

Physique-chimie 2

Présentation du sujet

L'épreuve de physique-chimie 2 pour la filière MP aborde cette année divers phénomènes mis en jeu dans le fonctionnement des bouées houlographes Waverider. Elle est constituée de quatre parties indépendantes portant sur autant de branches distinctes des programmes de physique et de chimie de la filière MPSI/MP. La première, pesant pour environ un quart de l'épreuve, se penche sur la protection contre la corrosion en milieu marin. La deuxième, un peu plus longue, relève du programme de mécanique et analyse un système breveté de plateforme stabilisatrice immergée. La troisième partie, assez courte, aborde le traitement du signal en électricité. La quatrième est consacrée à l'étude d'un système de bobines couplées permettant la mesure de l'angle de roulis.

Analyse globale des résultats

Comme les questions relatives à la chimie se trouvent placées au début du problème, elles ont été abordées par l'immense majorité des candidats. Cependant, ils n'y ont en moyenne recueilli que le quart des points prévus au barème, peut-être en raison de la difficulté qu'il y a, dans le domaine de la cinétique d'oxydoréduction, à appliquer dans un cas pratique des concepts généraux étudiés en cours.

Par comparaison, les questions de mécanique ont été mieux réussies et une grande majorité des candidats parvient à mettre en équation les situations décrites dans la partie II. La gradation des résultats s'opère alors sur la capacité à poursuivre l'analyse jusqu'à la conclusion de chaque sous-partie. Se mettent ainsi en valeur les candidats qui, ne perdant pas de vue le lien entre le modèle physique et le système réel, saisissent pleinement la logique par laquelle les questions s'enchaînent et dont les réponses pertinentes montrent une pleine compréhension des dispositifs étudiés.

La partie III, bien qu'assez courte, a révélé une assez bonne maîtrise des notions élémentaires concernant le filtrage analogique d'un signal, mais une défaillance généralisée au sujet de son traitement numérique.

Bien que les candidats aient visiblement consacré moins de temps à la quatrième et dernière partie, quelques tendances se dégagent de leurs réponses. La sous-partie IV.A, qui aborde de manière originale le très classique système des bobines de Helmholtz, a posé des difficultés imprévues. Peut-être déroutés par la lecture des documents D et E et placés dans une situation non stéréotypée, beaucoup de préparationnaires ne parviennent pas à appliquer les lois de la magnétostatique. Par contre, la majorité de ceux qui ont abordé la sous-partie IV.B savent mettre en équation un système élémentaire de circuits couplés.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Comme annoncé dans la notice du concours, les qualités de présentation, d'orthographe et de clarté d'expression ont été prises en compte dans la notation. Rappelons aux candidats que leur composition n'est pas destinée à eux-mêmes, mais à un correcteur qui devra la lire et la comprendre, et qu'il convient de lui témoigner un respect minimal. Pour des étudiants qui aspirent à des formations de cadre supérieur, cette capacité à prendre en considération l'allocutaire d'une communication écrite nous paraît fondamentale et nous continuerons à lui accorder de l'importance.

Signalons maintenant quelques points particuliers sur lesquels les futurs candidats pourront faire porter leur attention afin d'optimiser leur préparation et de ne pas tomber dans les mêmes travers que leurs prédecesseurs.

- Alors que la thermodynamique de l’oxydoréduction est assez bien maîtrisée, beaucoup de candidats ne distinguent pas clairement une équation bilan d’une demi-réaction. Dans la question 4, on a ainsi vu de nombreuses équations bilans faisant à tort apparaître des électrons.
- Les candidats ont obtenu en moyenne moins d’un cinquième des points prévus au barème dans les parties I.B et I.C, pourtant placées au début de l’énoncé. Cela montre que l’étude cinétique des réactions d’oxydoréduction n’est généralement pas maîtrisée. Le montage à trois électrodes permettant de relever une courbe courant-potentiel est souvent mal connu (question 5). Cette courbe expérimentale étant fournie, la plupart des candidats ne parviennent pas à l’interpréter (question 6) ni à l’utiliser pour trouver une surtension cathodique (question 7), grandeur dont nous rappelons qu’elle se définit par un écart à un potentiel d’équilibre à pH donné. De même, la lecture d’un potentiel mixte et du courant correspondant (question 11) s’est avérée largement défaillante et même la question 12, qui procède essentiellement d’un bilan de matière, donne lieu à la plus grande confusion, quand les candidats ne se contentent pas de fournir de mémoire, de manière souvent erronée, la relation demandée.
- La question 15, assez subtile, a mis en difficulté beaucoup de candidats qui n’ont pas compris qu’il fallait faire intervenir la masse du fluide déplacé. Cette erreur fréquente, ainsi que celle portant sur le signe du terme d’inertie d’entrainement, a des répercussions dans les questions 25 et 26. En examinant les réponses à celle-ci, le jury a aisément décelé les calculs falsifiés par lesquels des forces erronées conduisent contre toute attente à une équation correcte, parce que fournie par l’énoncé.
- Dans la question 30, les commentaires sont souvent superficiels alors qu’ils devraient mettre en exergue l’intérêt de la plateforme stabilisatrice. L’inclinaison maximale est rarement obtenue, les candidats oubliant généralement d’introduire la valeur du gain aux fréquences pertinentes.
- Dans la question 32, beaucoup de candidats utilisent à juste titre les impédances équivalentes, mais certains peinent à identifier les tensions dans le circuit simplifié ou appliquent à tort la relation du pont diviseur.
- La question 34, portant sur le filtrage d’un signal numérisé, a été très rarement abordée, et le plus souvent de manière incorrecte. Rappelons que les notions enseignées au travers de travaux pratiques font partie du corpus de connaissances que les épreuves de concours, même écrites, sont susceptibles d’évaluer.
- La question 36 appelait une réponse détaillée mettant en jeu les propriétés de symétrie et d’invariance d’un champ magnétique. Son traitement a généralement été confus, voire aberrant pour des candidats qui, après avoir fourni des arguments plus ou moins convaincants, représentent le champ magnétique par une flèche orthogonale aux lignes de champ !
- En tant que telles, les équations de Maxwell de la magnétostatique sont connues, mais les candidats peinent à voir leur portée dans une situation où le champ magnétique n’admet pas d’expression simple, mais est connu au travers d’une carte et de graphes. La question 37, où il s’agissait d’illustrer la conservation du flux, et la question 38, à laquelle le théorème d’Ampère apporte une réponse simple, ont été le plus souvent mal traitées.

Conclusion

Comme on le voit, les exigences du jury sont raisonnables. Les candidats ayant acquis l’ensemble des connaissances prévues par le programme officiel de la filière MP et capables de les mobiliser pour étudier un problème concret ont toutes les chances de briller dans une épreuve du type de celle proposée, puis de poursuivre avec succès leurs études dans les écoles d’ingénieur recrutant par le concours Centrale-Supélec.