

## Physique-Chimie

Le problème s'articule autour d'une partie chimie sur le trioxyde de tungstène et d'une partie physique étudiant l'effet Peltier.

### **PARTIE I : Le trioxyde de tungstène**

La partie I A relève entièrement du programme de première année :

- savoir établir la configuration électronique d'un élément de numéro atomique élevé, à partir de celle-ci trouver sa position dans la classification périodique et justifier que le tungstène s'ionise en  $W^{6+}$  ;

Ces connaissances ne sont pas maîtrisées par un grand nombre de candidats ; à peine 15% citent « métal de transition » et encore moins la raison de cette dénomination ; ils sont très nombreux, à la grande surprise du jury, à confondre perdre et gagner des électrons pour obtenir l'ion  $W^{6+}$  !

- établir la maille de  $WO_3$  et trouver ses propriétés ont eu davantage de succès.

La partie I B nécessitait des connaissances élémentaires en électrochimie (écrire des réactions aux électrodes, indiquer le mouvement des porteurs de charges) ainsi que la correspondance entre longueur d'onde et couleur.

Il fallait par ailleurs un peu de logique pour analyser les courbes représentées.

Cette partie a montré une méconnaissance inquiétante des phénomènes électrochimiques :

- les ions ne migrent pas lors d'une électrolyse ;
- les électrons par contre circulent en solution (8% des candidats !) ;
- le platine s'oxyde en  $Pt^+$  et  $Pt^{2+}$  (10 % des candidats !).

La partie I C très classique a été traitée de façon plutôt décevante :

- des difficultés à justifier rigoureusement les domaines de prédominance sur le diagramme d'Ellingham ;
- les calculs numériques de  $\Delta_f G^\circ$ ,  $\Delta_f H^\circ$  et  $\Delta_f S^\circ$  sont très souvent faux, déduire du signe de  $\Delta_f H^\circ$  que la réaction est exothermique ou endothermique semble poser de réelles difficultés, la faible valeur de  $\Delta_f S^\circ$  est mal commentée car associée à la réversibilité de la réaction...

### **PARTIE II : Couplage des phénomènes de conduction thermique et électrique en régime linéaire. Etude d'un réfrigérateur à effet Peltier.**

#### **II.A- Forces thermodynamiques**

Cette partie faisait appel à la thermodynamique de première année et à son complément (diffusion thermique) de seconde année.

Il est manifeste que les principes de la thermodynamique ne sont pas connus ou lorsqu'ils sont mentionnés, ne sont visiblement pas compris. Un certain nombre de candidats ( 10% environ) exprime sa satisfaction de voir un système réfrigérant plus efficace qu'un cycle de Carnot !

##### *Cas de la conduction thermique pure*

Etablir que le module du vecteur densité de courant thermique est uniforme dans le barreau conduit très souvent à une confusion avec l'établissement des propriétés d'invariance par translation.

La notion d'entropie d'échange est très mal maîtrisée. La notion d'irréversibilité du phénomène apparaît peu pour interpréter le sens physique et le signe positif de l'entropie créée.

##### *Cas de la conduction électrique pure*

Cette partie n'est qu'exceptionnellement traitée de façon correcte :

- justification trop légère avec « par analogie » pour établir l'uniformité de  $j_e$  ,
- l'expression donnée dans l'énoncé est obtenue de façon acrobatique sans évoquer les premier et second principes nécessaires pour l'établir.

#### **II. B- Théorie de la réponse linéaire d'Onsager**

Cette théorie est globalement bien traitée pour ceux qui ont su transformer  $\nabla(1/T)$  et qui connaissent la signification de l'expression « loi phénoménologique.» La notion de relation phénoménologique n'est pas maîtrisée : de nombreuses réponses citent la matrice inductante comme telle loi, d'autres citent certaines équations de Maxwell ou le principe fondamental de la dynamique !

Le rôle réfrigérant du module est dans l'ensemble bien mis en évidence.

#### **II.C- Etude d'un réfrigérateur à effet Peltier**

L'étude de la modélisation électrique du module à effet Peltier est rarement correcte. Or si l'effet Joule est négligé comme l'énoncé en fait l'hypothèse, trouver que la résistance du module est nulle devrait être logique et immédiat.

Cette partie montre à nouveau les grosses lacunes en thermodynamique :

- l'efficacité d'un réfrigérateur puis de celui fonctionnant suivant un cycle de Carnot sont souvent méconnues ;
- la notion de réversibilité est là encore peu évoquée.

Pour obtenir l'équation différentielle, il fallait exprimer le champ électrique  $\mathbf{E}$  à partir de l'expression de la densité de courant  $\mathbf{j}_e$  donnée dans le problème, ce que peu de candidats ont vu. Aussi ceux qui ont traité la question incorrectement obtenaient l'équation donnée à un terme près. On a alors pu apprécier le comportement de certains candidats qui reconnaissaient ne pas avoir l'expression demandée alors que d'autres faisaient « disparaître » ce terme.

## Conclusion

Comme chaque année, d'excellentes copies ont été remarquées alliant de bonnes connaissances scientifiques, une interprétation claire des modèles et des calculs rigoureux.

On peut remarquer que la plupart des connaissances de base mal connues appartiennent au programme de première année. On ne saurait trop conseiller aux candidats de bien réviser ces notions au fur et à mesure que les domaines sont abordés et prolongés en seconde année.

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.

Par ailleurs, aucun accès de mauvaise humeur apparaissant sur la copie ne peut être toléré. Le candidat doit montrer au contraire au jury, au travers de ses commentaires, tout son intérêt pour les sciences et sa motivation.

# Sciences industrielles

## 1. PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet de l'épreuve 2005 s'intéresse au dispositif d'orientation de la fusée Ariane 5 nécessaire à la poursuite de trajectoires imposées, et à la limitation de certaines fréquences de résonance pour limiter les couplages vibratoires.

Le sujet s'articule autour de :

- l'analyse de l'architecture générale des solutions technologiques retenues pour orienter les tuyères ;
- la mise en évidence du risque de résonance à basse fréquence du système d'orientation d'une tuyère, réalisé avec deux servovérins hydrauliques, et à l'analyse de la solution retenue pour limiter l'amplitude de la résonance ;
- la vérification des fréquences de résonance, de la tuyère centrale du moteur Vulcain de la fusée Ariane 5, qui doivent rester inférieures à 20 Hz lors de la phase de décollage sur une hauteur de 2 000 mètres.

Le sujet a été conçu avec des questions de différents niveaux de difficultés afin de permettre aux candidats de tirer le meilleur de leurs aptitudes.

## 2. ANALYSE GLOBALE DES RÉSULTATS

Au cours de la correction, le jury a d'une part constaté un comportement global satisfaisant des candidats face à l'analyse et la compréhension des problématiques posées. D'autre part, il a regretté que les réponses apportées aux différentes questions ne soient pas empreintes d'une réflexion approfondie, d'une grande précision et surtout d'une grande rigueur.

Les commentaires ci-dessous s'adressent bien évidemment aux futurs candidats. Ils reprennent de nombreuses remarques formulées dans les rapports précédents. 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 des explications longues et confuses, et qu'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 en compte !**