

Sciences physiques

Physique

L'épreuve abordait l'étude des divers modèles « historiques » de l'atome et permettait ainsi de glisser progressivement de la physique classique à quelques notions de mécanique quantique. La mécanique (classique) y tenait évidemment toute sa place (système de deux points matériels, forces centrales attractives ou répulsives), mais l'électromagnétisme (théorème de Gauss, dipôle oscillant) n'était pas oublié. Ce problème comportait des questions proches du cours (système de deux points matériels, dipôle oscillant) et également des questions plus ouvertes nécessitant de la réflexion pour décrire une expérience ou trouver des ordres de grandeur.

Partie I

La première question, peut-être un peu brutale (aucune méthode n'était suggérée pour établir l'expression de la force ressentie par l'électron), n'a pas dérouté les candidats sérieux qui ont également étudié de manière convenable la trajectoire de l'électron.

Evidemment un certain nombre d'élèves n'a pas su trouver la solution de l'équation du mouvement $m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = -k\vec{r}$; souvent, ils ont utilisé les coordonnées polaires (avec formules de Binet à l'appui) sans réussite. Parfois même, ils supposaient la trajectoire plane (en prenant une vitesse du type $\vec{v} = \frac{dr}{dt} \vec{e}_r + r \frac{d\vartheta}{dt} \vec{e}_\vartheta$) pour démontrer qu'elle l'était effectivement.

La partie I.D. n'a pas donné, curieusement, d'excellents résultats. La notion de régime établi est mal assimilée : trop de candidats ont cherché la solution générale de l'équation différentielle à second membre nul ou ont cherché la solution particulière de l'équation avec second membre en annulant le terme en $\frac{d^2 z}{dt^2}$. Souvent, la « zone de rayonnement n'a pas été définie de manière convenable ou ne l'a pas été du tout. Peu de candidats ont retrouvé correctement l'expression du champ magnétique à partir du potentiel vecteur (alors que la méthode était suggérée par le formulaire indiqué en début d'énoncé) et même celle du champ électrique à partir du champ magnétique. Nous devons préciser que de nombreux candidats se sont « arrangés » pour retrouver l'expression de \vec{B} proposée dans l'énoncé et qu'ils ont été sanctionnés sur le champ. Le calcul de la puissance moyenne rayonnée par le dipôle a également été bâclé dans de nombreuses copies.

Partie II

Cette partie a été de loin la mieux réussie. Pratiquement tous les candidats ont retrouvé les propriétés d'un système de deux points matériels. Par contre, peu d'entre eux ont trouvé la valeur numérique correcte de la force maximale qui s'exerce sur la particule α et n'ont pas su évaluer l'ordre de grandeur de la déviation dans le cadre de ce modèle.

En général, les commentaires sur l'analogie avec le modèle planétaire ont été bien menés. Par contre, nous avons été très surpris de constater que de nombreux candidats ont souffert pour retrouver l'énergie potentielle $W(r) = \frac{K}{r}$: erreurs de signe, erreurs dans l'expression des charges, ... ont en effet été excessivement nombreuses.

Les questions suivantes (intégrale première \vec{l} , calcul de la déviation, ...) n'ont été abordées sérieusement que dans les très bonnes copies.

Partie III

Le début de cette partie était un peu plus facile et les candidats qui ont traité ces questions l'ont fait à peu près correctement (Toutefois, les explications fournies n'étaient pas toujours à la hauteur des résultats).

Par contre la description et l'interprétation de l'expérience de Franck et Hertz n'ont pas beaucoup inspiré ces mêmes candidats. En particulier, nous avons eu l'impression que seul le théorème de Millman permettait d'établir l'expression de la tension de grille V_G : les calculs furent laborieux et les résultats souvent faux.

Partie IV

Cette partie fut malheureusement peu abordée ; c'est dommage car elle demandait peu de connaissances. Elle a permis aux candidats astucieux d'engranger quelques points précieux.

Conclusion

De difficulté raisonnable, ce sujet a permis de bien évaluer les candidats et de dégager ceux qui présentaient des connaissances solides et un esprit scientifique certain. Nous ne pouvons terminer ce rapport en insistant sur la présentation et la rédaction des copies : trop de candidats ne semblent pas y attacher toute l'importance nécessaire. Le jury y a été sensible et il le sera **encore plus** l'an prochain.