



Le sujet intitulé « la physique au pays des patients : IRM » portait essentiellement sur l'électromagnétisme ; il faisait aussi appel à des notions de mécanique, de physique quantique et de physique statistique. Il se référait au programme MPSI et MP.

1/ Remarques générales

Erreurs courantes

Des erreurs de dimensions dans beaucoup de copies avec confusion d'une surface avec un périmètre.

Les applications numériques sont peu ou mal faites, la confusion des mm ou cm avec le mètre conduit des candidats à des valeurs d'intensité qui feraient fondre n'importe quel patient.

Beaucoup de candidats ne maîtrisent pas la notion de vecteur : difficultés de projections, confusion de la norme de la dérivée et de la dérivée de la norme, méconnaissance des propriétés du produit scalaire et du produit vectoriel. Des candidats confondent la circulation et le flux.

L'utilisation des symétries et des invariants est souvent suivie de conclusions fausses.

Autres remarques

- Dans l'ensemble, les élèves ne maîtrisent pas le cours et s'ils connaissent certaines formules, ils ne savent pas l'appliquer. Le théorème d'Ampère est très mal appliqué même quand l'étude des symétries a été bien menée. Les équations de Maxwell sont données fausses. Il y a parfois confusion entre permanent et quasi-stationnaire.
- Le sujet mal lu est donc mal compris par beaucoup.
- Certains candidats semblent tenter des réponses au hasard, ce qui est assez déconcertant dans une épreuve scientifique.

2/ Remarques détaillées par question

PARTIE I

- Q1.** Trop de candidats ignorent la définition du moment magnétique.
- Q2.** La justification attendue n'a pas souvent été donnée.
- Q3.** La question a été souvent traitée.
- Q4.** Passer de l'expression du couple donné par l'énoncé aux positions d'équilibre semble impossible à certains candidats qui devinent sans justifier les situations d'équilibre. D'autres, s'appuient avec efficacité sur l'énergie potentielle.
- Q5.** Le passage à l'électronvolt n'a pas toujours été effectué correctement.
- Q6.** Beaucoup méconnaissent l'énergie thermique.
- Q7.** La justification est souvent maladroite.
- Q8. à Q12.** Les candidats n'ont souvent pas lu l'énoncé assez attentivement et font des calculs lourds et inutiles sans le développement limité attendu dans l'énoncé. L'équipartition a été évoquée sans préciser l'excédent de vecteurs parallèles.

- Q13.** à **Q15.** Encore des surprises : nombre de candidats ne savent pas la définition du moment cinétique pour un point matériel, ce qui les empêche de trouver le rapport gyromagnétique. D'autres ne savent pas trouver l'intensité de la boucle de courant associée à l'électron sur son orbite.
- Q16.** La valeur est souvent vérifiée.
- Q17.** à **Q18.** Le lien entre la fréquence et l'énergie pour un photon n'est pas toujours su.
- Q19.** à **Q22.** Beaucoup ne pensent pas à écrire le théorème du moment cinétique pour obtenir la formule donnée. La manipulation très maladroite du produit vectoriel pose de gros problèmes : rares sont ceux qui pensent à projeter le produit sur la direction des vecteurs du produit. La description du mouvement et le dessin explicatif ont rarement été obtenus et encore plus rarement avec le bon sens de parcours.
- Q23.** La réponse est souvent devinée mais souvent le vecteur est de sens contraire.
- Q24.** à **Q25.** On a obtenu des réponses souvent partielles à cause d'une lecture superficielle de l'énoncé qui indiquait pourtant les paramètres à faire figurer dans la réponse.
- Q26.** Cette question simple a rarement été faite correctement, avec fréquemment un oubli du facteur 2 pour le nombre d'hydrogènes par molécule d'eau.
- Q27.** La question est souvent faite car il suffisait d'appliquer la formule de l'énoncé.
- Q28.** La justification a été mal exprimée en général.
- Q29.** à **Q30.** Le couple est rarement écrit correctement et le domaine des radiofréquences méconnu.

