

ÉPREUVE ÉCRITE DE PHYSIQUE PC2

ENS : (PARIS) LYON CACHAN

Durée: 5 heures

Coefficients : Concours PC : LYON 5 CACHAN 6 (Opt. Physique), 3 (Opt. Chimie)

Groupe I : PARIS 4 & nbs= p; LYON 4

MEMBRES DE JURYS : T. Dauxois, H. Gayvallet, J.-S Lauret, M. Ménétrier,

R. Skrzypek, L. Vanel

Le sujet proposé traitait de l'équilibre et du mouvement d'une particule sphérique solide (ou liquide) dans un fluide. Il se composait de quatre parties que l'on pouvait traiter de manière indépendante et faisait intervenir des notions de statique des fluides, de dynamique des fluides parfaits ou visqueux, de cinétique des gaz parfaits, ou de thermodynamique de l'équilibre liquide-vapeur. Le niveau du sujet, volontairement plus accessible que les années précédentes, a permis aux très bons élèves d'exprimer pleinement leurs qualités, mais a permis également de mesurer l'ampleur extrêmement inquiétante des lacunes de certains candidats sur des raisonnements physiques ou calculs très élémentaires.

Si tout le monde peut faire des erreurs de calcul ou de raisonnement (l'erreur est humaine !), ces erreurs sont très souvent détectables sur la forme du résultat. Encore trop de candidats ne prennent pas le temps de vérifier l'homogénéité du résultat. Cela permettrait d'éviter par exemple la confusion faite par un quart des candidats entre force surfacique visqueuse et équivalent volumique des forces visqueuses sur une particule fluide. Le résultat proposé doit également avoir un sens physique. Trouver par exemple que la résultante des forces de pression sur une particule fait intervenir un terme de pression constant est physiquement absurde : un quart des candidats font cette erreur sans réagir. Lorsque l'on demande de calculer une grandeur globale du système (force de frottement totale, énergie cinétique totale du fluide, etc.), il est également aberrant d'obtenir un résultat qui continue à dépendre des coordonnées spatiales choisies pour le calcul, telles que les coordonnées sphériques r , θ ou ϕ . Ainsi, un peu plus de sens physique permettrait certainement d'éliminer un grand nombre d'erreurs.

Encore faut-il que les candidats connaissent suffisamment bien leur cours ! La compréhension du cours est parfois très approximative. On relève par exemple un certain nombre d'erreurs sémantiques : confusion isotropie/anisotropie ; confusion écoulement laminaire/écoulement turbulent. La notion de grandeur intensive reste mal comprise. Ainsi, certains candidats pensent que la masse volumique dépend de la taille de la particule, et suggère que plus la particule est petite, plus sa masse volumique est petite !

Lorsque l'on demande de commenter un résultat, on attend du candidat qu'il discute qualitativement si le résultat est en accord ou pas avec les principes physiques élémentaires qui ont permis d'aboutir à ce résultat. Trop de candidats se contentent de retranscrire littéralement en français la relation mathématique obtenue ou, dans le meilleur des cas, font simplement référence à une situation connue au caractère anecdotique. Il n'est ainsi pas suffisant de mentionner la raréfaction de l'air sur l'Everest pour interpréter la décroissance de la densité de l'air avec l'altitude. Outre le fait d'obtenir un accord qualitatif, on attend des candidats une maîtrise élémentaire des ordres de grandeur numériques. Par exemple, il n'est pas acceptable de donner sans aucun commentaire une longueur caractéristique de décroissance de la pression qui vaut 10^{-20} m ou 10^{22} m ! Ajoutons que toute application numérique appelle en général un commentaire, même si cela n'est pas explicitement demandé.

Certains candidats maîtrisent très mal les outils mathématiques de base indispensables tels que la résolution d'une équation du premier ordre à coefficient et second membre constants. Dans les cas extrêmes, le candidat ne sait pas résoudre une telle équation différentielle ou bien il sait la résoudre, mais après deux pages de calculs ! Cette absence d'efficacité est un lourd handicap lors d'une épreuve en temps limité ;! De nombreux candidats ont également des difficultés à discuter des symétries d'un système physique parce qu'ils ne maîtrisent pas le domaine de variation des coordonnées spatiales utilisées. Rappelons en particulier que le domaine de variation de l'angle azimutal en coordonnées sphérique est $[0, p]$. Rechercher des symétries par transformation de φ en $-\varphi$, ou en $\varphi + p$ n'a alors aucun sens. Il en est de même pour la coordonnée radiale r que certains candidats n'ont aucun scrupule à transformer en $-r$! On a enfin rencontré très souvent des erreurs de logique élémentaire dans le raisonnement : par exemple, au lieu de déduire de la projection des équations d'équilibre que la pression ne dépend que de z , certains candidats supposent a priori que la pression ne dépend que de z .

En conclusion, un candidat qui connaît bien son cours, s'interroge sur le sens physique des résultats obtenus, a une maîtrise suffisante et efficace des outils mathématiques de base, et ne néglige ni les commentaires, surtout lorsqu'ils sont explicitement demandés, ni les applications numériques, a de très bonnes chances de réussir l'écrit de physique.