

Sciences physiques

Physique

Ce problème porte sur l'étude du freinage d'une plaque sous l'action des courants de Foucault engendrés par un champ magnétique permanent.

Dans une première partie, on étudie tout d'abord les oscillations non amorties de la plaque en l'absence de champ magnétique et ensuite les oscillations amorties en tenant compte de la présence du champ magnétique. Dans la seconde partie, on détermine, à partir d'un modèle très simple, la répartition des charges et la structure du champ électrique dans la plaque en mouvement. Enfin, dans la troisième partie, on détermine la répartition des courants de Foucault qui existent dans la plaque et on évalue la résultante de la force de Laplace qui agit sur celle-ci.

L'épreuve est originale et aborde différents domaines du programme : l'étude d'oscillateurs (programme de mécanique de première année), le phénomène d'induction et les courants de Foucault (qui font partie du programme de seconde année). Elle est sans doute un peu longue et comporte quelques questions difficiles.

Partie I - Analyse d'une expérience

Les premières questions sont relativement faciles et proches du cours. C'est sans doute pour cette raison que les candidats n'expliquent pas davantage leurs calculs.

- Ils admettent que l'énergie cinétique de la plaque est égale à $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ sans évoquer le théorème de König et même sans préciser que la plaque est en translation ; une proportion non négligeable de candidats confond d'ailleurs le vecteur rotation de la plaque $\vec{\Omega}$ avec la vitesse angulaire $\frac{d\theta}{dt}\vec{u}_z$
- Ils écrivent ensuite que l'énergie mécanique de la plaque est constante comme si cela est évident et toujours vrai ; une toute petite phrase, précisant que les tensions des fils ne travaillent pas ou même que seul le poids de la plaque travaille, aurait suffi.

L'étude graphique des courbes a donné des résultats très contrastés ; le calcul des valeurs maximales de la vitesse $\frac{dy}{dt}$ n'est pas bien mené dans de nombreuses copies, le portrait de phase est rarement orienté, l'homothétie entre les différentes ellipses est peu mentionné.

De nombreux candidats ont appliqué le théorème de la résultante cinétique pour retrouver le mouvement amorti de la plaque en occultant complètement les tensions des fils. Évidemment ils obtiennent la bonne équation puisqu'elle est donnée dans l'énoncé.

L'exploitation du tableau de données numériques est souvent mal conduite, la régression linéaire est rarement abordée, le tracé de la courbe λ en fonction de i^2 est peu soigné, la confusion entre les coefficients $\lambda(0)$ et λ_0 est fréquente.

Les candidats, assez peu nombreux, ayant traité les questions d'algorithmique s'en sont en général bien sortis.

La fin de cette première partie comporte des questions toutes simples sur les conséquences des propriétés (symétries, flux, circulation) du champ magnétique. Les réponses sont souvent incomplètes et nous avons souvent trouvé $B_z(A)r_A = B_z(C)r_C$ à la question I.C.6 !

Les développements limités des deux dernières questions sont peu abordés.

Partie II - Structure du champ électrostatique dans la plaque métallique

L'explication de la relation $\vec{j} = \gamma(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B})$ n'est pas toujours très claire. Par contre l'expression de la charge volumique est souvent établie.

Les candidats éprouvent de grosses difficultés à travailler avec les coordonnées réduites et le calcul de la charge Q de la plaque conduit bien souvent, soit à un résultat non homogène, soit à un bricolage plus ou moins frauduleux ou le paramètre apparaît ou disparaît selon les copies.

Le constat est le même pour les questions suivantes lors de l'établissement de l'équation de Poisson et du calcul du potentiel électrostatique V dans la plaque.

De nombreux étudiants déterminent le champ électrique à partir du potentiel, calculent le champ électrique d'un fil rectiligne infini (en évoquant toutefois « trop » vite les symétries) mais très rares sont ceux qui expriment correctement le champ électrique au centre O de la zone de champ magnétique.

Partie III - Répartition des courants de Foucault et estimation de la résultante des forces de Laplace

Cette partie est rarement abordée. Quelques candidats expriment les composantes de la densité volumique de courant ou écrivent l'expression de la densité volumique de la force de Laplace mais ne vont pas beaucoup plus loin.

Conclusion

Ce problème, fort intéressant, a permis de valoriser à la fois l'aspect théorique et l'exploitation expérimentale d'un phénomène physique. Il a permis un bon étalement des notes.

Nous conseillons aux futurs candidats de soigner la présentation et la rédaction de leurs copies (en particulier, certaines copies contiennent un nombre impressionnant de fautes d'orthographe).

Physique-Chimie

Le sujet s'articule autour d'un thème unique : Le monoxyde de carbone. L'épreuve se décompose en une partie de physique et une partie de chimie, totalement indépendantes l'une de l'autre.

De nombreux thèmes de première et deuxième année sont abordés.

PHYSIQUE

Partie I - Analyseur de monoxyde de carbone

L'étude en régime stationnaire a été traitée de façon correcte par les candidats qui savent exprimer la résistance d'un fil cylindrique en fonction de sa longueur, de sa section et de la résistivité du matériau utilisé. Nous déplorons cependant des erreurs d'homogénéité trop fréquentes dues essentiellement à des confusions entre diamètre et section d'une part ou entre flux radiatif surfacique et puissance totale rayonnée d'autre part.

L'étude du régime transitoire a posé de sérieux problèmes aux candidats qui se lancent dans l'écriture d'un bilan énergétique avant d'avoir défini précisément le système infinitésimal considéré.

Partie II - Cuve de mesure et principe

La partie optique a généralement été traitée avec succès. Signalons toutefois que certains candidats réalisent une représentation graphique sur un coin de copie alors qu'une feuille réponse quadrillée à la bonne taille était fournie.

En ce qui concerne le principe de la mesure, le rôle de chaque compartiment a échappé à la plupart des candidats qui pensent, entre autre, que la partie remplie de CO constitue la cuve de mesure.

Partie III - Dispositif électronique

De nombreux candidats ont traité le comparateur astable de façon correcte. Les erreurs les plus fréquentes dans cette partie résultent d'une confusion entre régime périodique et régime sinusoïdal.

L'étude analytique du filtre a été correctement réalisée par les candidats qui n'ont pas été déroutés par la présence de la résistance R7. En revanche, l'utilisation du papier log-log fourni pour le tracé du diagramme de Bode est presque toujours décevante.

L'étude du multiplicateur de Schenkler n'a été que très rarement abordée. Notons cependant que quelques copies en ont proposé une étude quasi-parfaite.

CHIMIE

Partie IV - Chimie structurale

Cette partie a généralement été abordée avec succès. Notons toutefois que la formule de Lewis conduit souvent à des propositions fantaisistes. Notons également que certains candidats affirment, sans être choqués, que le carbone graphite est instable dans les conditions normales de température et de pression.

Partie V - Le carbone et ses oxydes

Cette partie de chimie a été abordée par la plupart des candidats.

Le jury a été surpris de constater que la définition de l'enthalpie libre de réaction (standard ou non) n'est pas toujours connue. Il en est de même de l'approximation d'Ellingham, pour laquelle peu de candidats pensent à signaler que le modèle linéaire n'est valable qu'en dehors des changements d'état.

Au point d'intersection des trois droites relatives à la réaction d'oxydation du carbone et du monoxyde, beaucoup de candidats pensent que les réactions ne sont pas quantitatives, oubliant d'interpréter la valeur numérique de l'enthalpie libre de ces réactions.