

Q14 : un schéma et une explication simple permettaient de justifier la conservation de la composante k_y du vecteur d'onde. La norme du vecteur d'onde dans le vide se déduisait de la relation de dispersion dans ce milieu et permettait d'en déduire de nouveau k_y et de trouver enfin k_x .

Q15 : il fallait bien utiliser les variables demandées dans le texte et faire le lien entre $\omega_p(x)$ et ω_{max} .

Q16 : cette question a été très peu traitée. Un raisonnement qualitatif était exigé pour tester l'annulation de k_{px} .

Q17 : le schéma a été souvent mal exploité, et le retard mal calculé.

Q18 : le modèle du gaz parfait est souvent mal connu, il fait pourtant partie des fondamentaux du programme des classes préparatoires.

Q19 : à partir du document IV, la conservation du nombre d'électrons a souvent été bien exploitée.

Q20 : les pulsations maximales dans les spectres de la figure IV.b pour estimer L ont très rarement été utilisées.

Q21 : l'expression de la pulsation maximale n'a pas été abordée.

Conclusion

Il semble peu rentable de survoler un tel sujet en négligeant systématiquement l'aspect quantitatif, en affirmant des résultats sans explication, ou en ne vérifiant jamais l'homogénéité des valeurs obtenues.

La numérisation des copies et leur correction sur un écran de dimensions supérieures à celles d'une copie, fait ressortir les défauts de présentation. Il est important de rendre une copie lisible, claire, organisée, où les réponses à plusieurs questions ne sont pas mélangées. Cette présentation témoigne souvent d'une pensée structurée et rigoureuse. Le jury a justement été sensible aux copies soignées, dans lesquelles les hypothèses sont clairement identifiées, les réponses ressortent après un raisonnement clair et les valeurs numériques sont commentées et comparées entre elles.

2.2.4. Physique II — PC

Le sujet portait sur différents aspects de la physique atomique et disposait de nombreuses parties indépendantes portant sur des points variés des programmes de PCSI et PC, permettant aux candidats de pouvoir toujours faire quelque chose. Pour avoir un score correct, il fallait néanmoins ne pas se contenter de faire les premières questions des parties.

Les copies sont globalement assez bien rédigées et soignées. Les résultats sont encadrés et la plupart des schémas ou courbes sont tracés à l'aide d'une règle. L'ensemble conduit à un certain confort pour le correcteur et ceci le met dans de bonnes dispositions à l'égard du candidat. Néanmoins, les correcteurs ont également eu à corriger quelques copies très mal soignées et rédigées. Les candidats doivent prendre conscience qu'un tel manque de soin ne peut que leur porter préjudice.

Les applications numériques se font sans calculatrice et sont donc généreusement rémunérées, car le jury a conscience du temps et des efforts que certaines d'entre elles nécessitent. À ce sujet, le jury a été indulgent, se contentant d'un chiffre significatif, voire zéro dans certains cas. Rappelons d'ailleurs qu'une application numérique doit être présentée sous la forme d'un nombre entier ou éventuellement décimal, assorti de la puissance ENTIÈRE de 10 appropriée et OBLIGATOIREMENT de l'unité de la grandeur s'il y a lieu. Par exemple, $2 \cdot 10^{2,5}$, $\sqrt{3} \cdot 10^4$ ou $\frac{5}{3} \cdot 10^3$ ne sauraient convenir.

Un grand nombre d'équations ou de résultats démontrés dans les copies présentent des problèmes d'homogénéité. Les dimensions et les unités sont mal utilisées et on y trouve beaucoup d'erreurs liées à des problèmes de conversion d'unités (en particulier concernant la conversion $\text{eV} \leftrightarrow \text{J}$).

D'autre part, lors des questions de physique qualitatives, des explications précises et des arguments clairs dans un français correct sont attendus. Trop de candidats « tentent leur chance aléatoirement » sans avoir une réelle idée de la réponse. Les futurs candidats peuvent être convaincus que cela ne passe pas inaperçu et donne une piètre opinion de l'ensemble de la copie.

Abordons maintenant les différentes questions posées dans le détail :

Q1 : Les symétries et les invariances doivent être soigneusement justifiées. Elles ont parfois été négligées.

Beaucoup de candidats ont confondu la charge et la densité volumique de charge tombant ainsi sur des résultats non homogènes sans sourciller.

Signalons enfin que dans un tel cas de symétrie sphérique, il est peu pertinent de se lancer dans le calcul explicite du volume ou de la surface d'une sphère, calculs qui conduisent régulièrement à un résultat faux, voire inhomogène. Le volume et la surface d'une sphère doivent être connus des candidats !

Q3 : Trop de candidats se sont trompés sur le signe devant la puissance : il fallait bien comprendre que la puissance rayonnée était une puissance **perdue** par l'atome.

Très peu de candidats ont déterminé le bon temps caractéristique (très fréquente confusion entre $\frac{1}{\Gamma}$ et Γ). Un nombre encore plus faible a pensé à le comparer à la période du mouvement pour justifier l'approximation effectuée sur la décroissance de l'énergie.

Q4 : Si l'établissement de l'équation différentielle d'ordre 2 à coefficients constants et sans second membre n'a pas posé de réels problèmes à la majorité des candidats, sa résolution est fautive dans de très nombreuses copies. Trop de candidats appliquent aveuglément des formules mal maîtrisées pour résoudre le polynôme caractéristique, manifestant un goût immodéré pour la notion de discriminant, qui s'est souvent avéré dangereux et a malheureusement conduit à un échec. Au contraire, les candidats ayant choisi de résoudre méthodiquement (et en deux lignes) l'équation du second degré, sans faire appel à leur mémoire éventuellement défaillante ont abouti à coup sûr au bon résultat.

