

PHYSIQUE B

Durée : 4 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le sujet portait sur la nature des étoiles et leur observation optique. La première partie permettait d'établir des résultats sur les énergies potentielles de gravitation à travers l'analogie entre le champ électrostatique et le champ de gravitation. La seconde partie permettait d'établir des grandeurs fondamentales (température, pression, masse volumique, etc.) d'une étoile sphérique dans le cadre de modèles très simples. La troisième partie s'intéressait, toujours à partir de modèles simples, à l'évolution du Soleil. La quatrième partie était une étude très classique d'un système afocal. La cinquième partie proposait de calculer la distance angulaire entre les deux composantes d'une étoile double par une méthode interférométrique. Enfin, la sixième et dernière partie proposait de calculer les limites de l'instrument de mesure évoqué dans les parties 4 et 5 par l'étude de la diffraction à travers une ouverture circulaire.

COMMENTAIRE GENERAL

Il n'y avait pas dans les connaissances, formalismes et calculs correspondants d'originalité particulière. De nombreux résultats qui donnaient lieu à bonification étaient des éléments de cours ou des calculs très classiques qu'on trouve dans tous les ouvrages de sciences physiques à l'usage des étudiants de premier cycle. Les parties étaient largement indépendantes mais quelques liens étaient néanmoins importants pour comprendre la logique de l'épreuve. De façon générale, on peut conseiller aux candidats de s'efforcer de décrypter cette logique qui peut être cachée par le découpage en un nombre important de questions intermédiaires. Il n'est pas inutile d'explicitier, dans le discours qui accompagne les calculs, les liens que l'on trouve entre tous les résultats qui sont mis en évidence. Une épreuve de sciences se fait également avec la langue française qui est l'outil incontournable pour convaincre le correcteur qu'on a été capable de donner du sens aux calculs présentés. Les candidats ne prennent que rarement de la distance avec les calculs - qui ne constituent pas une fin en soi - et négligent souvent les commentaires et interprétations que leurs résultats devraient inspirer.

En ce qui concerne la forme, les correcteurs reconnaissent les efforts de présentation consentis par les candidats en général. Schémas clairs et lisibles, résultats encadrés et bien présentés, copies aérées et bien écrites sont nombreuses. Il reste néanmoins un nombre non négligeable de copies mal rédigées et certaines inacceptables que les correcteurs... acceptent quand même. Il est clair néanmoins que des résultats à peine lisibles voire ambigus (on ne parvient pas toujours à déchiffrer les caractères de la formule) sont pénalisés.

On voit beaucoup de valeurs numériques sans leurs unités. Rappelons que de telles valeurs sans unité ne rapportent pas leurs points de barème.

ANALYSE PAR PARTIE

Partie I

On demandait d'énoncer le théorème de Gauss pour le champ électrostatique. Rappelons qu'énoncer un principe ou un théorème en sciences physiques implique de préférence l'utilisation de la langue française. La formule est bien sûr nécessaire mais pas suffisante ; il

n'est toutefois pas indispensable d'écrire un texte très long. En l'occurrence, l'énoncé suivant est suffisant : « le flux sortant du champ électrique à travers une surface fermée est égal au quotient de la charge électrique intérieure par la constante de permittivité du vide » ; un schéma pouvait utilement accompagner cet énoncé.

Les correcteurs s'étonnent que très peu de candidats (quelques pour-cent) aient été capables de déterminer l'expression de l'énergie propre électrostatique de la boule à partir de la densité volumique, qui est pourtant relativement classique.

Dans l'analogie formelle entre champ électrostatique et champ de gravitation, beaucoup de candidats ne se sont pas préoccupés du signe qui témoigne du fait que les forces de gravité sont toujours attractives tandis que pour des charges de mêmes signes, les forces de Coulomb sont répulsives. Il s'ensuit que pour ces étudiants, les résultats n'ont été justes qu'au signe près. En particulier, l'énergie potentielle, définie à partir du travail de la force (de gravité ou de Coulomb) pouvait être négative. Une bonne perspicacité sur le concept d'énergie devrait prévenir ces erreurs de signe.

L'auteur reconnaît que les ordres de grandeur des applications numériques étaient dans la fin de cette partie assez difficiles à commenter dans la mesure où ces ordres de grandeur ne sont pas familiers.

Partie II

Dans cette partie, on renonçait à tout modèle donnant lieu à des calculs un tant soit peu élaborés, pour se focaliser sur les expressions des conditions de stabilité et sur les commentaires des ordres de grandeur obtenus, qui font référence à des valeurs assez connues (par exemple, la température au cœur du Soleil). On attendait ici, au-delà des éléments de calcul, quelques phrases de commentaires correctes, claires et concises.

Ainsi, la stabilité thermique et les aspects hydrostatiques conduisent à une température de plusieurs millions de degré très réaliste. La stabilité dynamique illustre le concept de trou noir et souligne notamment leur densité exceptionnelle.

Partie III

En utilisant l'énergie propre de gravitation déterminée dans la partie 1, on trouvait un âge du Soleil absurde. De nombreux candidats ont su expliquer par la fusion nucléaire l'origine de l'énergie du Soleil.

Les correcteurs s'étonnent que très peu de candidats aient été capables de déterminer la période de rotation de la naine blanche en fin de partie, du fait de la confusion entre conservation de l'énergie cinétique et celle du moment cinétique.

Partie IV

Peu de candidats ont trouvé le signe négatif du grossissement. Cette partie d'optique géométrique était extrêmement classique.

Partie V

Nous avons noté beaucoup de confusions sur la notion de cohérence des sources. Dans le calcul d'interférences entre les ondes issues d'une étoile, il s'agissait de ne pas oublier la différence de marche entre la source et les deux ouvertures. Les calculs qui suivaient étaient relativement lourds ; on testait ici la capacité du candidat à les mener à bien puis à en exploiter le résultat, ce qui passait par la compréhension du sens de la formule établie.

Partie VI

La partie commençait par le rappel demandé du principe de Huygens Fresnel. On se reportera aux commentaires sur la partie 1 en ce qui concerne l'utilisation de la langue française.

La diffraction par une ouverture circulaire ne figure pas au programme des classes préparatoires ; l'énoncé était rédigé de manière à contourner la difficulté (l'intégration qui conduit à une fonction de Bessel). Les calculs demandés étaient encore classiques.

PRESENTATION DES RESULTATS

