

ÉPREUVE ÉCRITE DE PHYSIQUE

ENS : PARIS LYON CACHAN

Durée : 5 heures Coefficients : PARIS MP 6 MPI 5 LYON 4 – CACHAN 4

MEMBRES DE JURYS : A.-E. Badel, S. Brasselet, E. Brunet, P.-F. Cohadon, E. Lévêque

Le sujet se compose de deux parties indépendantes, abordant respectivement la diffusion d'un faisceau de particules α par les atomes d'une feuille d'or : la célèbre expérience de Rutherford, et la diffusion d'une onde électromagnétique par une assemblée de molécules en mouvement (en rapport avec la diffusion du rayonnement solaire par les molécules de l'atmosphère). Ce sujet couvre deux points distincts du programme : la mécanique du point et l'électromagnétisme. Il comporte un nombre significatif de *questions classiques* qui consistent en une application directe du cours. Dans chaque partie, les résultats-clefs étaient donnés afin de permettre aux candidats de progresser sans répondre à toutes les questions, en général d'une difficulté croissante.

Le jury a accordé une importance particulière à la clarté et à la rigueur des raisonnements. De nombreux résultats étaient donnés dans l'énoncé, mais cela ne dispensait pas les candidats de construire des raisonnements rigoureux pour aboutir à ces résultats. Les arnaques qui ont permis d'arriver miraculeusement aux bons résultats ont été sévèrement sanctionnées. D'une manière générale, les correcteurs attendent que les calculs soient menés de manière honnête et que le candidat fasse remarquer, le cas échéant, que son résultat final n'est pas correct ; le candidat doit réagir lorsqu'il aboutit à un résultat qui n'est pas dimensionnellement correct ou dont l'ordre de grandeur est visiblement aberrant. Il apparaît aussi important de rappeler que les candidats doivent définir toute nouvelle notation qu'ils emploient, qu'ils doivent préciser le système qu'ils étudient et qu'ils fassent attention à distinguer les scalaires des vecteurs.

Les applications numériques ont souvent été négligées ou ignorées, par exemple aux questions 13) et 19). Pourtant ces résultats numériques permettaient de conclure sur des hypothèses importantes du problème, et un nombre significatif de points leur étaient attribués.

Le jury a pu constater que beaucoup de candidats se lançaient de manière irréfléchie dans des développements laborieux, sans tenir compte des informations fournies dans l'énoncé ou sans utiliser les résultats des questions précédentes.

Enfin, de trop nombreuses copies ont manqué de soin dans l'écriture et dans la mise en forme. On doit barrer ce qui n'est pas à lire ; il y a parfois deux résultats différents à une même question dans la même copie. D'autre part un schéma permet souvent de clarifier les notations, en indiquant par exemple le sens et la direction d'un vecteur ou en représentant un élément de volume.

Sur des points plus précis relatifs à des questions du sujet :

- 1) à 9) certains éléments de cours pourtant élémentaires sont mal assimilés même

pour de bonnes copies, ce qui est assez choquant.

- 11) il fallait représenter sur un schéma le sens et la direction de la force d'interaction exercée par la particule α sur l'électron, pour éviter toute confusion.
- il y a souvent eu confusion entre le logarithme népérien et le logarithme en base 10 pour l'application numérique de la question 19) à partir du résultat de la question 18). Il n'y avait pourtant aucune raison pour qu'un logarithme en base 10 apparaisse ici.
- peu de candidats ont été capables de convertir des eV en J.
- beaucoup de candidats ont réutilisé les expressions de $b_{\min}$ et $b_{\max}$ de la section 1.2.1 pour répondre aux questions de la section 1.2.2, montrant ainsi qu'ils n'avaient pas du tout compris le problème dans son ensemble.
- 29) on attendait ici l'ordre de grandeur de la probabilité pour qu'une particule α soit déviée par un noyau d'or, c'est-à-dire passe suffisamment près d'un noyau d'or. Il fallait raisonner à partir des résultats numériques de la section 1.2.2.
- 31) une question de géométrie dans l'espace que très peu de candidats sont parvenus à résoudre.
- 34) les approximations qui conduisent à l'expression du potentiel vecteur ne sont pas bien vues, c'est pourtant une question de cours.
- 37) rappelons que $(\mathbf{a} \wedge \mathbf{b}) = (\mathbf{a} \wedge \mathbf{c})$ n'implique pas $\mathbf{b} = \mathbf{c}$. On venait de justifier à la question précédente que le champ magnétique avait localement les propriétés d'une onde plane...
- 38) il y a eu beaucoup d'erreur dans la dimension de α à cause d'une erreur d'énoncé dans la dimension de ϵ_0 (première partie du sujet). Il n'y avait pas besoin d'aller rechercher la dimension de ϵ_0 pour répondre à cette question, si l'on remarquait que $4\pi\epsilon_0 E$ a la dimension d'une charge divisée par une distance au carré.
- 46) le vecteur de Poynting a souvent été mal exprimé, en confondant les notations réelle et complexe. Pour calculer la puissance moyenne, il fallait justifier à partir des résultats précédents que l'on puisse découpler (dans le calcul de la moyenne) les variations temporelles de l'onde électromagnétique et celles de la position des particules. C'est un point important qui a été négligé dans la plupart des copies.
- 48) à 51) les candidats ont souvent essayé de répondre à ces questions sans suivre l'énoncé, en se rappelant vaguement de choses déjà vues. Ce n'était pas ce qui était demandé.