

Rapport Physique-Chimie MPI 2025

Le sujet aborde de nombreuses parties du cours de physique-chimie de première année (gravitation, induction) et de deuxième année (électrostatique, magnétostatique, ondes, changement de référentiel, réactions acido-basiques et titrages), ainsi que des capacités numériques (méthode d'Euler, méthode de Monte-Carlo).

Remarques générales

De nombreuses questions proches du cours, situées en début de partie ou de sous-partie, permettaient à tous les étudiants ayant travaillé toute l'année de gagner des points, tandis que les questions plus compliquées, souvent en fin de partie, ont donné aux meilleurs l'occasion de se démarquer.

Attention néanmoins, dans un cas comme dans l'autre, il est fondamental de répondre aux questions avec rigueur, de préciser les hypothèses ou conditions d'application du théorème utilisé, de donner le nom et l'énoncé de ce théorème avant d'en remplacer les différents termes, d'expliquer les simplifications éventuelles et de justifier la nullité de certains termes. Par exemple, l'application du PFD, à la question 5, devait être précédée de l'énoncé du système étudié et du référentiel de travail. Ou encore le calcul du flux du champ électrostatique, à la question 36, imposait de définir la surface de Gauss et de montrer que le flux était nul à travers certaines de ses parties.

Nous ne voulons pas seulement vérifier que les résultats classiques sont connus (champ magnétostatique dans un solénoïde à la question 12), mais surtout que les étapes du raisonnement sont maîtrisées.

Cette année encore, les copies sont très hétérogènes et certaines copies où l'étudiant.e a répondu à de nombreuses questions n'ont néanmoins pas apporté beaucoup de points, notamment parce que les théorèmes, expressions ou méthodes du cours n'étaient pas maîtrisées.

Nous invitons par exemple les candidats et candidates à réviser avec le plus grand sérieux le programme de première année qui peut faire l'objet de plusieurs parties d'un sujet.

Les correcteurs et correctrices ont apprécié de corriger des copies bien présentées, avec des résultats encadrés et les questions dans l'ordre, au moins à l'intérieur d'une partie (il est tout à fait convenable de commencer par la partie de son choix). Ces copies ont été valorisées par le barème. Nous ne pouvons que conseiller aux candidat.e.s de choisir une épaisseur de stylo compatible avec leur style d'écriture, en suivant les consignes du concours (non effaçable, noir ou bleu foncé), de préciser si leur gribouillage est (finalement) un + ou un -. Si le stylo noir ou foncé est à utiliser pour l'écriture, il serait en revanche bienvenu que d'autres couleurs soient utilisées pour les schémas, et pour mettre en valeur les résultats.

Nous invitons les élèves à se relire pour vérifier que tous les mots sont lisibles : même si nous essayons de tout déchiffrer, c'est parfois tout simplement impossible, et dans tous les cas très désagréable. Il nous paraît important de conseiller à chacun.e de s'entraîner pendant l'année à n'utiliser que des stylos vérifiant les contraintes du concours et à apprendre à se passer progressivement de tout type d'effaceur.

Il est important de mettre en évidence les résultats, d'expliquer sans verbiage les étapes du raisonnement (inutile par exemple de définir μ_0), et en général de communiquer précisément avec le correcteur ou la correctrice.

Il va sans dire qu'un commentaire d'une expression qui n'est ni trouvée par le candidat ou la candidate, ni donnée par l'énoncé, ne peut pas apporter de points mais peut énerver le correcteur ou la correctrice ; par exemple, à la question 23, « oui, le patient est en acidose », sans donner la valeur du pH sanguin.

Enfin, attention aux expressions inhomogènes, surtout quand c'est flagrant. Il ne faut pas non plus confondre deux grandeurs désignées par la même lettre : V le volume et v la vitesse par exemple, d'autant qu'une seule de ces grandeurs est utilisée à la fois dans ce sujet.

Les résultats numériques doivent être donnés avec un nombre de chiffres significatifs adapté et accompagnés de leur unité, correcte et usuelle, bien sûr.

Rapport détaillé

La partie 1 étudie le moyen de se peser en impesanteur.

Q1. Il ne faut pas confondre l'utilisation d'un référentiel et sa définition, ni rotation et révolution.

Q2. La force gravitationnelle est trop souvent fautive, avec toutes les conséquences sur la suite de la partie. La force d'inertie d'entraînement l'est tout autant, quand elle est donnée. Il faut au moins que l'expression soit homogène.

À cette occasion, je voudrais recommander aux collègues d'enseigner les expressions qui sont au programme, par exemple ici la force d'inertie d'entraînement qui est parfois donnée par les élèves avec tous ses termes, au lieu d'uniquement son terme au programme dans le cas d'une rotation uniforme. Aucun élève qui a utilisé la formule complète n'a réussi à s'en sortir, voire à énoncer le terme nécessaire correctement.

Q3. Une simple application numérique qui nécessitait des expressions correctes à la question précédente. Une norme n'est jamais négative.

Q4. Le principe de la mesure par élongation d'un ressort est souvent bien compris.

Q5. Il est fondamental de préciser le référentiel de travail.

Q6. Il faut aussi préciser le référentiel de travail, et tenir compte de la force d'inertie d'entraînement. La réponse est donnée si on sait lire entre les lignes : la somme des forces doit être nulle. Il faut néanmoins le prouver et non se contenter de l'énoncer.

Q7. « Parce que le spationaute est en impesanteur » ne suffit pas, il faut expliquer ce qui pose un problème dans le principe de la mesure : il n'y a pas d'élongation du ressort.

Q8. L'étude de l'oscillateur harmonique est souvent correcte, la relation entre pulsation et période n'est malheureusement pas toujours juste.

