

Physique-Chimie

Présentation du sujet

Le sujet abordait le traitement de surface de métaux par la technologie LASER, puis la protection de ces surfaces contre la corrosion.

Il comprenait quatre parties largement indépendantes. Les parties physique et chimie étaient sensiblement de même longueur. Le contenu détaillé du sujet est le suivant.

- Première partie (30 questions) : traitement de surface par LASER

Il s'agissait de décrire la conductivité d'un métal, d'y étudier la propagation d'une onde électromagnétique, sa réflexion à la surface et son absorption en profondeur. On étudiait ensuite la diffusion thermique du matériau et, grâce à une analyse graphique de la courbe d'échauffement, on distinguait l'échauffement surfacique de l'échauffement volumique.

- Deuxième partie (12 questions) : inhibiteurs de corrosion

Le tracé et l'analyse d'un diagramme d'Ellingham permettaient de décrire la protection en surface du fer par l'action du minium de plomb. On montrait ensuite que la corrosion du fer pouvait être ralentie, en voie humide, grâce à la passivation. Le ralentissement de la réaction de corrosion était observé sur des courbes intensité-potentiel.

- Troisième partie (5 questions) : les huiles siccatives

Une autre méthode de protection consistait à former une couche étanche à la surface du fer par réticulation d'un monomère. L'indice d'iode de l'huile siccative était déterminé par un dosage en retour.

- Quatrième partie (7 questions) : les peintures dépolluantes

Enfin, la dernière partie abordait le thème de la dépollution spontanée grâce aux propriétés photocatalytiques de l'oxyde de titane, dont on étudiait la structure cristallographique. Le problème se terminait par une étude de la cinétique du premier ordre de la dégradation d'un polluant, l'hélianthine.

Analyse globale des résultats

La très grande majorité des candidats a abordé les deux thèmes Physique et Chimie. Les candidats ont en général parcouru l'ensemble du sujet, esquivant éventuellement la partie III sur les huiles siccatives pour passer à la partie IV, qui semblait les inspirer un peu plus.

Ce sujet, conforme au programme PCSI-PSI, permettait d'évaluer un vaste champ de compétences, dont :

- la maîtrise du cours ;
- des bilans énergétiques ;
- des tracés et utilisation de courbes de diagrammes ;
- des traitements statistiques de données ;

- des confrontations des lois théoriques aux données expérimentales ;
- l'utilisation des grandeurs complexes.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Physique

Le modèle de Drude de la conduction métallique est connu et maîtrisé. L'expression de la conductivité est très souvent trouvée. Néanmoins, quelques candidats ont confondu poids négligeable avec masse nulle.

Les lois de Descartes pour la réflexion et la réfraction continuent d'être malmenées par certains candidats qui définissent mal les angles (par rapport au dioptre !) et qui surtout oublient de définir le plan d'incidence.

Dans plusieurs questions, il était demandé de comparer deux grandeurs (période - durée de décroissance, courant de déplacement - courant ohmique). De très nombreux candidats comparent des grandeurs de dimensions différentes ! Ainsi, il est très fréquent de voir $\tau \ll 1$ où τ désigne un temps. De même, on lit souvent la phrase « cette grandeur est petite, donc... ».

Ceci est d'autant plus surprenant que la notion de dimensions des grandeurs mesurées est une des bases de la physique et que, tout au long de leur scolarité, les candidats ont été habitués à y être attentifs.

Dans le même ordre d'idées, l'intensité **lumineuse** est parfois exprimée en **ampère**. La nature des quantités que le candidat manipule est donc mal maîtrisée.

L'expression du vecteur de Poynting est souvent fausse, on trouve l'expression $\frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{c}$ ou $\frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\omega}$.

Les bilans thermiques sont assez correctement établis quand la question est classique (établissement de l'équation de la diffusion thermique) mais la question *a priori* plus simple (mais moins classique) de la loi de Beer-Lambert est moins réussie. Le jury a noté sévèrement le manque de rigueur dans l'utilisation des grandeurs différentielles ainsi que les raisonnements incomplets dans le bilan thermique.

Chimie

Les nombres d'oxydation sont parfois mal compris, on rencontre un nombre non négligeable de fois « n.o.(FeO)=+II ».

Le jury regrette que la question — sans difficulté majeure et très classique — du tracé d'une droite d'Ellingham, ait été l'occasion de trop nombreuses erreurs (70% des candidats n'ont eu aucun point) ! La raison tient au manque de rigueur et d'attention : les unités manquent ou sont fausses, le nombre de chiffres significatifs n'est pas respecté (malgré la mise en garde dans l'énoncé), le calcul est faux (il n'y avait pourtant que des additions et des soustractions à effectuer), O₂ est utilisé avec un facteur 1/2 (là aussi, malgré l'énoncé), le tracé ne tient pas compte de l'origine des températures à 200°C.

Souvent, la réaction d'Ellingham est écrite dans le mauvais sens, ainsi d'ailleurs que la réaction d'oxydation du fer par le minium ou la réaction du titrage rédox.

En revanche, la prévision des réactions thermodynamiquement favorisées à partir de la lecture du diagramme est en général connue.

Le schéma du transfert de charges sur un site anodique n'est que très rarement satisfaisant.

Le rôle basique des amines n'a pas été compris, même quand la question était posée à la suite du tracé des diagrammes potentiel-pH. Le lien entre la valeur du pH et le domaine de passivité est passé inaperçu.

Encore trop souvent, le calcul d'une masse volumique donne lieu à des valeurs numériques totalement aberrantes ($4 \times 10^{-30} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$!). Malgré les nombreux rapports de concours de ces dernières années, le jury n'a noté aucun progrès à ce sujet.

Le dosage en retour n'a pas été correctement exploité. De nombreux candidats n'ont pas réussi à obtenir les bons résultats numériques des quantités demandées.

Les analyses statistiques de données, où l'on demande de calculer les paramètres d'une droite de régression, donnent lieu à des réponses lapidaires : « il suffit de tracer $(T - T_0)^2$ en fonction de $t \dots$ » sans rien faire d'autre. De même, la donnée de l'équation de la droite de régression (déterminée à la calculatrice) doit être complétée par le coefficient de régression.

Conclusions

Le sujet, par sa richesse et l'étendue des domaines abordés, a permis de révéler les candidats qui connaissaient leur cours et qui savaient l'appliquer à des situations nouvelles.

Les questions de ce problème étaient relativement indépendantes les unes des autres. Si certains candidats ont cherché à piocher par-ci par-là des réponses immédiates et proches du cours, les très bonnes notes ont toutefois récompensé un traitement du sujet dans sa continuité. Il était tout à fait possible d'avoir une très bonne note sans avoir traité l'intégralité du sujet.

Enfin, sur la forme, le jury tient à attirer l'attention des futurs candidats sur les défauts rencontrés dans certaines copies, tels que :

- l'absence de la pagination ; des aller-retours trop fréquents (on fait les questions dans le désordre) ; le jury conseille à ce sujet d'aborder les différentes parties sur des feuilles différentes ;
- des rédactions qui s'apparentent parfois à des brouillons, sans mise en évidence des réponses ;
- l'orthographe approximative et la confusion fréquente entre infinitif et participe passé des verbes du premier groupe.