

EPREUVE ECRITE DE PHYSIQUE

ENS : PARIS

Coefficient : 6

MEMBRES DE JURYS : Ch. JOSSERAND, F. CHEVY, J. HARE

L'épreuve de Physique s'attachait à caractériser les milieux granulaires et à mettre en lumière quelques résultats récents. L'épreuve se décomposait en trois parties, largement indépendantes et faisant appel à des notions de mécanique du solide, de thermodynamique et de mécanique des fluides pour l'essentiel.

La première partie demandait dans un premier temps d'établir les ordres de grandeurs pertinents pour ces matériaux. On a ensuite étudié l'influence de la non-élasticité des collisions et des frottements dans des situations classiques. La seconde partie consistait à montrer que le paradoxe du Démon de Maxwell pouvait être observé dans les milieux granulaires, principalement à cause de l'inélasticité des collisions. Une étude simplifiée utilisant des résultats de théorie cinétique montrait que tous les grains pouvaient se retrouver dans un seul côté d'un récipient agité. Ce résultat serait en contradiction avec les principes de thermodynamique si les grains pouvaient être assimilés à des molécules par exemple. Dans la dernière partie, une analogie entre la relation de dispersion des ondes pour les films liquides (appelées ondes de Kapitza) et les films granulaires était proposée. Le calcul des ondes à la surface d'un film liquide s'écoulant sur un plan incliné était demandé au premier ordre de perturbation. L'analogie avec les milieux granulaires consistait simplement en une identification des termes dans la relation de dispersion. Le modèle de rhéologie granulaire proposé était simplement comparé avec des résultats expérimentaux pour la solution non perturbée.

L'épreuve était très longue et ne pouvait pas être réalisée dans le temps imparti. Cependant les meilleurs candidats ont pu aborder largement chaque partie et ont réalisé avec succès les 2/3 du sujet. En moyenne, les parties 1 et 3 ont été plus souvent et mieux traitées que la deuxième partie.

Si les parties 2 et 3 comportaient des questions délicates à traiter, le jury s'étonne du nombre et de la teneur scientifique des erreurs dans la partie 1, qui consistait essentiellement d'applications directes du cours et des notions de physique enseignées en classes préparatoires. Par exemple, les notions de repère barycentrique et de vitesse relative semblent échapper à la majorité des candidats. Si la relation fondamentale de la dynamique reste encore un concept maîtrisé en général, moment d'inertie et moment dynamique font tourner la tête de nombreux candidats!

La démonstration de l'équation dynamique d'évolution de l'interface dans la partie 3 a donné lieu à de nombreuses gymnastiques afin d'obtenir le résultat demandé. Comme chaque année le jury tient à rappeler que l'obtention "miraculeuse" d'un résultat donné dans l'énoncé ainsi que le grappillage de points ne sont pas rentables pour le candidat.