

le vecteur de Poynting et ont ainsi récupéré quelques points précieux lorsqu'ils n'ont pas utilisé les relations du type  $\vec{B} = \frac{\vec{k} \wedge \vec{E}}{\omega}$  pour exprimer le champ  $\vec{B}$  ou  $\vec{P} = \frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0}$  en notation complexe pour calculer le vecteur de Poynting. Le calcul de la puissance dissipée n'a jamais été traité.

### Conclusion

Un nombre impressionnant de candidats bâclent les applications numériques. Ainsi le calcul de l'épaisseur de peau à la question IV.A.1.c) dont la formule littérale était fournie, a conduit à un lot impressionnant de valeurs erronées et même fantaisistes. Rappelons également qu'une application numérique juste sans unité, avec des unités fausses ou en unités « SI » ne donne pas de points.

## Physique-Chimie

Le sujet, de longueur correcte, présentait une recherche d'unité entre la physique et la chimie au travers du thème général de la conductimétrie en solution aqueuse.

### PARTIE I : Déplacement d'un ion en solution sous l'action d'un champ électrique statique.

#### Mise en mouvement d'un ion

On a pu constater une mauvaise évaluation numérique du temps de relaxation ainsi que de la distance parcourue par l'ion.

#### Confrontation à l'expérience pour des ions métalliques

Certains candidats ne lisent pas suffisamment attentivement les questions posées et donnent la structure électronique des éléments et non celle des ions et veulent trouver la position des ions dans la classification au lieu de celle des éléments, bien sûr. Même si un grand nombre de candidats connaît la famille des alcalins, on peut regretter que d'autres la confondent avec les halogènes, alcalino-terreux ou alcanes ! Que de difficultés également pour enchaîner les réponses qualitatives concernant les rayons ionique et hydrodynamique !

#### Conductance d'une solution ionique

Peu de candidats ont su retrouver l'expression de la conductivité donnée dans l'énoncé alors que les expressions du vecteur densité de courant  $\vec{j} = \gamma \vec{E}$  et  $\vec{j} = \sum \rho_i \vec{V}_i$  sont certainement connus.

### PARTIE II : Résistance d'une cellule de mesure

L'application numérique de la conductivité est souvent fautive malgré la mise en garde de l'énoncé sur la « cohérence des unités ». L'équation de Poisson n'est pas toujours « donnée », le candidat essaie parfois sans succès de l'établir à partir des équations de Maxwell.

On trouve parfois des résistances négatives et de très nombreuses applications numériques fausses.

### PARTIE III : Réponse d'une cellule à un échelon de tension, modèle de Helmholtz

Les commentaires sur la courbe de variation du potentiel sont souvent très vagues et les lignes de champ mal tracées, confondues avec la valeur discontinue du champ au niveau des plans de Helmholtz.

Il y a souvent confusion entre la discontinuité du champ à la traversée d'une distribution surfacique de charges qui est demandée, et l'expression du champ au voisinage d'un conducteur chargé donnée par le théorème de Coulomb. De nombreuses erreurs de calcul ou de signe apparaissent dans les expressions du champ ainsi que dans la relation entre les densités surfaciques de charges même si la méthode est correcte. Aussi l'équation différentielle correcte avec la « bonne » constante de temps n'a pas été souvent obtenue.

L'expression de la capacité du condensateur plan avec diélectrique est connue mais difficilement établie même lorsque la constante de temps a été obtenue.

### PARTIE IV : Accumulation des charges au voisinage d'une électrode

Il est bien sûr nécessaire de justifier la constante d'intégration et de donner l'intensité du champ électrique avec une unité correcte.

Certains candidats utilisent avec profit la régression linéaire de leur calculatrice, d'autres se contentent de deux points pour l'effectuer, ce qui n'a pas de sens. Par ailleurs peu de justifications de cette loi expérimentale sont données.

## **PARTIE V : Applications de la conductimétrie en chimie.**

On a noté quelques erreurs de signe dans l'utilisation de l'enthalpie réticulaire et des interprétations erronées du signe de l'enthalpie. Il y a par ailleurs trop souvent une mauvaise interprétation des fonctions thermodynamiques : entropie, enthalpie, enthalpie libre et affinité. On regrette aussi que des étudiants formés en sciences puissent affirmer que la dissolution du sel dans l'eau est violemment exothermique ou que la molécule d'eau est instable à température et pression ambiantes. Il faudrait savoir aussi que le platine est un métal inaltérable et qu'il ne sera ni oxydé ni réduit.

