

Physique-chimie 1

Présentation du sujet

Le problème posé comporte trois parties indépendantes qui étudient divers aspects d'un dispositif de transport en commun se déplaçant à vitesse élevée. Les thèmes abordés sont :

- la thermodynamique à propos de l'étude d'un système de pompage destiné à faire le vide ainsi qu'un dispositif permettant d'évacuer l'air de l'avant vers l'arrière de la capsule transportant les passagers ;
- l'électrochimie à propos du dimensionnement des batteries embarquées alimentant le compresseur ;
- la conversion de puissance permettant d'étudier le moteur asynchrone linéaire servant à déplacer la capsule.

Analyse globale des résultats

Les candidats ont eu plus de difficultés à aborder les deux parties de physique que la partie de chimie plutôt bien traitée. La majorité des problèmes rencontrés par les candidats relève des points suivants :

- les applications numériques, trop souvent fausses, libellées avec un nombre de chiffres significatifs trop important ;
- les calculs sont menés avec maladresse ;
- les réponses sont rédigées sous forme d'affirmations non argumentées.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Partie I

I.A.1) Cette question a suscité beaucoup d'erreurs principalement dues à une mauvaise définition du système thermodynamique. Le principe de conservation de la matière a souvent été mal traduit. Le jury déplore l'absence de réaction des candidats qui ont obtenu une pression P_1 supérieure à P_0 . Trop de candidats ont répondu à la question b) par une simple égalité sans aucune justification.

I.A.2) Dans cette question, les résultats issus du modèle développé en question I.A.1) sont confrontés à la caractéristique expérimentale de la pompe. Il y avait donc matière à réflexion et en particulier à la question e) où les candidats pouvaient faire preuve d'esprit critique afin d'analyser les points forts et les points faibles de la modélisation plus fine que celle de la question précédente. Le barème récompensait largement les candidats ayant pris le temps de développer adroitement cette question.

I.B – Cette question destinée à évaluer le temps pour faire le vide a donné lieu à beaucoup de maladresses de calcul et d'erreurs d'application numérique. Le jury rappelle que le choix de l'unité doit être pertinent et que les valeurs numériques doivent être fournies avec un nombre de chiffres

significatifs compatible avec les données. En outre, il est recommandé aux candidats d'avoir un regard critique sur les valeurs qu'ils obtiennent afin de déceler eux-mêmes leurs propres erreurs.

I.C – Le compresseur et l'échangeur thermique étudiés dans cette partie fonctionnent tous deux en régime permanent et sont alimentés par un débit massique de fluide constant. Le bilan d'énergie tenant compte de leur évolution s'identifie donc au premier principe appliqué aux systèmes ouverts en écoulement permanent. Les trop nombreux candidats qui ne connaissaient pas cette formulation du premier principe n'ont pas pu traiter la question. Par ailleurs, les candidats qui n'ont pas pris soin de distinguer clairement les grandeurs massiques de celles non massiques, ou de définir précisément ce que sont la puissance utile ou le travail massique utile, ont été sanctionnés.

Partie II

II.A – Ces questions d'application directe du cours ont été, en moyenne, bien traitées. La question 8) qui corrèle les propriétés physico-chimiques du lithium à son utilisation dans les accumulateurs donnait l'occasion aux candidats d'analyser l'impact de ces propriétés sur la f.e.m. de l'accumulateur ainsi que sur son énergie massique. Elle n'a suscité, le plus souvent, que des réponses laconiques et non argumentées.

II.B – Beaucoup de candidats ont mal interprété la définition de x qui ne peut prendre que les valeurs 0 ou 1 et ont donc été gênés pour écrire les équations chimiques ainsi que pour traduire la stœchiométrie entre le carbone et le lithium. Le document de la figure 5 permet une analyse comparative de divers accumulateurs. La question d) était l'occasion de développer cette comparaison. Le barème récompensait les candidats qui ne se contentaient pas de répondre oui ou non à cette question mais proposaient des éléments de réflexion sur la position relative des accumulateurs Li-ion par rapport aux autres accumulateurs.

Partie III

III.A – Cette question porte sur l'étude du champ magnétique produit par le courant inducteur du moteur dans le cadre de l'ARQS. L'intensité du courant enlacé qui intervient dans le théorème d'Ampère est algébrique. Il était donc nécessaire de spécifier le protocole d'attribution du signe du courant selon l'orientation du contour d'Ampère. Cet aspect a majoritairement été éludé par les candidats.

Afin de calculer le champ magnétique créé par une répartition de courant par l'application du théorème d'Ampère, il convient d'analyser les propriétés de symétrie des courants afin d'en déduire la direction du champ magnétique dans le but de construire un contour d'Ampère approprié à la géométrie de problème. Le jury a sanctionné sévèrement tout calcul de champ non justifié par une étude préliminaire rigoureuse des symétries du problème.

La décomposition du premier harmonique du champ magnétique produit par le courant inducteur sous forme d'ondes progressives a donné lieu à quelques erreurs de calcul. En outre, lors de la caractérisation de l'onde progressive, la direction de propagation a été parfois confondue avec celle du vecteur qui se propage.

III.B – Bien que le centre de la spire soit initialement situé en $x = 0$, lors de son mouvement, la valeur de x varie avec le temps. Il convenait donc d'exprimer le flux pour une valeur quelconque de x . De plus, lors de l'application de la loi de Faraday permettant de calculer la force électromotrice d'induction, la grandeur x doit être remplacée par son expression en fonction du temps. Peu de candidats ont abouti à une expression correcte du courant induit.

Le calcul de la résultante des forces de Laplace, qui nécessite l'analyse de la contribution de chaque côté du cadre formé par la spire, a engendré beaucoup d'erreurs.

Conclusion

Conformément aux remarques de détails développées pour chaque question, le jury a constaté une forte corrélation entre la qualité de rédaction tant au niveau de la clarté que de la rigueur et la note attribuée à la copie. Beaucoup de recommandations développées ci-dessus sont universelles et comme tous les ans, nous nous permettons de faire remarquer aux futurs candidats qu'avec une bonne connaissance du cours, il était possible d'obtenir une excellente note en faisant correctement et rigoureusement un nombre raisonnable de questions du sujet et qu'il est indispensable de parcourir l'énoncé en entier au début de l'épreuve pour cerner les parties les plus abordables.

Malgré toutes ces remarques, les correcteurs ont eu plaisir à corriger d'excellentes copies où les candidats ont fait preuve de rigueur, de sens critique en s'appuyant sur des connaissances solides du cours.