury est particulièrement attentif à la démonstration proposée nécessairement basée sur la puissance Joule locale et une intégration sur un bon domaine.

**I.C.5)** La maîtrise simple du sens des équations intégrales a été récompensée avec une grande tolérance sur les résultats.

**I.C.6)** Il faut aller jusqu'au bout en effectuant les applications numériques, même en ordre de grandeur.

**I.D** – Tout bon commentaire sur l'effet pur de phase a été accepté concernant le diagramme de Bode fourni.

De nombreux candidats ont identifié l'ordre du filtre suivant.

La méthode d'utilisation des filtres pour la détermination des parties réelle et imaginaire par une linéarisation du produit de fonctions trigonométriques nécessitait une initiative et une maîtrise des grandeurs sinusoïdales que bien peu de candidats ont su développer.

**I.E.1)** La question pouvait être payante pour les candidats qui prenaient le temps de bien examiner le document fourni et d'argumenter point par point : il convenait par exemple de comparer courbe simulée et courbe réelle, de bien expliquer l'évolution inverse de ce qui a été décrit avant, la fissure provoquant une régression des courants induits.

**II.A.1)** L'exploitation des documents permettait une réponse qualitative, mais l'énoncé demandait également une confirmation par les calculs simples des rayons qu'il fallait donc faire au niveau des sites octaédriques, mais aussi tétraédriques.

**II.A.2)** La multiplicité donnée n'est pas toujours cohérente avec celle utilisée dans le calcul de la masse volumique, pour laquelle un oubli du nombre d'Avogadro ou une faute de conversion d'unité aboutissent vite à des résultats délirants que le bon sens permet facilement de remettre en cause. Par ailleurs, les deux résultats de coordinence Cu/Al ou Cu/Cu ont été acceptés par le jury dès l'instant où le candidat s'expliquait.

**II.B.1)** Même réduit en poudre, un solide non miscible à l'eau ne se dissout pas dans ce solvant ; c'est l'effet de la surface sur la cinétique qui était attendu.

« Faciliter une réaction » n'a de sens ni thermodynamique ni cinétique. Une pente dans un diagramme E-pH a une unité.

L'étude du diagramme potentiel-pH permet véritablement d'observer l'inactivité de l'eau sur le cuivre, tandis que l'aluminium réagit en donnant un composé solide ou soluble donc séparable. Les raisonnements en termes de domaines joints ou disjoints sont pourtant courants. On en déduit l'influence du pH.

**II.B.3)** Le calcul de la constante de réaction est souvent réussi. Les raisonnements mole à mole du dosage en retour ne sont pas souvent menés au bout, alors que le principe a souvent été compris.

**II.C.1)** Le calcul des constantes thermodynamiques est souvent réussi, signe de maîtrise des définitions, en revanche, les interprétations des signes, donc de leur sens, le sont moins.

C'est l'utilisation de l'enthalpie libre de réaction, et non de l'enthalpie libre standard, qui permet de juger de l'oxydation de l'aluminium à l'air. Un raisonnement sur  $K^\circ$  et  $Q$ , calculés, a été également accepté.

Pratiquement aucune discussion de la variance ou/et de la rupture d'équilibre concernant l'influence de  $T$  et  $p$ .

**II.C.2) et 4)** Les réponses ne montrant pas clairement comment les courbes intensité-potentiel sont utilisées pour conclure n'ont pas été validées. La manière la plus claire et convaincante de répondre consiste sans doute à reproduire sommairement les courbes sur la copie puis à y indiquer le potentiel mixte et l'intensité.

**II.C.5)** Le terme de passivation est rarement employé pour décrire le phénomène se déroulant dans la phase (c). Un schéma est demandé à cette question pour indiquer la polarité. Il faut éviter la confusion entre pile et électrolyseur.

### **Conseils aux candidats**

Le jury rappelle qu'une épreuve écrite constitue également un acte de communication dont le correcteur est la cible ; il doit se faire dans un français correct sans faute de grammaire ou d'orthographe, avec une présentation soignée.

Nous conseillons aux candidats de lire l'intégralité de chaque partie avant de commencer la rédaction des réponses afin que la logique d'ensemble, la progression et l'aboutissement soient perçus d'emblée, quitte à ne pas tout aborder. Les notions au programme deviennent alors des outils en vue d'une résolution de problème. Cet entraînement peut avoir lieu en travaux pratiques. En particulier en chimie, nous ne pouvons que conseiller aux candidats de la filière MP de mettre à profit les travaux pratiques pour saisir le lien entre des écritures formelles et des représentations graphiques d'une part, et la maîtrise des processus se déroulant sur une paillasse d'autre part.

### **Conclusion**

Ce type de sujet est particulièrement sélectif compte-tenu des différentes compétences auxquelles il fait appel. Leur mise en œuvre au service de la recherche de solutions à différentes problématiques successives dans des domaines aussi variés en un temps limité, la précision des explications et la capacité à les communiquer ne peut se faire que si les connaissances au programme sont acquises.