

- mécanique (oscillateurs, chute d'un corps dans un fluide, statique des fluides),
- thermodynamique (rayonnement, transferts thermiques, changement d'état),
- un peu d'électromagnétisme

Elle nous a semblé de difficulté et de longueur tout à fait convenables et elle a permis un excellent étalement des notes.

### Partie I

A notre grande surprise, de très nombreux candidats n'ont pas apporté de réponse correcte et rigoureuse à la toute première question : définir un référentiel barycentrique et justifier que celui-ci est galiléen. Parmi les erreurs ou les imprécisions les plus fréquentes, nous pouvons citer :

- le référentiel barycentrique est centré en G (ou lié à G) centre d'inertie de la molécule, sans plus.
- le référentiel barycentrique est en translation et il est donc galiléen.
- le référentiel barycentrique est centré sur l'atome de carbone C ou lié à celui-ci (le centre de masse G qui coïncide avec la position d'équilibre de cet atome est alors confondu avec l'atome lui-même).

L'étude des vibrations longitudinales de la molécule de  $\text{CO}_2$  a été faite sans trop de difficultés même si les signes des différentes élongations  $x_i$  ont parfois été modifiés pour trouver un résultat cohérent (il serait d'ailleurs souhaitable que certains candidats commencent leur recherche au brouillon de manière à éviter les ratures sur les copies)

L'étude des modes de flexion de la molécule de  $\text{CO}_2$  a été plus délicate et de nombreux candidats n'ont pu exprimer convenablement l'énergie cinétique de la molécule dans ce cas.

L'interaction de la molécule avec une onde électromagnétique a sans doute été la partie de ce problème la moins bien traitée.

- Pour de nombreux candidats, la force magnétique est négligeable parce que le champ magnétique est nettement plus faible que le champ électrique !
- Le moment dipolaire de la molécule n'est pas ou est mal défini.
- L'expression de l'intensité lumineuse est souvent fautive, le facteur  $1/2$  étant oublié ; des expressions telles que  $I_0 = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2$  sont assez fréquentes.

Les quelques candidats ayant apporté des réponses correctes à la dernière question (expliquer pourquoi il y a une absorption importante de l'onde électromagnétique pour la pulsation  $\omega_{\text{III}}$  et aucune pour la pulsation  $\omega_1$ ) ont été récompensés de leur sagacité.

### Partie II

Cette partie a été bien réussie dans l'ensemble. Toutefois, nous avons regretté que trop d'étudiants écrivent directement les équations traduisant l'équilibre radiatif d'un système sans aucune justification et cette absence de commentaire a été évidemment sanctionnée. La détermination des flux surfaciques  $\phi_{\text{cp}}$  et  $\phi_{\text{t}}$  n'a pas été menée à son terme dans de nombreuses copies.

### Partie III

Les étudiants ont souvent perdu des points parce qu'ils n'ont pas trouvé la méthode pour déterminer la profondeur  $Z_3$ , ont commis des erreurs de signe ou ont mal exprimé les surfaces et les volumes lors des calculs des transferts thermiques.

Très peu d'élèves ont justifié convenablement l'équation du mouvement de la torpille  $\frac{d(M\vec{V})}{dt} = M\vec{g} + \vec{F}_a + \vec{F}$  et n'ont fait que paraphraser l'énoncé. Ils ont néanmoins résolu cette équation sans trop de difficultés. La dernière question (l'évaluation de la perte de masse de la torpille) a rarement été abordée.

### Conclusion

Les candidats gagneraient beaucoup à soigner la rédaction et l'orthographe de leurs copies.

Il y avait dans ce problème un nombre important d'applications numériques. Nous rappelons que les points ne sont attribués que lorsque l'application numérique et l'unité sont correctes.

## Physique-Chimie

Le sujet, de longueur raisonnable, composé de trois parties indépendantes, présentait l'originalité d'encadrer la physique par de la chimie ; l'ensemble de la chimie représentant environ 50 % de l'épreuve.