Q9. Un peu de bon sens ne peut pas faire de mal : le spationaute ne pèse évidemment pas 27 kg ni 2,5 t.

Q10. Question très peu abordée, souvent bien rétribuée quand c'était le cas.

Q11. Des explications scientifiques sont demandées, pas des pseudo-explications sans base physique. Il fallait faire appel à la notion de solide indéformable.

La partie 2 traite de l'effort physique dans la station spatiale, et de l'effet sur la composition du sang.

Q12. L'expression du champ magnétique créé par un solénoïde est souvent connue, mais la démonstration laisse à désirer dans beaucoup trop de copies. Il y a des étapes indispensables, sensiblement les mêmes qu'en électrostatique (Q36).

- Lister les symétries et invariances des courants (resp. charges) (PAS ceux du champ B qu'on ne connaît pas du tout à cet endroit de la démonstration),
- En déduire les symétries et invariances du champ B (resp. E), c'est-à-dire sa direction et de quelles coordonnées il dépend,
- Énoncer le théorème d'Ampère (resp. de Gauss),
- Choisir et représenter sur le schéma le contour d'Ampère (resp. Surface de Gauss),
- Calculer la circulation de B sur le contour (resp. le flux de E à travers la surface). Si le contour contient plusieurs lignes simples (comme ici où c'est un rectangle), il faut découper l'intégrale en plusieurs parties et toutes les calculer en expliquant pourquoi certaines sont nulles.
- Calculer l'intensité enlacée (resp. la charge intérieure)
- Conclure.

Q13 à 15. Beaucoup d'erreurs de signe. La détermination de la fem (qui n'est pas une force mais une tension) et de la force de Laplace nécessitent aussi beaucoup de rigueur dans la méthode : la fem doit être en convention générateur, c'est un cadre qui se déplace et il faut donc exprimer la force de Laplace sur chacun de ses côtés.

Q16. « Pour qu'il n'y ait qu'une spire à la fois dans la zone de champ B » n'est pas une explication acceptable parce que ce n'est pas ça l'objectif. L'objectif est que la force de Laplace soit constante, grâce au fait qu'il y ait toujours exactement une spire qui entre ou qui sort de la zone de champ B. Et ainsi, le freinage est constant.

Q17. On attend une réponse précise pour l'évolution de la puissance en fonction de la vitesse, d'autant que la réponse vague (« augmente ») est donnée à la question suivante. Cela nécessite d'avoir déterminé l'expression de la puissance.

Q18. Il s'agit ici pour les élèves de prendre du recul sur la situation purement physique et de comprendre à quoi sert la force de Laplace. Beaucoup de verbiage qui ne mène à rien de concret.

Q19 à 21. La chimie a été très peu abordée, avec des réussites très disparates quand cela a été le cas. Les relations entre pH, pKa et concentrations doivent être connues. Un diagramme de prédominance doit faire apparaître des zones de prédominance pour les différentes espèces et il est impératif de remplir un tableau de variation pour résoudre la question 21.

Insistons sur le fait que les ions spectateurs ne doivent pas être écrits dans une équation de réaction.

Commenter la valeur d'un pH qu'on n'a pas calculé est une hérésie.

Q22 à 24. L'exploitation du titrage pH-métrique a été plutôt réussie par les élèves qui ont abordé ces questions. Il est important de ne pas oublier la sonde pH-métrique sur le schéma et

de ne pas confondre les différents éléments de verrerie : bécher, burette graduée, pipette jaugée... Le choix de l'indicateur coloré doit se justifier.

Q25 à 27. Ces questions portaient sur le langage python et la méthode d'Euler. Les élèves qui n'ont pas passé ces questions s'en sont plutôt bien sortis, malgré des confusions avec d'autres langages de programmation.

La partie 3 traite d'un examen non invasif des os, l'ostéodensitométrie.

Q28 et 29. L'immense majorité des candidats et candidates connaît heureusement les équations de Maxwell, au moins dans le vide. La mise en équation des ondes (équation de d'Alembert) doit être plus expliquée et ne pas se résumer à une suite d'équations.

Q30. Question très peu abordée.

Q31 à 33. Si l'ARQS n'est pas connue, les 3 questions sont nécessairement fausses. L'expression de k^2 est souvent correcte, la suite l'est moins. La détermination du vecteur d'onde complexe dans le cas du conducteur ohmique est clairement une question de cours et devrait être maîtrisée par un plus grand nombre d'étudiants et étudiantes.

Q34. Si la formule du vecteur de Poynting est connue, sa signification physique l'est beaucoup moins.

Rappelons qu'il y a exactement zéro point dans le barème pour répondre à des questions qui ne sont pas posées : « on ne demande pas de la calculer ».

Q35. Dans cette question, il fallait comprendre le texte explicatif et supprimer P_0 entre les équations correspondant aux deux longueurs d'onde.

La partie 4 aborde le principe de l'électrocardiogramme.

Q36. Voir Q12.

Q37 à 39. La relation entre le champ électrostatique et le potentiel est bien connue des candidats et candidates. Cependant son utilisation a été très chaotique trop souvent, surtout à cause de résultats faux à la question précédente, résultats qui ont néanmoins abouti à la bonne réponse de façon absolument fausse.

Les résultats fournis ont parfois été obtenus en dépit du bon sens et des lois mathématiques.

Q40 et 41. Ces questions, les dernières du sujet, ont été très peu abordées, et quand c'était le cas, souvent avec insuffisamment de sérieux. Il fallait bien comprendre le principe de la mesure expliqué dans le texte.

Une réponse donnée au hasard sans justification ne peut pas être validée.