

---

## EPREUVE ECRITE DE PHYSIQUE

ENS : PARIS - LYON - CACHAN

*Durée : 5 heures*

*Coefficients :*        PARIS : MP 6    MPI 5  
                             LYON : MP :4                    CACHAN : MP 4

**MEMBRES DE JURYS : Alexia AUFFEVES GARNIER, Sophie BRASSELET, Pierre-François COHADON, Pierre-Richard DAHOO, Brahime LAMINE, Baptiste PORTELLI, Samuel SAVINEAU**

---

L'épreuve de Physique portait sur le vent solaire, sa génération et ses propriétés générales. Elle comportait deux parties largement indépendantes entre elles, la première reprenant quelques propriétés classiques des plasmas, tandis que la deuxième partie proposait d'étudier plusieurs modèles de vent solaire, reprenant historiquement le modèle le plus simple jusqu'à un modèle plus réaliste et relativement récent.

L'ensemble du sujet est volontairement excessivement long, les résultats importants étant donnés dans l'énoncé, cela dans le but de permettre à tous les élèves de ne pas rester bloqué et de pouvoir poursuivre le problème. La meilleure copie a traité environ les trois quarts du sujet. L'épreuve comportait des questions techniquement difficiles, parfois calculatoires (question 27), et des questions faisant appel au sens physique (question 24) ou à une réflexion sur les hypothèses des modèles (question 51). Ces questions ont été traitées de façon hétérogène par les étudiants, mais il ressort que dans nombre de cas, l'adversité a eu comme conséquence un manque de clarté et de rigueur dans les réponses données.

### **Partie 1 : Généralités sur les plasmas rencontrés en astrophysique.**

1.1. Cette partie a été globalement bien traitée par les élèves, même si certains y ont visiblement passé trop de temps en cherchant à être trop précis, alors que des ordres de grandeur sans préfacteur numérique suffisaient.

1.2.1. Le fait qu'il s'agisse d'un « facteur de Boltzmann » n'a pas été repéré par la majorité des candidats, un trop grand nombre d'entre eux se contentant d'une phrase un peu vague pour expliquer qu'il s'agit d'un compromis entre la température et l'énergie potentielle.

Pour la question 6, un certain nombre de candidats ont remplacé la solution donnée dans l'énoncé pour vérifier qu'elle était acceptable, mais n'ont pas justifié, à l'aide de la condition à la limite  $r \rightarrow 0$ , que c'est *la* solution.

Concernant la question 9, les correcteurs ont remarqué que certains candidats « prennent des risques » dans leur réponse, en suggérant des effets possibles de la sphère de Debye sur l'environnement immédiat d'un satellite (par exemple : « ça gêne les communications avec la Terre », « c'est cet effet qui ralentit les satellites » etc.). Pour ce genre de question, si la réponse n'est pas visiblement absurde, une réponse qui se révèle fautive n'est pas sanctionnée.

1.2.2. Très peu de candidats ont traité correctement la question 10. D'autre part, comme d'habitude, les bilans ont posé un problème à une grande partie des candidats sur la question 11, où les correcteurs ont assisté à une grande variété de bilans truandés.

1.3.1. Quelques candidats se sont trompés sur l'expression du coefficient de diffusion : on rappelle qu'un coefficient de diffusion est toujours homogène à  $L^2T^{-1}$  et non l'inverse.

Dans la question 20, la vitesse qu'il faut comparer à la vitesse de la lumière n'est pas la vitesse du vent solaire, mais la vitesse quadratique moyenne des électrons. Qui plus est, trop peu de candidats se sont lancés dans l'application numérique.

La question 24 n'a été comprise correctement que par quelques bons candidats.

1.3.3. Cette partie a été très peu abordée, en particulier en raison d'une erreur d'énoncé à la question 26 (voir le corrigé).

## **Partie 2 : Le vent solaire.**

Dans les questions 30 et 31, les réponses des candidats s'échelonnent sur près de 20 ordres de grandeur.

2.1 Un très grand nombre de candidats a oublié le facteur 2 qui intervient dans la question 33, pour tenir compte de la pression des électrons et des protons. Ce facteur 2 est ensuite truandé habilement dans les questions suivantes pour retrouver l'équation de l'énoncé.

Le traitement de la question 34 a manqué de clarté dans beaucoup de copies, même si la plupart des candidats ont correctement trouvé l'expression de  $\mu$ .

Presqu'aucun candidat n'a comparé la température trouvée à celle fournie dans le tableau 1, la plupart se contentant de la comparer à la température dans l'atmosphère terrestre, au niveau du sol.

2.2.1. Les questions 44 et 45 sont difficiles, elles n'ont été traitées que par de très rares candidats.

2.2.2. Le facteur de Boltzmann de la question 47 a posé beaucoup de problème aux candidats, car beaucoup ont mis dans l'exponentielle le rapport  $eV/(m\phi_g)$ . La question 51 a été rarement traitée correctement.

2.2.3. et 2.2.4. Parties très peu abordées par les candidats.

2.3. Partie non traitée par les candidats.