Physique-chimie 2

Présentation du sujet

L'épreuve de physique-chimie 2 de la filière MP aborde cette année deux pseudo-découvertes astronomiques, c'est à dire des observations ayant tout d'abord suscité un vif intérêt dans la communauté scientifique mais qui, après analyse, se sont révélées n'être que des artefacts.

Le premier de ces phénomènes, nommé « péritio », concerne d'étranges signaux détectés par les radiotélescopes. Son analyse occupe la plus grande partie de l'énoncé et relève essentiellement du domaine des ondes électromagnétiques. Le second phénomène relate l'apparition de raies spectroscopiques caractéristiques du potassium. Pour l'évoquer, la seconde partie du problème, plus courte, aborde la synthèse du chlorate de potassium ; elle porte sur les thèmes de l'oxydoréduction et de la thermochimie.

Analyse globale des résultats

Les éléments fondamentaux de la théorie des ondes électromagnétiques sont assez bien connus des candidats, que ce soit pour la propagation dans le vide ou pour celle dans un plasma. Par contre, l'exploitation des conditions de passage à la surface d'un conducteur parfait s'avère délicate : leur caractère local est souvent mal compris (exprimer une telle condition demande d'évaluer les champs en des points particuliers), et leur caractère vectoriel mal exploité (on ne peut traiter indistinctement les diverses composantes du champ). En chimie, les bases conceptuelles de l'oxydoréduction sont généralement maîtrisées, à l'exception de celles qui relèvent de la cinétique sur une électrode.

Au delà de ces aspects « techniques » des sciences physiques, c'est l'analyse de situations concrètes qui pose le plus de difficultés. Plusieurs questions s'appuyant sur des résultats expérimentaux, nécessitant l'interprétation de courbes ou de documents, ont fait trébucher la majorité des candidats. En particulier, l'unique question du problème signalée comme peu guidée et requérant de l'initiative, a rencontré peu de succès alors que le jury lui a attribué autant d'importance qu'à plusieurs autres questions plus balisées.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

La capacité à établir un lien entre un formalisme abstrait et le résultat d'une expérience de laboratoire constitue une qualité majeure, tant pour de jeunes esprits scientifiques que pour de futurs ingénieurs. Nous encourageons donc les préparateurs à la développer, notamment au travers des séances travaux pratiques. De même, pour analyser une situation concrète, il faut apprendre à donner aux valeurs numériques toute l'importance qu'elles méritent, que ce soit pour justifier certaines approximations, ou pour les comparer à d'autres valeurs afin de conclure sur le résultat d'une expérience. À ce sujet, les programmes officiels comportent un volet sur la mesure d'une grandeur physique et sur son incertitude. Visiblement, les notions afférentes ont été négligées par la plupart des 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. S'agissant d'une composition scientifique dans laquelle de nombreuses réponses s'expriment dans le langage des mathématiques, le jury attend des candidats qu'ils utilisent des symboles ne prêtant pas à confusion et qu'ils respectent les conventions fermement établies dans ce domaine. Ceux qui ne distinguent pas les scalaires des vecteurs ou qui confondent la représentation réelle et la représentation complexe d'une grandeur sinusoïdale, rendent parfois leurs écrits inintelligibles et sont légitimement pénalisés.

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

Afin de bien utiliser des relations de passage portant sur des champs vectoriels, comme demandé dans les questions **Q5**, **Q12** et **Q29**, il est crucial de bien distinguer les composantes normales des composantes tangentielles, en utilisant si nécessaire une base de projection.

Dans l'étude d'une onde stationnaire (**Q7** et **Q31**), il convient de ne pas confondre la longueur d'onde et la distance inter-ventres ou inter-nœuds.

Dans les questions **Q9** à **Q11**, l'analogie avec l'interféromètre de Michelson a été repérée sans hésitation. Par contre, le redéploiement du formalisme de l'optique ondulatoire (formule de Fresnel, différence de marche, interprétation du contraste) a posé plus de difficultés. Le jury rappelle que les notions relatives aux interférences sont applicables à d'autres phénomènes ondulatoires.

Dans la question **Q13**, l'interprétation des deux situations duales décrites dans la figure 5 a souvent été inversée, sans doute parce que le rôle des courants surfaciques comme sources du champ, évoquée dans la question **Q12**, est mal compris.

La comparaison de deux grandeurs en vue de négliger l'une d'elles (**Q24** et **Q34**) ne peut être conduite honnêtement sans application numérique.

Dans la figure 6 à exploiter pour répondre aux questions **Q26** et **Q27**, le temps porté en abscisse est défini par rapport à une origine arbitraire. Il était donc important de ne pas le confondre avec le retard τ exprimé dans **Q24**.

Une certaine confusion semble régner au sujet des grandeurs énergétiques manipulées en électromagnétisme (**Q33**, **Q38**, **Q39**) : l'énergie des champs, la puissance dissipée, leur densité volumique et le vecteur de Poynting, sont souvent confondus ou utilisés à mauvais escient.

Afin d'analyser les réactions d'oxydoréduction intervenant dans une électrolyse (**Q45** et **Q46**), il est certes très utile de faire appel aux propriétés thermodynamiques des espèces. Mais avant tout, il faut se demander lesquelles sont présentes en solution !

L'utilisation de courbes intensité-potentiel, même de la manière rudimentaire attendue dans **Q46**, semble inconnue de la plupart des candidats.

Conclusion

Comme on le voit, les exigences du jury n'ont rien de démesuré. 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.