
EPREUVE ECRITE DE PHYSIQUE

ENS : PARIS - LYON - CACHAN *Durée : 4 h*

Coefficients :

PARIS option biologie : 2 / Option sc. Terre : 3

LYON option biologie : 4 / Option sc. Terre : 5

CACHAN : 4

MEMBRES DU JURY : Martin Castelnovo, Frédéric Chambat, Benjamin Levrard & François Pétrélis

Le sujet

Il portait sur certains processus physiques associés à l'atmosphère et sa dynamique, couvrant une large partie du programme de physique. La partie I était centrée sur l'estimation de quelques ordres de grandeurs liés à l'interaction lumière-gouttelettes aidant à la mesure de la taille des gouttelettes d'eau dans un nuage par télédétection. Cette partie faisait simplement appel aux propriétés élémentaires des photons et à une compréhension physique des contraintes expérimentales. La deuxième partie traitait des conditions optiques d'observation des mirages et pouvait se traiter sans quasiment aucune connaissance. La partie suivante constituait le cœur original du problème et proposait de déterminer si l'observation d'un mirage était compatible ou non avec la présence d'une atmosphère en équilibre stable. La thermodynamique, la mécanique et la conduction thermique en étaient les principaux ingrédients. La difficulté relative de certaines questions a dérouté les candidats qui, très (trop ?) rapidement, ont abandonné cette partie. Enfin, la dernière partie abordait, de façon plus classique, la formation des nuages et quelques propriétés des gouttes d'eau à travers les changements d'état, la mécanique des fluides et l'introduction de la tension superficielle.

La longueur et la difficulté du sujet ont semblé assez grandes car aucun candidat n'a traité toutes les questions, ni même ne s'en est approché. Seulement 8 élèves ont obtenu au final, une note supérieure à 15,5, la moyenne générale de l'épreuve se montant à 7,27 pour un écart-type de 3,32.

Traitement du sujet par les candidats

Le principal constat est que les candidats ont répondu à un maximum de question « faciles » avant de bloquer dès l'apparition de difficultés pourtant loin d'être insurmontables. Le jury recommande aux étudiants de ne pas systématiquement pratiquer le zapping dès qu'une difficulté même mineure apparaît, car d'une part, ces questions sont naturellement plus pourvoyeuses de points, et que leur résolution permet d'accéder aux autres questions du problème parfois plus faciles.

Comme les années précédentes, le jury insiste sur la nécessité de vérifier l'homogénéité des réponses. Une réponse inhomogène est nécessairement fautive et laisse une très mauvaise impression pour la suite de la correction. Cela est aussi le cas en ce qui concerne les applications numériques lorsqu'elles donnent des réponses absurdes. Citons par

exemple : « Un rayon lumineux peut mettre plusieurs minutes à atteindre un nuage situé à quelques kilomètres » ou « la température dans l'atmosphère peut atteindre plusieurs milliers de Kelvins. ». Obtenir des résultats faux n'est pas une chose dramatique, ne pas garder un œil critique sur ceux-ci est plus grave. L'étudiant doit alors indiquer qu'il a conscience que son résultat est faux dimensionnellement ou complètement absurde physiquement.

La partie 1 a été la mieux traitée. Rappelons que l'optique géométrique est l'approximation de l'optique ondulatoire aux très faibles longueurs d'onde devant la taille caractéristique des variations de l'indice de réfraction du milieu.

A l'inverse, la partie 2 a montré des lacunes inquiétantes. Une partie du sujet, la propagation d'ondes dans un milieu d'indice variable, est souvent étudiée par les élèves dans certaines applications du cours de physique. Le candidat doit faire attention à ne pas extrapoler les résultats dont il se souvient. Transcrire directement les résultats du cours, sans vérifier s'ils s'appliquent vraiment, peut avoir des conséquences néfastes pour la suite du problème.

Q 2.1 : Peu de candidats savent déterminer à quelle condition une fonction est croissante ! Au lieu de répondre à la question, beaucoup écrivent que "pour que le terme sous la racine de $(1+kz)$ soit positif il faut que $k>0$ " !! Pour l'unité de k , beaucoup écrivent que " n est sans dimension donc k " aussi. Beaucoup de candidats ne sont, en outre, pas perturbés par la prolongation du tracé de la courbe $n(z)$ dans des zones négatives...

Q 2.2 : Peu de candidats savent transformer $1/\sin^2(i_0)$ en $1+I^2$, ne permettant qu'à trop peu d'entre eux de trouver la réponse. Les nombreux autres candidats qui sont partis du résultat donné pour montrer que deux paraboles existaient n'ont pas obtenu le résultat escompté.

Q 2.6 : Si l'originalité doit être encouragée, le jury a été surpris de cette réponse à la question sur les mirages vus par la population vivant près d'un lac américain : « Ces habitants sont connus pour être de sacrés alcooliques et de grands mythomanes, ne cherchez pas plus loin ».

Partie 3

Q 3.4 : Malgré la simplicité de l'expression du gradient adiabatique sec, une fraction très faible des candidats a su calculer le rapport entre deux valeurs dans les bonnes unités. Le jury regrette que les résultats aberrants trouvés (des milli ou milliers de K/km !) n'aient donné lieu à aucun commentaire.

Q 3.5 : La poussée d'Archimède est de mieux en mieux comprise mais il reste encore des « forces pressantes qui sont uniformes sur le volume donc qui s'annulent ».

Partie 4

Q 4.3 : Très peu d'étudiants savent expliquer rigoureusement pourquoi G est la fonction d'état la plus pertinente pour décrire l'état d'équilibre d'un système à pression et température constante alors que ce type de démonstration est fondamental en thermodynamique.