

1/ REMARQUES D'ORDRE GÉNÉRAL

Le sujet a souvent été traité intégralement par les candidats, en respectant l'ordre des parties des questions, en sautant toutefois certaines, voire des parties entières.

La moyenne de l'épreuve est 8,89/20. Cependant l'écart-type est élevé (4,10), le sujet a donc classé les candidats.

Comportant beaucoup de questions de cours, il a récompensé les candidats qui travaillent leur cours sérieusement. Une bonne moitié des candidats n'a pas le niveau minimal attendu sur cette épreuve, dont beaucoup de questions étaient proches du cours.

L'épreuve était sans calculatrice, ce qui avait deux conséquences :

- d'une part, les candidats ne disposaient pas d'aide de cours. Cela ne semble pas les avoir pénalisés et on peut remarquer que le cours est en général bien connu : équations de Maxwell, définition du vecteur de Poynting, loi de composition des vitesses. C'est l'optique qui pose le plus problème, une faible minorité de candidats ayant mené à bien cette partie ;
- d'autre part, les candidats devaient calculer les résultats numériques avec UN chiffre significatif, et les valeurs avaient été choisies de manière à rendre les calculs aussi 'faisables' que possibles.

Certains candidats ont passé beaucoup de temps sur ces calculs, donnant même parfois plusieurs chiffres significatifs. *A contrario*, certains s'arrêtent à la donnée d'une fraction, ce qui ne donnait pas de points. Une proportion non négligeable calcule très mal les ordres de grandeur (puissances de 10) et certains résultats ont atteint des ordres de grandeurs tout à fait ridicules : champs magnétiques gigantesques, concentrations volumiques quasi-nulles !

Concernant la forme des copies, elles sont majoritairement bien rédigées, dans l'ordre et avec une écriture et une orthographe correcte, ce qui rend les copies bâclées ou mal écrites d'autant plus insupportables. Les résultats doivent être mis en évidence proprement (encadrés ou soulignés, le surlignement étant rarement propre).

Rappelons pour terminer des évidences : un vecteur n'est pas égal à un scalaire, un résultat numérique a une unité. La mauvaise maîtrise des unités a été soulignée par les correcteurs.

2/ REMARQUES DÉTAILLÉES PAR QUESTION

PROBLEME I

PARTIE I

Cette partie introductive permettait de calculer quelques ordres de grandeurs du Soleil et devait permettre à tous les candidats de “rentrer” dans le problème.

Les données avaient été adaptées pour permettre des calculs simples.

- Q1.** La relation entre champ et potentiel est connue de tous les candidats, en revanche on rencontre souvent une erreur de signe sur l'énergie potentielle. À noter que la plupart des candidats ont parachuté cette formule sans aucune démonstration, contrairement à ce qui était demandé. Il fallait ici bien sûr écrire la force électrique.
- Q2.** La conservation de l'énergie mécanique a souvent été exploitée à bon escient. Question bien réussie, y compris numériquement.
- Q3.** Question généralement bien réussie.
- Q4.** Énormément d'erreurs de calculs sur cette question, les candidats rencontrant sûrement ce facteur pour la première fois et ayant peu d'idée de sa valeur. Il était ici préférable d'utiliser la masse donnée en keV/c^2 , idée que n'ont pas eu tous les candidats. Le bon résultat apparaît dans environ 50 % des copies.
- Q5.** Il fallait partir de la définition de l'intensité, plutôt qu'utiliser la densité de courant. Dans ce dernier cas, le nombre d'électrons a souvent été confondu avec la densité particulaire, ce qui donnait un résultat largement erroné.
- Q6.** Le modèle du gaz parfait est connu, mais la pression était donnée en bar, ce qui a souvent piégé involontairement les candidats. Confusion fréquente entre concentration molaire et moléculaire.
- Q7.** Question bien traitée.
- Q8.** Les candidats n'ont pas souvent résolu l'équation différentielle, pourtant très classique, pour obtenir une valeur exacte de la durée de vie.
- Q9.** La valeur obtenue était liée à la valeur obtenue en Q6, aussi est-elle rarement juste.

PARTIE II

- Q10.** Le teslamètre a été cité dans moins de la moitié des copies, l'effet Hall (pas au programme) parfois. On a même vu citer le magnétoscope, que les candidats n'ont pas dû connaître... On note des confusions entre mesurer et calculer.
- Q11.** Question de cours. Beaucoup de calculs utilisent la vitesse initiale, en vecteur ou en norme et sans justifier que cette norme est constante. Les repères polaires et cartésiens sont confondus.
- Q12.** Une application numérique a donné lieu à des ordres de grandeurs parfois ubuesques. Le Tesla est mal connu, ce qui est étonnant.

Q13. Question assez longue qui nécessitait un peu de temps. Elle a été très décevante. Alors que les candidats semblent maîtriser les symétries à la question 18, question de cours, l'utilisation des symétries a été rare dans cette question 13, la distribution de courant n'étant pas classique. Seul le plan Oxy est caractérisé, ensuite beaucoup se contentent d'assertions qualitatives sans citer les autres plans de symétrie ou d'antisymétrie, ce qui était indispensable. Certains tentent de tracer une carte de champ avant de connaître quelques directions ! Notons que les réponses se trouvaient dans l'expression du champ donné juste après cette question ! Enfin, beaucoup ont eu l'intuition que le champ était nul en O, sans le démontrer.

Q14, Q15, Q16. Questions bien traitées.

