

---

## EPREUVE ECRITE DE PHYSIQUE PC 2

ENS : LYON-CACHAN

*Coefficients :*        LYON 5  
                              CACHAN option physique 6    option chimie 3

**MEMBRES DE JURYS : Freddy BOUCHET, Thierry DAUXOIS, Hervé GAYVALLET, Jean Sébastien LAURET, Marc MENETRIER, Renaud SKRZYPEK, Loïc VANEL.**

---

L'épreuve de physique étudiait l'effet thermoacoustique. Cet effet couple la mécanique des ondes sonores dans un gaz aux aspects thermodynamiques, par l'intermédiaire des oscillations de température. Il permet la réalisation de moteurs ou de réfrigérateurs thermoacoustiques utilisés dans de nombreux contextes, en particulier dans des engins spatiaux. Le problème a été construit de façon à traiter, de façon complète et précise, les aspects essentiels du fonctionnement du tube thermoacoustique, présenté dans la partie C. Nous attirons l'attention sur l'intérêt pédagogique de cet instrument facilement réalisable.

Les parties AI, AII et AIII, reprenaient les notions élémentaires liées à l'équation de d'Alembert, les aspects énergétiques associés ainsi que les propriétés des ondes stationnaires dans un tube ouvert à une extrémité. Malgré la proximité de ces questions avec le cours, cette partie a permis de distinguer assez nettement la solidité des connaissances de seulement la moitié des candidats. Notons que les trois quart des candidats environ ont trouvé la réponse exacte à la question II-4-a, malgré la regrettable coquille dans l'énoncé (équation [4]). La partie AIV, beaucoup plus sélective que les précédentes, abordait la notion nouvelle de gradient acoustique ainsi qu'une explication qualitative de l'effet thermoacoustique. Cette partie s'est avérée très difficile et n'a été résolue avec succès que par une dizaine d'excellents candidats.

La partie B abordait l'effet thermoacoustique dans le cas idéalisé de l'interaction d'une onde sonore avec une plaque solide immergée dans le gaz. En traitant explicitement la couche limite thermique, cette question permettait d'établir des relations quantitatives entre la puissance acoustique reçue (ou perdue) par l'onde, et le gradient thermique présent le long de la plaque. Par une série de questions de difficultés croissantes, cette partie a permis d'évaluer les qualités de précision, d'organisation et de calcul des candidats. Un nombre satisfaisant de candidats a conduit avec succès les calculs liés à la couche limite thermique et a compris l'analogie entre sa largeur caractéristique et la longueur de pénétration de l'effet de peau. Peu de candidats ont résolu complètement cette partie.

La partie C considérait le tube thermoacoustique et les ordres de grandeur associés. Cette partie nécessitait une compréhension et un recul important sur les phénomènes physiques mis en jeu. Elle était donc beaucoup plus difficile et n'a été abordée avec succès que par un faible nombre de candidats.

Le problème était très long, même pour les meilleurs candidats. Notons toutefois la performance exceptionnelle de l'un d'entre eux qui a répondu avec précision à plus des quatre-cinquième des questions. Nous avons obtenu une répartition gaussienne des notes, ce qui révèle une progressivité satisfaisante de la difficulté des questions.

Nous souhaitons rappeler l'importance d'une bonne connaissance des notions du cours, en

particulier des hypothèses physiques et des discussions d'ordres de grandeur associées. Une maîtrise des outils mathématiques et des calculs sont plus que jamais indispensables. Insistons sur l'importance que nous attachons aux questions qualitatives et aux commentaires des applications numériques. Trop de candidats négligent cet aspect important, qui entre pourtant de façon sensible dans le barème.

Nous nous réjouissons de la très bonne qualité de nombreuses copies.