

2.2 - Epreuves écrites

2.2.A - PHYSIQUE I - Filière MP

I) REMARQUES GENERALES

Le problème, intitulé *Éléments d'astrophysique*, se proposait d'étudier dans un premier temps la formation et l'évolution d'une étoile, avant de s'intéresser à différents objets célestes tels que les comètes, les pulsars et les exoplanètes. Les grands thèmes du cours abordés étaient principalement :

- les interactions gravitationnelles ;
- la statique des fluides ;
- les bilans d'énergie en thermodynamique ;
- la propagation d'ondes électromagnétiques dans un plasma.

L'épreuve, assez longue, contenait des questions de difficulté variable. Les questions proches du cours ont généralement été bien traitées.

II) REMARQUES PARTICULIERES

Nous commentons chaque question individuellement. Entre parenthèses, nous indiquons le pourcentage de réussite à chaque question. Certaines fois, le pourcentage très faible de réussite est dû au fait que la question n'a été abordée que par très peu de candidats.

Question 1 : (80% de réussite) L'expression de la force de gravitation a généralement été donnée correctement. Le calcul de l'énergie potentielle a souvent été moins bien traité, principalement à cause d'une erreur de signe.

Question 2 : (40% de réussite) Rares sont les candidats qui ont pensé à utiliser le théorème de Gauss pour justifier l'équivalence du champ de gravitation d'une distribution de masse à symétrie sphérique à celui d'une masse ponctuelle (démonstration pourtant explicitement au programme de première année). Les candidats ayant réussi à exprimer dE_p sont généralement arrivés au bout de la question.

Question 3 : (20% de réussite) Une bonne proportion des candidats est arrivée à une expression correcte de E_c en fonction de la pression. La suite a été plus rarement bien traitée. Certains candidats connaissaient l'existence du théorème du viriel et ont été capables de fournir la valeur $\kappa = -1$ sans calcul.

Question 4 : (10% de réussite) Dans l'équation de l'équilibre hydrostatique, c'était le champ de pesanteur $g(r)$ à l'intérieur (et non celui à l'extérieur) de l'étoile qu'il convenait d'utiliser. Il fallait donc le calculer. Beaucoup de candidats sont passés à côté de cette difficulté, d'où un faible nombre de bonnes réponses.

Question 5 : (30% de réussite) Exprimer ρ n'a pas posé de problèmes. En revanche, peu de bonnes réponses ont été données pour M et K . Pour l'unité de K notamment, qui s'exprimait en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3/2} \cdot \text{K}^{-3/2}$, certains candidats se sont contentés de la mention SI : la seule référence au système international ne peut constituer une réponse suffisante.

Question 6 : (20% de réussite) L'expression de u_{pp} a souvent été donnée avec une erreur de signe. Si l'expression littérale de M_c a assez fréquemment été fournie, très peu de candidats ont pris la peine de faire l'application numérique. Le jury tient à rappeler à cette occasion que les applications numériques ne doivent pas être négligées. Elles rapportent souvent autant de points que la détermination d'une expression littérale. Concernant la

question de culture générale sur la fusion nucléaire, certains candidats ont fait état de connaissances assez précises en la matière (existence de la bombe H, programmes de recherche en cours,).

Question 7 : (25% de réussite) Quand elle a été traitée, cette parenthèse de thermodynamique assez abordable a souvent donné lieu à de bonnes réponses.

Question 8 : (30% de réussite) Une lecture trop rapide de l'énoncé a été à l'origine des principales erreurs dans l'établissement de ce bilan local. Une simple vérification d'homogénéité aurait pu suffire dans la majorité des cas à détecter ces erreurs et à les corriger.

Question 9 : (10% de réussite) Quelques bonnes réponses, mais aussi beaucoup de calculs farfelus dès leur entame. Certaines applications numériques se sont révélées totalement aberrantes.

Question 10 : (30% de réussite) Les candidats qui ont décidé de répondre à cette question l'ont en général bien traitée dans son intégralité.

Question 11 : (40% de réussite) Question correctement traitée dans la foulée de la précédente. Certains candidats connaissaient l'effet réel du vent solaire.

Question 12 : (35% de réussite) De bonnes réponses mais aussi beaucoup de réponses fantaisistes.

Question 13 : (45% de réussite) Le développement attendu dans cette question faisait explicitement partie du cours de deuxième année. Une connaissance satisfaisante de celui-ci a permis à une bonne proportion de candidats de retrouver les résultats demandés.

Question 14 : (35% de réussite) Pour les candidats ayant trouvé la relation de dispersion à la question précédente, cette question n'a pas posé de problèmes.

Questions 15 et 16 : ($\leq 5\%$ de réussite) Très peu de bonnes réponses ont été données à cette question.

Question 17 : (20 % de réussite) Le phénomène d'occultation a très souvent été bien expliqué. En revanche, l'expression de R_2 a posé plus de problème aux candidats, bon nombre d'entre-eux ayant relié la baisse de luminosité au rapport des rayons R_2/R_1 et non à celui de leurs carrés R_2^2/R_1^2 .

Questions 18, 19 et 20 : ($\leq 5\%$ de réussite) Très peu de candidats se sont attelés à répondre à ces questions, et la tentative s'est le plus souvent soldée par un échec.

III) CONCLUSION

Rappelons une nouvelle fois aux futurs candidats que le programme du concours est celui des deux années de classes préparatoires. Il n'est pas normal, par exemple, que certains candidats aient oublié en fin de deuxième année jusqu'à l'expression de la force d'interaction gravitationnelle entre deux masses ponctuelles apprise en classe de première S.

Le jury conseille aux futurs candidats de :

- Soigner la rédaction; en particulier, introduire chaque nouveau calcul par une courte phrase explicative ou par l'évocation d'un théorème.
- Vérifier l'homogénéité des formules littérales (c'est un réflexe de vrai physicien).
- Vérifier que les ordres de grandeur des applications numériques ne sont pas aberrants (cf. question 9).
- Encadrer le résultat final.