Les zones de la courbe de titrage conductimétrique doivent être interprétées à partir du nombre et de la nature des ions présents dans la solution et non du pH.

L'étude cinétique d'ordre 2 est plutôt décevante, la loi d'évolution de la concentration au cours du temps n'a été établie que dans très peu de copies.

L'étude des piles en fin de problème a été très mal traitée par les candidats, sans doute par manque de temps. Ceci conduit à des réponses surprenantes sur la conductivité de l'eau pure. Trop de candidats se révèlent incapables de préciser la polarité d'une pile, d'écrire des demi-équations rédox ou même d'identifier les couples intervenant dans une situation donnée.

## **Conclusion**

Comme chaque année, d'excellentes copies ont été remarquées alliant de bonnes connaissances scientifiques, une interprétation claire des modèles et des calculs rigoureux. D'autres laissent percevoir au contraire des lacunes et des confusions dans les idées fondamentales du programme ainsi que dans les applications numériques qui devraient donner lieu à une demi minute de réflexion pour s'assurer de leur véracité.

C'est pourquoi ce sujet s'est avéré très « classant ». On ne saurait trop conseiller aux candidats d'approfondir avant tout les notions essentielles du programme des deux années de classes préparatoires.

Il faut encore rappeler l'importance d'une bonne expression, d'une présentation propre et lisible en évitant l'abus d'abréviations, sans parler de la qualité de l'orthographe et de l'écriture.

# **Sciences industrielles**

## **1. PRÉSENTATION DU SUJET**

Le sujet de l'épreuve 2004 s'appuie sur un appareil de mammographie construit par la société General Electric. L'étude porte principalement sur :

- l'identification de l'architecture cinématique du mammographe, à partir de ses fonctions de service,
- l'analyse de la fonction de service « Adapter le mammographe à la taille de la patiente » et de la fonction technique associée « Faire monter et descendre l'ascenseur ». Pour cela, il faut valider la chaîne de transmission de puissance en la comparant à d'autres solutions, déterminer la motorisation, modéliser la chaîne d'actions puis déterminer la structure de la commande du moteur.

## **2. ANALYSE GLOBALE DES RÉSULTATS**

À la lecture des copies, le jury ressent un double sentiment. Un premier sentiment de satisfaction car manifestement les candidats ont globalement bien assimilé l'esprit des Sciences Industrielles pour l'Ingénieur. Il est facile de le constater à partir des parties consacrées à l'analyse de l'architecture du mammographe et de l'établissement des schémas cinématique ou de principe. Un deuxième sentiment plus mitigé dans la mesure où les candidats ne s'appuient pas toujours sur une analyse sérieuse d'un problème posé et sur une démarche scientifique rigoureuse avant de commencer les calculs.

Les commentaires ci-dessous s'adressent bien évidemment aux futurs candidats. Mais une nouvelle fois, le jury demande aux collègues de C.P.G.E. d'insister auprès de leurs étudiants sur ses attentes.

## **3. COMMENTAIRES SUR LES RÉPONSES APPORTÉES**

Globalement, des progrès restent à faire pour la rédaction des copies. Le jury rappelle à nouveau qu'un petit croquis à main levée est préférable à un long discours. Une copie bien rédigée doit faire apparaître :

- le numéro des questions et, si nécessaire, le libellé de ces questions lorsqu'il y a plusieurs questions sous le même numéro.
- les résultats encadrés sous forme littérale puis les applications numériques clairement posées (si l'application numérique n'est pas posée, le résultat doit être rigoureusement exact à la virgule près, sinon il est compté comme faux).
- des réponses qualitatives (appréciation d'un choix technologique, justification d'hypothèses, présentation d'une méthode de calcul, ...) correctement formulées, structurées, exhaustives et concises.

Le jury tient à rappeler, avec une grande insistance, que les réponses données sans justification ou démonstration ne sont pas prises