PARTIE III

Q17. La question évoquait le « rayonnement », qui traduisait le champ rayonné, mais cette rédaction a gêné les candidats qui ont eu beaucoup de mal à traduire le mot « polarisé ». La définition du mot « anisotrope » est mal connue également.

Q18. Bien traitée.

Q19. Question bien traitée, malgré une erreur d'énoncé (sans aucune conséquence sur cette partie) : a aurait dû être définie comme l'amplitude de l'accélération et non sa norme. Problème de signe récurrent pour le moment dipolaire car sa définition n'est pas connue.

Q20. La zone de rayonnement est mal définie, c'est une connaissance trop anecdotique du programme. Le terme r/c est bien justifié.

Q21. Il s'agissait de vérifier la relation vectorielle liant les champs électrique et magnétique d'une onde plane. Cette question a hélas été mal comprise. L'homogénéité a rarement été vérifiée pour chaque champ, beaucoup se contentant de vérifier la cohérence d'unités entre les deux champs.

Q22. Le vecteur de Poynting est bien connu, mais beaucoup de candidats en ont calculé le flux. Par ailleurs, le fait que l'anisotropie vienne de la dépendance en θ a échappé à énormément de candidats, pour qui l'amplitude est maximale dans la direction de propagation.

Q23. Même problème, donc cette question a été très mal traitée. Certains dérivent pour trouver le maximum d'une fonction aussi simple que $1/(1 - v \cos(\theta)/c)$ et beaucoup finalement ne le trouvent pas. La comparaison des deux puissances a souvent donné lieu à des rapports de puissance dimensionnés, ce qui n'a pas choqué les candidats. C'est dommage.

PARTIE IV

Q24. Souvent bien traitée, sauf la proportion de particules, qui ne nécessitait aucun calcul.

Q25. Question mal traitée, car l'invariance de la vitesse de la lumière, qui est la vitesse des photons émis, n'est pas très utilisée dans les programmes. Les justifications ont donc été souvent fumeuses.

Q26. Les candidats semblent avoir été décontenancés par les formules données, qu'ils ont eu du mal à appréhender. Si la tangente de l'angle a été correctement exprimée, les justifications des approximations permettant d'aboutir au résultat ont été rares. Rappelons que l'angle devait être exprimé en radians.

PARTIE V

Cette partie, très proche du cours, a été la plus décevante. Peut-être fit-elle appel à trop de compétences expérimentales ? Les étudiants de MP ne doivent pas les négliger.

- Q27.** Souvent bien traitée, à part la source collimatée, la plupart des schémas ne faisant apparaître qu'un seul pauvre rayon incident, qui se réfléchissait sur les miroirs de manière parfois peu cartésienne !
- Q28.** L'expression de I est connue, mais $I_{\max}$ très rarement correctement introduite. La propriété de l'interféromètre demandée n'a quasiment jamais été citée, ce qui est décevant.
- Q29.** Question souvent bien traitée quand elle est abordée. La période doit être déterminée à partir d'un grand nombre de périodes. La notion d'incertitude-type semble toutefois avoir vécue, elle est très rarement évaluée.
- Q30.** Question rarement bien traitée, le temps de cohérence ayant souvent été confondu avec la durée mesurée sur l'interférogramme. Cette erreur donnait des valeurs numériques aberrantes, qui ont rarement effrayé les candidats. Prendre un peu de recul à la fin du traitement d'une partie est nécessaire.

PROBLÈME II

La plupart des candidats ont traité le problème de chimie et avaient visiblement travaillé cette matière. C'est une bonne nouvelle.

- Q31.** Souvent bien traitée.
- Q32.** Le mot « isotope » est mal connu. Il a, de plus, été très rare de lire les deux équations demandées, car trop peu de candidats savent que A est aussi le nombre de masse d'un atome.
- Q33.** Souvent bien traitée, sauf l'application numérique, qui a encore donné des ordres de grandeurs aberrants.
- Q34.** Question difficile, qui a donné lieu à de lourdes approximations, le volume de la solution étant assimilé au volume d'eau.
- Q35.** Le bilan réactionnel a rarement été correct.
- Q36.** Souvent bien traitée.
- Q37.** Souvent bien traitée, mais des confusions subsistent entre cathode et anode.
- Q38.** C'est en général la question qui a stoppé les candidats, car la formule de Nernst est mal connue, certains candidats se contentant des potentiels standards.
- Q39.** Souvent bien traitée par les candidats qui ont traité cette question. Il est rarissime de trouver un schéma sommaire des courbes, qui simplifiait la lecture.
- Q40.et suivantes.** Peu traitées.

4/ CONCLUSION

Beaucoup de candidats avaient manifestement bien travaillé leur cours et ont su traiter les questions proches du cours, ce qui devrait leur assurer le succès. Hélas, bien peu savent faire face à une situation nouvelle, voire inconnue, comme dans les parties II et IV.

Le sujet a été jugé plutôt difficile par certains correcteurs, accessible par d'autres ; il semble au final qu'il ait permis de classer correctement les candidats.

Nous conseillons aux futurs candidats, pendant leurs années de préparation :

- de bien travailler le cours de physique-chimie dans l'objectif de bien connaître les définitions, les hypothèses d'un résultat, les méthodes de résolution et de maîtriser les raisonnements exigibles au programme.
- de s'approprier les questions posées par une lecture attentive du sujet.
- de s'exercer à produire des copies bien rédigées et bien présentées avec les éléments de justification indispensables. La clarté des explications, la précision du vocabulaire et la rigueur des raisonnements sont un gage de réussite.