



1/ Présentation du sujet

Le sujet intitulé "questionnements et découvertes autour de l'atome le plus simple de l'univers" portait sur la mécanique des mouvements à force centrale, la physique quantique et les interférences. Il faisait aussi appel à des notions de spectroscopie et d'électromagnétisme. Il se référait aux programmes MPSI et MP.

2/ Appréciation générale

La notion de transition avec émission d'un photon ne semble pas être comprise par de nombreux candidats.

Les réponses aux questions classiques sur l'interféromètre de Michelson sont trop approximatives.

La méconnaissance des éléments de base de l'expérience de Stern et Gerlach laisse transparaître le peu de cas que certains candidats font des approches documentaires, parties pourtant non négligeables du programme.

Ce sujet a permis de tester les candidats sur de nombreux domaines : mécanique du point matériel, interférences lumineuses et interféromètre de Michelson, expérience de Stern et Gerlach, magnétostatique, dipôles magnétiques, physique atomique...

Le sujet a été conçu dans le but de valoriser les candidats ayant fait l'effort de travailler leur cours de physique.

La moyenne de l'épreuve est de 10,70 avec un écart-type de 4,08.

Nous avons trouvé quelques très bonnes copies, trop peu nombreuses à notre goût, mais aussi bon nombre de candidats qui ont traité correctement une bonne partie du sujet. Ces candidats, qui ont montré une maîtrise satisfaisante du cours, ont su tirer parti de l'enseignement de leurs professeurs. Aussi nous conseillons aux prochains candidats, pendant l'année scolaire de MP de :

- bien travailler le cours dans le but de maîtriser les compétences exigibles du programme, sans oublier les approches documentaires ;
- revoir et travailler avec la même rigueur que ci-dessus le cours de MPSI et les compétences exigibles associées ;
- s'exercer à présenter des copies bien rédigées et bien présentées ;
- s'approprier les questions posées par une lecture attentive ;
- répondre aux questions sans « tricher » en justifiant ses résultats par un raisonnement structuré.

3/ Erreurs courantes et remarques détaillées

Le nombre de chiffres significatifs dans les applications numériques n'a pas été respecté.

Les unités sont souvent manquantes. Elles sont remplacées par un lapidaire « SI ».

La résolution d'équations différentielles pose parfois problème.

Certaines questions contenant des éléments de réponse à d'autres questions ont parfois conduit à un "bricolage" de formules par les candidats.

PARTIE I

- Q1.** Trop de candidats oublient que la force est une grandeur vectorielle.
- Q2.** Dès cette question, on note (pour de rares candidats fort heureusement) des difficultés à exprimer l'accélération dans un mouvement circulaire uniforme.
- Q3.** L'énergie potentielle de l'électron est parfois méconnue. La démonstration de l'égalité $E_c = -E_p/2$ est l'occasion pour certains de trouver l'expression de la vitesse demandée en Q1.
- Q4. à Q6.** Questions traitées sans trop de difficulté.
- Q7.** Transformer des mètres en picomètres et des Joules en électron-volts a posé des problèmes.
- Q8.** Ne pas savoir reconnaître si un électron est relativiste ou non est inadmissible pour un étudiant scientifique ! Par exemple, que dire de la justification suivante : " $v_1 < c$, donc l'électron est non relativiste" ?! ... et nous ne parlerons pas des résultats $v_1 > c$...

PARTIE II

- Q9.** L'équation de Schrödinger indépendante du temps a, dans de trop nombreuses copies, donné lieu à écrire que la dérivée temporelle de la fonction d'onde est nulle !
- Q10.** Question qui reprenait Q3.
- Q11.** Des erreurs dans la simplification du Laplacien et dans la résolution de l'équation différentielle.
- Q12.** Question très peu traitée.

PARTIE III

- Q13.** Il y a des confusions entre l'énergie du photon et la notion de niveau d'énergie : ainsi, à un niveau d'énergie E_n est associé un photon d'énergie $E_n = h\nu_n$: la notion de transition n'a pas été comprise.
- Q14.** Le nombre de chiffres significatifs n'a trop souvent pas été respecté. La série de Balmer est dans le visible. Certains candidats ont pourtant trouvé des longueurs d'onde en dehors du domaine visible et cela n'a apporté aucun commentaire de leur part.

PARTIE IV

- Q15. à Q16.** Toujours un nombre erroné de chiffres significatifs.
- Q17.** Question traitée sans difficulté.
- Q18.** Les niveaux $E_{n,l}$ ont parfois été inversés.

Q19. Certains candidats ont affiché sans démonstration la relation $\Delta E_f = hc\Delta\sigma$ comme s'il s'agissait d'une transition entre deux niveaux d'écart énergétique ΔE_f .

Q20. Toutes les couleurs du spectre visible ont été recensées, y compris... le blanc !

PARTIE V

Q21. Compensatrice et séparatrice sont souvent des noms inconnus : pour certains ce sont deux lames réfléchissantes. Pour ce qui est du rôle de la compensatrice, peu de candidats évoquent l'épaisseur de la séparatrice.

Q22. La configuration du schéma de l'énoncé n'est pas toujours respectée ; très peu de candidats savent utiliser les sources intermédiaires pour construire correctement les rayons, avec trop peu, voire pas du tout d'explications (par exemple le parallélisme des rayons en sortie d'interféromètre n'est même pas mentionné).

Q23. Des erreurs dans le tracé des rayons de la lentille jusqu'à l'écran.

Q24. Trop peu de copies indiquent qu'il s'agit d'anneaux concentriques d'égale inclinaison.

Q25. et **Q26.** Résultats connus des candidats.

Q27. et **Q28.** Questions rarement traitées car la notion d'anticoïncidence n'est pas assimilée.

Q29. Il y a eu des erreurs sur les dimensions de la table dont la partie utile était carrée et sur le nombre d'allers-retours de la lumière sur chaque voie.

PARTIE VI

Q30. Question bien réussie en général.

Q31. Certains candidats ont mal lu la question : la démonstration de l'expression du champ magnétique n'était pas demandée. Le calcul de l'intensité a posé problème car les candidats ont voulu introduire une section avec un courant volumique.

Q32. Certains candidats ont fait preuve de malhonnêteté intellectuelle en feignant de partir d'une formule (fausse) de \vec{B} en fonction de \vec{L} trouvée à la question précédente, puis sont quand même arrivés à la bonne expression pour E_{S0} .

Q33. L'expérience de Stern et Gerlach a souvent été citée avec des électrons et un champ électrique ! La notion de champ magnétique inhomogène n'est apparue que dans de très rares copies.

Q34. La notion de densité de probabilité ou de probabilité de présence de l'électron est très floue chez beaucoup de candidats.

Q35. Des erreurs de calcul ont amené certains à conclure que les deux modèles ne sont pas cohérents : dommage pour la mécanique quantique...

PARTIE VII

Q36. La question a été mal comprise : le calcul de la fréquence n'a pas été réalisé.

Q37. Beaucoup d'erreurs d'applications numériques et d'unité du moment magnétique.

Q38. et **Q39.** Questions peu traitées.

Q40. Des réponses farfelues. Heureusement, il y avait la référence à la seconde ou au mètre dans quelques rares copies.