

# Rapport du jury

## Physique chimie MPI e3a-polytech 2024

Le sujet abordait dans la partie physique quelques aspects de l'interaction matière - rayonnement. La thématique principale était l'électromagnétisme, la mécanique et la physique quantique étant également abordées.

La partie chimie, plus courte (environ 20% du sujet), portait principalement sur de l'oxydoréduction et l'étude d'équilibres chimiques, en incluant quelques aspects numériques.

### Remarques générales

Le sujet contenait de nombreuses questions proches du cours, permettant à des candidats de niveau moyen de valoriser leur bonne connaissance du cours. Des questions plus délicates donnaient l'occasion aux meilleurs de se démarquer, elles ont cependant été peu abordées.

Les copies étaient dans l'ensemble d'un niveau assez correct, avec de grandes disparités. Les correcteurs ont vu d'excellentes copies, et aussi d'autres assez indigentes, où quasiment rien n'est correct. Dans l'ensemble les bases sont plutôt maîtrisées (première partie du problème de physique sur les ondes électromagnétiques notamment) mais ça se complique quand il faut mobiliser ces connaissances sur des situations qui s'éloignent un tant soit peu des situations connues.

On peut d'ailleurs noter que les notions de première année dont la mécanique du point, sont celles qui posent le plus de problèmes aux candidats.

Le soin apporté aux copies est également très variable, certaines sont très bien présentées et à l'autre extrême on a affaire à de véritables brouillons difficilement lisibles. Les candidats doivent être conscients qu'une copie difficilement lisible les pénalise, ne serait-ce que parce qu'il est parfois difficile de vérifier si un résultat est correct. Rédiger une copie consiste aussi à communiquer avec le correcteur et la qualité de cette communication influe sur la note obtenue. Pour finir sur ce thème, signalons que l'on voit moins de copies où tout est traité dans le désordre, le jury encourage les candidats à poursuivre dans cette voie (il est parfaitement acceptable de commencer par telle ou telle partie, mais non de sauter constamment d'une partie à l'autre).

### Rapport détaillé

Problème de physique :

La première partie (questions 1 à 9) concernait des généralités sur les ondes électromagnétiques dans le vide. Volontairement simple et proche du cours, cette partie a dans l'ensemble été bien traitée.

1. La plupart des candidats écrivent correctement les équations de Maxwell.
2. Le plus souvent satisfaisant, la démarche qui mène à l'équation d'onde est connue.
3. Nettement moins bien traité, le plus simple était d'utiliser les notations complexes pour montrer à partir des équations de Maxwell en *div* que les champs  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$  sont transversaux.
4. Bien traitée dans la plupart des copies, il y a parfois des confusions entre direction de propagation et polarisation.
5. Le plus souvent bien traitée.
6. Le plus souvent bien traitée.

7. L'expression du vecteur de Poynting est presque toujours connue, attention à l'utilisation des complexes, qui ne permet pas d'obtenir la valeur instantanée.
8. L'expression de la densité d'énergie électromagnétique est parfois incorrecte.
9. En général bien traitée si ce qui précède l'a été, la valeur moyenne d'un  $\cos^2$  gagnerait souvent à être mieux mise en évidence.

La seconde partie (questions 10 à 20) portait sur le modèle de Bohr, avec quelques questions sur la longueur d'onde des rayonnements susceptibles d'être absorbés dans la série de Balmer.

10. Question mal traitée dans de nombreuses copies, la justification de la conservation du moment cinétique est souvent incomplète (moment des forces nul, mais sans préciser les forces) et celle du mouvement plan est généralement trop peu précise, voire inexistante ( «le moment cinétique est constant donc le mouvement est plan » n'est pas une justification).
11. Il fallait repartir de l'expression générale du moment cinétique pour justifier l'expression donnée, ce qui est loin d'avoir toujours été fait.
12. Très variable, à côté de nombreuses bonnes réponses des choses absurdes comme  $\vec{v}$  est constante ou l'accélération est nulle (pour un mouvement circulaire!)
13. Il fallait arriver à  $v = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 m_e R}}$  et même lorsque l'on arrive au bon résultat, la rédaction est souvent assez peu convaincante, les candidats auraient intérêt à s'exercer à traiter des situations classiques de mécanique de manière simple et claire. Le théorème de l'énergie cinétique peut difficilement donner un résultat dans une situation où l'énergie cinétique est constante! Il faut aussi éviter les intégrations fantaisistes, par exemple où l'on intègre d'un côté par rapport à  $t$  et de l'autre par rapport à  $r$ .
14. Question pas toujours abordée, souvent correcte si elle l'était. Attention à ne pas négliger les applications numériques et à critiquer les ordres de grandeur obtenus.
15. Il suffisait de donner le lien entre J et eV, il y a tout de même pas mal de réponses erronées.
16. Mêmes remarques que Q14, attention aussi à l'expression (signe notamment) de l'énergie potentielle (on voit même du  $mgh$  dans quelques copies...)
17. Presque toujours bien traitée.
18. Beaucoup de réponses fausses, et lorsque c'est juste c'est souvent mal présenté. Faire le lien entre les niveaux d'énergie et la longueur d'onde du rayonnement absorbé (ou émis) est une démarche que les candidats gagneraient à maîtriser.
19. Etonnamment mal traitée, pour trouver les valeurs de  $n$  qui lors d'une transition  $n \rightarrow 2$  correspondent à une absorption dans le visible, il était plus simple de calculer les longueurs d'onde pour quelques valeurs de  $n$  que de chercher à résoudre des inégalités (ce qui a été fait quelquefois avec succès, mais très peu).
20. Très peu abordée, quelques bonnes réponses.