Q6 : Un nombre trop faible de candidats a interprété L_{nat} comme une longueur de cohérence et a pensé à relier la longueur du train d'onde à la largeur spectrale de la source.

Q7 : La comparaison de la longueur de cohérence à une différence de marche comme critère d'obtention d'interférences n'est pas acquise pour la plupart des candidats.

Q8 : L'interprétation de la formule donnée dans l'énoncé comme une densité spectrale à représenter a posé problème. L'erreur $\Delta\lambda = \frac{2\pi c}{\Delta\omega}$ se retrouve dans la majorité des copies. Comment une source peut-elle être d'autant plus large spectralement qu'elle est étroite ?

Q9 : Un nombre significatif de candidats pense que l'effet Doppler est imputable au déplacement de l'onde, et non de la source ou du détecteur. Si la formule de la vitesse quadratique en fonction de la température est correcte dans un grand nombre de copies, trop peu de candidats pensent à passer la masse molaire en kg/mol dans l'application numérique. Par ailleurs, le jury a noté une confusion fréquente entre la vitesse quadratique et l'énergie cinétique associée.

Q10 : Trop de candidats restent vagues en parlant d'une figure d'interférences sans la décrire précisément et sans parler de l'aspect ondulatoire de la matière.

Q11 : Une erreur de signe et/ou l'oubli d'une constante d'intégration sont fréquemment rencontrés dans le passage du champ électrique au potentiel. Signalons par ailleurs une erreur de calcul récurrente quant au calcul de $V(r)$: $1/r$ est très souvent intégré en $-1/r^2...$

Q14 : Le sens physique de la fonction d'onde a été rarement énoncé. Si l'expression de l'interfrange en fonction de la longueur d'onde a souvent été trouvée, de trop nombreux candidats restent bloqués pour l'application numérique en ne pensant pas à la relation de De Broglie pour exprimer la longueur d'onde.

Q16 : Un nombre trop faible de candidats pensent à comparer la vitesse des électrons à la vitesse de la lumière pour déterminer le caractère relativiste ou non du problème.

Q17 : Certains candidats répondent à cette question en donnant deux résultats : l'un faisant intervenir une hypothétique masse m et une hypothétique vitesse v du photon ; l'autre étant la relation de de Broglie. Mais le jury n'est pas là pour jouer aux devinettes, surtout lorsqu'il s'agit pour lui de choisir entre deux formules incompatibles. Il ne faut pas oublier le caractère vectoriel de la quantité de mouvement dans l'expression de cette dernière.

Q18 : Un schéma clair et des justifications précises étaient attendus pour pouvoir juger si les relations angulaires obtenues n'étaient pas le fruit du hasard. En effet, l'expression de l'angle θ ne pouvait résulter d'une simple analyse dimensionnelle.

Q19 : Trop peu de candidats ont compris l'expérience. Certains cherchent à utiliser la valeur de l'intensité du pic plutôt que le décalage du maximum.

Q24 : Question plutôt bien traitée, mais beaucoup de candidats proposent un raisonnement long en partant de la 2^e loi de Newton plutôt qu'utiliser la conservation de l'énergie, beaucoup plus efficace.

Q25 : Le calcul de la probabilité a posé de nombreux problèmes. Si la solution n'est pas triviale, on peut s'interroger sur des candidats proposant une solution de probabilité négative ou homogène à l'inverse d'un temps...

Q28 : Là encore, un certain folklore dans les justifications qualitatives parfois proposées par les candidats.

Q30 : Un nombre relativement élevé de candidats tombe sur une température en kelvin négative sans s'en émouvoir.

Q33 : Question peu abordée, mais les candidats l'ayant traitée ont souvent su donner un argument pour justifier la nécessaire troncature de la série.

Le jury souhaite que les futurs candidats s'approprient les conseils donnés dans le présent rapport et souligne qu'une bonne connaissance du cours est une condition nécessaire et suffisante à la réussite d'une telle épreuve. Le jury souhaite bonne chance aux futurs candidats.

2.2.5. Physique I — PSI

Le titre de l'épreuve était « interaction laser plasma à haut éclairement ». La réponse aux questions posées nécessitait de bonnes connaissances en mécanique des particules chargées, calcul de champ électrique, ondes électromagnétiques.

Le jury admet un haut niveau de difficulté et une longueur inhabituelle, les quatre documents formant un corpus important, riche et de niveau scientifique assez élevé. De plus, les applications numériques proposées pouvaient poser problème sans calculatrice, et dans une épreuve de seulement 3 heures. Le barème de notation a pris en compte cet état de fait.

Par delà la difficulté du sujet, le jury veut exprimer ici sa déception sur deux points importants. D'une part, de très nombreuses et très graves lacunes de cours ont été constatées, en particulier sur la force de Coulomb et les propriétés de l'onde électromagnétique dans un plasma dilué. D'autre part, le jury a constaté une large épidémie de cette faute fondamentale qu'est l'inhomogénéité des relations : dans cette catégorie, nous plaçons les comparaisons (« le champ électrique est grand devant le champ magnétique ») ou les sommes entre grandeurs de dimensions différentes (1+z).