

## EPREUVE DE PHYSIQUE I A

Le sujet proposé concernait l'étude d'un accéléromètre angulaire, celui de l'homme, situé dans l'oreille interne. Cet accéléromètre peut être assimilé à un tore rempli de liquide et obturé par un diaphragme.

Le problème se divisait entre quatre parties largement indépendantes et comportait des questions théoriques, calculatoires mais aussi qualitatives. La première partie, consacrée à l'étude mécanique de l'accéléromètre, permettait d'en comprendre le fonctionnement et de donner quelques caractéristiques de sa réponse. On abordait dans une deuxième partie l'étude en fréquence de l'accéléromètre afin de déterminer la bande passante de ce capteur et de la comparer au contenu spectral des stimulations habituelles de l'accéléromètre. La troisième partie étudiait, grâce à une modélisation simplifiée, le temps de réponse à une stimulation thermique de l'oreille. Enfin, on montrait dans une quatrième partie que cette stimulation thermique était équivalente pour l'accéléromètre à une accélération angulaire et on se proposait d'évaluer l'influence de l'inclinaison du plan du tore sur la réponse.

### **Remarques générales :**

Toutes les questions du problème ont été abordées. Dans l'ensemble les copies étaient plutôt bien présentées ; cependant l'orthographe a souvent été négligée.

On note souvent un manque de rigueur aussi bien dans les applications numériques que dans les démonstrations. Celles-ci se limitent trop souvent à une succession d'équations plus ou moins intuitives sans explication physique et sans précision des notations et hypothèses utilisées (rappelons que les notations de l'énoncé doivent être respectées). Les candidats doivent poursuivre leur effort de vérification de l'homogénéité des résultats et donner les valeurs numériques en précisant les unités, chaque fois qu'il est nécessaire. L'étude d'homogénéité demandée explicitement par l'énoncé n'a pas été faite correctement (accélération angulaire souvent exprimée en  $\text{ms}^{-2}$ ) et des expressions littérales sont restées non homogènes.

Enfin une meilleure lecture de l'énoncé aurait sans doute permis aux candidats d'éviter un certain nombre d'erreurs (dans le tracé des diagrammes de Bode notamment).

### **1<sup>ère</sup> partie : modélisation mécanique**

La mise en équation du système masse-ressort-amortisseur a été bien faite en général, malgré quelques confusions entre longueur à vide et longueur à l'équilibre d'un ressort. En revanche les candidats ont rencontré de grosses difficultés pour intégrer l'équation différentielle du second ordre ; l'utilisation des conditions initiales n'est pas acquise.

### **2<sup>ème</sup> partie : réponse en fréquence de l'accéléromètre**

La simplification de la fonction de transfert, à l'aide d'un développement limité, a été relativement bien traitée alors que les réponses à des questions beaucoup plus classiques ont été décevantes : rares sont les diagrammes de Bode correctement tracés (confusion entre pulsation et fréquence, erreur de lecture sur l'échelle logarithmique...) ; les calculs de fréquence de résonance et de bande passante (aussi bien par utilisation de la définition que par identification avec la fonction de transfert normalisée) ne sont pas bien maîtrisés, de même que la lecture directe de la fréquence de coupure d'un filtre du premier ordre sur le diagramme de Bode.

En ce qui concerne le filtre, le calcul de la fonction de transfert a été mené correctement bien qu'un point A ait souvent été introduit sans figurer sur aucun schéma. Les calculs utilisant les courants dans les différentes branches du circuit n'ont généralement pas abouti ; ce type de méthode est à déconseiller.

### **3<sup>ème</sup> partie : modélisation d'une stimulation thermique**

Le bilan énergétique qui conduisait à l'équation de la chaleur avec pertes, quand il a été fait, est resté en général très flou et peu rigoureux. L'emploi des grandeurs énergétiques par unité de temps ou de surface, des "dt" et "dx", qui ne sont en général pas définis, semble assez hasardeux.

L'étude du régime stationnaire et du régime transitoire simplifié a été abordée correctement, bien que la résolution de l'équation du second ordre ait, là encore, posé problème.

### **4<sup>ème</sup> partie : conséquence d'une stimulation thermique**

L'influence de la position du capteur sur la pression a été déterminée de façon satisfaisante; l'équivalence avec une accélération angulaire a été peu abordée mais il s'agissait d'une des dernières questions du problème.

En conclusion, ce problème a révélé des lacunes inattendues en ce qui concerne les diagrammes de Bode, leur interprétation et la résolution d'équations différentielles du second ordre. Il serait donc souhaitable que les candidats améliorent ces deux points, et attachent plus de prix à la justification et à la rigueur de leurs calculs.