La troisième partie (questions 21 à 31) s'intéressait à la pression de radiation, d'abord en considérant la réflexion d'une onde électromagnétique, puis d'un point de vue corpusculaire.

21. Question assez discriminante, trouver l'expression du champ  $\vec{E}$  réfléchi en exploitant les relations de passage (données dans l'énoncé) est su par une petite moitié de candidats. Pour les autres on a au mieux une expression correcte sans justification. Le changement de signe devant  $kz$  est très souvent oublié.
22. Même lorsque la question précédente était correcte, un certain nombre s'égarait en voulant utiliser à nouveau une relation de passage, alors qu'on ne connaît pas  $\vec{j}_s$ , il fallait calculer  $\vec{B}$  à partir de  $\vec{E}$  grâce à la relation de structure et le vecteur d'onde pour l'onde réfléchie correctement orienté.

23. Bien traitée lorsque les deux précédentes l'étaient.
24. Idem, et attention à l'utilisation des complexes, dès lors qu'il y a un produit il ne faut les utiliser que pour obtenir directement la valeur moyenne et avec une formule correcte!
25. Là encore, correct lorsque ce qui précède l'était.
26. Bien traitée du point de vue des valeurs obtenues, MAIS attention aux unités! Donner une pression en  $W.s.m^{-3}$  est certes correct, mais ce n'est pas la meilleure manière de communiquer.
27. Question plus difficile qui n'a reçu que très peu de bonnes réponses, certains candidats donnent la bonne relation en se basant sur des considérations dimensionnelles, ce qui est partiellement valorisé.
28. Question assez élémentaire (montrer à partir des relations de Planck-Einstein que pour un photon  $\vec{p} = \frac{E}{c}\vec{u}$ ) mais trop souvent mal justifiée. Et attention, l'énergie n'est pas une grandeur vectorielle!
29. Les questions 29, 30 et 31 nécessitaient d'avoir traité (et suffisamment compris) ce qui précède, elles ont été peu abordées et bien traitées que dans une petite minorité de copies.
30. Idem
31. Idem

Pour la quatrième (et dernière) partie (questions 32 à 41) le sujet abordait la notion de force pondéromotrice, qui s'exerce sur des particules chargées dans un champ électromagnétique oscillant et non homogène.

32. Question simple sur un ordre de grandeur du champ électrique pour pouvoir négliger le poids. Beaucoup de réponses inutilement compliquées, et l'unité du champ électrique est le  $V.m^{-1}$ . On rappelle qu'un ordre de grandeur s'écrit avec un nombre de chiffres significatifs limités.
33. Souvent «correct» (le résultat était donné..) mais un minimum de rédaction est attendu. Et beaucoup trop de relations où vecteur = scalaire.
34. Question assez classique sur le régime forcé. Attention à la clarté de la démarche, le résultat seul, même juste, n'est pas suffisant. Il est recommandé d'utiliser les notations complexes.
35. Idem
36. Plutôt bien traitée dans l'ensemble pour ce qui est du calcul, c'est plus aléatoire pour les unités.
37. Question plus difficile qui nécessitait de bien comprendre la situation, souvent abordée mais sans succès, quelques rares bonnes réponses.
38. Là encore assez peu de réponses convaincantes, de trop nombreux candidats se contentent de quelques lignes de calcul sans montrer qu'ils ont compris la situation.
39. Idem.
40. Peu traitée, quelques bonnes réponses.
41. Nécessitait un peu tout ce qui précède.. seules quelques (très) rares copies concluent le calcul.

Problème de chimie :

La partie chimie portait essentiellement sur les équilibres d'oxydoréduction. Quelques éléments numériques y étaient associés, au travers d'un script destiné à utiliser une méthode dichotomique pour obtenir l'avancement à l'équilibre  $\xi_{eq}$ .

42. La réaction d'oxydoréduction est souvent écrite dans le mauvais sens, les réactifs et les produits étant confondus. Néanmoins les coefficients stœchiométriques sont souvent corrects.
43. La notion de nombre d'oxydation n'est ni comprise ni même acquise. Les confusions entre réducteurs et oxydants sont légion.

44. Le tableau d'avancement est rarement bien écrit. La colonne donnant le nombre total de moles gazeuses, lorsqu'elle n'est pas omise, est souvent fausse. Pire, la définition du quotient de réaction  $Q$  n'est pas suffisamment connue. Très peu de candidats obtiennent l'expression sous la forme demandée.
45. La bonne valeur de la constante d'équilibre  $K^o(T)$  dépendait de la justesse du résultat précédent. La notion de fraction molaire est confondues avec d'autres grandeurs. Rappelons qu'il s'agit d'un pourcentage.
46. Les explications pour présenter une méthode de calcul doivent être claires, éventuellement illustrées par un schéma. La méthode demandée, appliquée ici à une fonction monotone, a été confondue avec la dichotomique dans un tableau.
47. Question dans la continuité de la question 44.
48. Le script a été complété sans problème lorsque la méthode demandé question 46 était comprise.
49. Cette question n'a posée aucune difficulté.
50. Cette question, indépendante des réponses précédentes, a globalement été bien traitée et argumentée.
51. De même ici, avec des justifications satisfaisantes.
52. Cette dernière question a été bien réussie, avec ici aussi de bonnes remarques.