PARTIE II

- Q31.** à **Q32.** Étrangement les équations de Maxwell et le théorème d'Ampère ne sont pas connus de tous les candidats ! Le régime quasi-stationnaire encore moins... Les équations de Maxwell sont souvent données sans sources. Mais elles réapparaissent pour Maxwell-Ampère dans le cadre de l'ARQS. Le courant enlacé est parfois celui qui parcourt le contour d'Ampère !
- Q33.** à **Q34.** Encore une partie où la lecture attentive de l'énoncé aurait permis aux candidats de répondre correctement. Ils inversent le sens des questions utilisant trop tôt une hypothèse.
On est aussi surpris de voir que le solénoïde infini (question de cours) n'est pas bien traité : utilisation fautive des symétries, mauvais contour d'Ampère et confusion entre circulation et flux.
- Q35.** à **Q36.** Les questions sont peu traitées avec un sens de rotation souvent faux.
- Q37.** à **Q39.** Peu d'élèves ont écrit la densité de courant de façon exacte mais certains ont « réussi » à obtenir pourtant l'expression du champ B... L'application numérique a souvent été faite mais sans commentaire sur la valeur.
- Q40.** à **Q47.** Cette partie, peut-être plus classique, a été traitée avec plus ou moins de bonheur par un nombre important de candidats.

PARTIE III

- Q48.** à **Q60.** Quelques bons et rares candidats ont bien traité cette partie. D'autres se sont trompés sur le sens de rotation, sur les expressions des champs demandés et sur les cas limites.
- Q 61.** à **Q69.** Très peu de candidats sont allés jusque-là.
- Q70.** à **Q72.** Des candidats sont venus grappiller des points sur cette dernière partie mais la grande majorité d'entre eux ne sont pas arrivés jusque-là.

Conclusion

On voit des copies mal présentées, dont la rédaction truffée de fautes d'orthographe est illisible. Pour certains, la maîtrise de l'expression écrite est insuffisante mais heureusement il s'agit d'un petit nombre.

Ce sujet ne demandait pas de grands calculs mais s'intéressait à la physique du phénomène de RMN. La plupart des formules étaient introduites dans l'énoncé pour permettre aux candidats de poursuivre, même sans avoir obtenu le résultat.

Les résultats « très modestes » sont-ils à attribuer au manque de recul des élèves peut être habitués à traiter des exercices plus classiques ? à une lecture trop superficielle qui les a empêchés de s'approprier le sujet ? ou, enfin, à une méconnaissance du cours ?

Le sujet était finalement assez classant avec une progression dans la difficulté même si les premières questions représentent déjà un défi pour quelques candidats. Nous avons trouvé quelques très bonnes copies, trop peu nombreuses à notre goût, mais aussi un nombre beaucoup plus important de candidats qui traitent bien une partie relativement importante du sujet. Ces candidats, qui ont donc montré une maîtrise du cours, ont su tirer parti de l'enseignement de leurs professeurs et sont donc assurément admissibles. Ils sauront transformer leur admissibilité en admission.

Nous conseillons donc aux prochains candidats, pendant l'année scolaire de MP :

- De bien travailler le cours dans l'année et de répondre sans faille sur les compétences exigibles du programme. Il faut connaître les définitions des grandeurs physiques introduites, les théorèmes fondamentaux et surtout savoir les appliquer.
- De bien revoir et travailler avec la même rigueur que ci-dessus le cours de MPSI et les compétences exigibles associées.
- De s'exercer à présenter des copies bien rédigées et bien présentées.

Et pendant l'épreuve :

- De s'approprier le sujet par une lecture attentive du sujet.
- De répondre aux questions sans « tricher » en justifiant ses résultats par un raisonnement structuré.
- D'éviter les erreurs de dimension.
- De présenter avec soin ses réponses.