### Partie I - Codépôt électrochimique cuivre-zinc.

La loi de Nernst est connue mais énoncée incorrectement en remplaçant d'emblée les activités par les concentrations. Par contre, l'immense majorité des candidats est capable d'identifier les différents domaines d'un diagramme potentiel-pH. On peut regretter que certains aient perdu trop de temps à calculer les équations des frontières, ce qui n'était pas demandé et que d'autres n'ont pas compris que « démontrer que la pente est +0.06 » ne signifie pas l'établir à partir de deux points sur le diagramme.

L'étude de l'électrolyse au **I.B** est assez décevante. Des notions de base comme « oxydation à l'anode » et « réduction à la cathode » sont mal maîtrisées. Certains candidats arrivent à la performance d'éviter de prononcer ces termes par crainte, sans doute, d'erreur ; mais cela rend difficile l'obtention et la justification du signe de la force électromotrice. On note de surcroît à ce sujet une absence de logique, par exemple « l'anode est positive, la cathode négative donc  $e < 0$  » ! L'exploitation du diagramme potentiel-pH pour le calcul des f.é.m. limites pose également problème, de plus beaucoup de candidats confondent fem et potentiel.

La partie **I.C** qui utilise des notions de chimie de première année est dans l'ensemble peu réussie : nature du couple  $\text{Cu}_2\text{O}/\text{Cu}^+$ , définition de la solubilité, phénomène de « dissimulation d'un ion dans un complexe » sont des notions mal connues.

### Partie II- Traitement thermique.

Les candidats ont dans l'ensemble bien reconnu l'effet de peau.

Les équations de Maxwell sont fort heureusement connues de la grande majorité des candidats.

L'analyse des symétries est souvent confondue avec celle des propriétés d'invariance mais l'expression du champ magnétique est souvent correcte.

Le choix du contour d'Ampère est quelquefois surprenant, on choisit un cercle centré sur l'axe du solénoïde. Le théorème de Stokes appliqué au potentiel vecteur est parfois faux, de nombreux candidats affirment qu'à l'extérieur du solénoïde le potentiel vecteur est nul parce que le champ l'est. Il faut noter l'amalgame assez fréquent entre densité de courant surfacique et volumique.

Trop peu de candidats conçoivent les phénomènes variables comme un prolongement des phénomènes statiques ou ces derniers comme limite à basse pulsation des phénomènes variables aussi la question calculatoire de cette épreuve n'a été que très peu traitée (à peine 10% des candidats).

L'expression littérale de la profondeur de l'effet de peau a assez souvent été établie, mais on constate de très nombreuses applications numériques fausses, dues souvent à la confusion entre pulsation et fréquence. D'autre part le lien entre la différence des courbes du champ  $E(r)$  et la différence des conductivités des matériaux étudiés n'a pas été vu.

L'aspect énergétique du problème a été rarement abordée.

### Partie III- Oxydation surfacique.

L'approximation d'Ellingham est souvent énoncée de façon incomplète, les changements d'état ne sont pas mentionnés.

Les diagrammes d'Ellingham et leur lecture sont assez bien maîtrisées, on peut cependant regretter que certains candidats n'aient pas à l'esprit que ces courbes ont généralement des pentes positives, ce qui permettrait de corriger des erreurs de calcul.

La loi horaire de l'abscisse de l'interface de l'oxyde de silicium a été souvent bien établie. L'exploitation des données numériques pour la vérification du modèle est par contre rarement réussie. Très rares sont ceux qui pensent à la utiliser la régression linéaire de leur caleulette et les valeurs numériques de  $D$  sont souvent fausses. Ceci conduit à une valeur numérique de l'énergie d'activation bien souvent fausse elle aussi.

### Conclusion

Cette année encore, il suffisait pour réussir l'épreuve de physique chimie principalement de maîtriser les notions de base des deux années de classes préparatoires et d'avoir bien sûr un peu de logique.

Il faut rappeler combien la clarté et la rigueur de l'expression comptent dans l'évaluation, sans parler de la qualité de l'orthographe (« quatre » est invariable) et de l'écriture. Les correcteurs ont constaté avec satisfaction que la plupart des copies étaient correctement présentées.

## Sciences industrielles

### Présentation du sujet

Le sujet de l'épreuve 2003 s'appuie sur une ligne d'imprimerie construite par la société Heidelberg. L'étude proposée se limite :