MP

CONCOURS COMMUN INP

RAPPORT DE L'ÉPREUVE ÉCRITE DE PHYSIQUE

1/ REMARQUES D'ORDRE GÉNÉRAL

L'épreuve de Physique MP 2026 proposait un sujet complet et varié, couvrant une grande partie du programme à travers un thème centré sur l'exploration spatiale avec le personnage de Major Tom.

Elle était constituée de trois parties indépendantes, structurées par une progression logique des difficultés, tant conceptuelles que techniques : étude mécanique et thermodynamique d'une planète (**Partie I**), interaction lumière-matière et propagation dans un milieu (**Partie II**) et enfin spectroscopie atomique et interférométrie (**Partie III**).
Le sujet comportait de nombreuses questions proches du cours, permettant aux candidats de mobiliser un large éventail de compétences.

Cependant, une part trop importante de candidats ne maîtrise pas des notions pourtant essentielles : définitions fondamentales (ondes longitudinales et transversales, état stationnaire en physique quantique), expressions de base (force gravitationnelle, vecteur de Poynting). Assez souvent, des erreurs de signe, d'homogénéité ou de calcul ont conduit à des résultats aberrants (longueur d'onde de 10^10 m, vitesse de phase confondue avec vitesse de groupe, etc.). Un regard plus critique sur les résultats obtenus, notamment sur les applications numériques, aurait permis de déceler et de corriger ces erreurs.

2/ REMARQUES DÉTAILLÉES PAR QUESTION

PARTIE I

Q1. La force de gravitation est énoncée sans justification. Le théorème de Gauss gravitationnel n'est quasiment jamais cité et l'expression est souvent donnée uniquement en norme, sans vecteur. On relève aussi des erreurs de signe : un champ g_0 négatif apparaît de façon récurrente. La notion de variation relative (**Q1b**) est mal maîtrisée ; elle est régulièrement confondue avec la variation absolue et le commentaire final attendu est fréquemment oublié.

Q2. Des confusions entre champ et force de gravitation, quelques erreurs de projection et de signe dans l'équation différentielle, tandis que le caractère constant du champ à basse altitude n'est pas toujours relevé comme un point significatif.

Q3. Les erreurs de signe sur l'accélération d'entraînement sont très fréquentes, ce qui aboutit à une force d'inertie centripète dépourvue de sens physique. Peu de candidats parviennent à mettre l'équation sous forme canonique et certains confondent force d'inertie d'entraînement et force de Coriolis.

Q4. Généralement bien réussie si la **Q3** l'est, malgré quelques erreurs de signe résiduelles.

Q5. La simplification $l_0 + h - l_0$ pose parfois problème, mais le résultat est souvent connu par cœur ; on note néanmoins une confusion entre la longueur du ressort et son allongement.

Q6. Question emblématique des lacunes en métrologie : l'application numérique est globalement correcte, mais l'estimation de l'incertitude-type relative est très rarement menée à bien. Beaucoup confondent incertitude absolue et relative, proposent des formules non homogènes, ou s'étonnent de ne pas retrouver $g = 9{,}8\ m \cdot s^{-2}$, oubliant que la planète est inconnue. Certains vont jusqu'à calculer un écart relatif par rapport à la Terre, ce qui est hors sujet. Le calcul mental lui-même est source de nombreuses erreurs.

Q7. Confusion généralisée entre longueur au repos, longueur à vide, longueur à l'équilibre et allongement.

Q8. Étonnement des solutions exponentielles réelles pour un oscillateur harmonique.

Q9. Sans difficulté.

Q10. Plutôt réussie.

Q11. à **Q13.** Questions non abordées.

Q14. Les définitions des ondes longitudinales et transversales sont très rarement exactes. On lit des phrases telles que « une onde longitudinale se propage horizontalement » ou « une onde transversale est celle dont la polarisation est perpendiculaire au plan ». Les exemples manquent de rigueur : les vagues et la houle sont souvent citées à la place d'ondes sonores et l'onde électromagnétique, exemple canonique d'onde transversale, est singulièrement absente. Pour la célérité "c_s" (**Q14b**), une proportion impressionnante de candidats l'identifie à la vitesse de la lumière dans le vide, oubliant le caractère mécanique des ondes sismiques.

Q15. et **Q16a.** Pas de difficulté.

Q16b. Rarement conduite simplement : beaucoup se lancent dans des calculs inextricables. L'identification des parties réelle et imaginaire reste fragile et le coefficient "b" est obtenu au signe près. Sur le graphe demandé à la **Q16d** "a" est souvent confondu avec la longueur d'onde et la pseudo-période spatiale "$2\pi/a$" est rarement mentionnée correctement.

Q17. Mal traitée malgré la présence de l'équation finale dans l'énoncé. Le cœur du problème réside dans la justification : le référentiel non galiléen n'est presque jamais précisé, la force d'inertie d'entraînement est ajoutée de façon ad hoc et le poids est souvent omis (parfois rayé) plutôt que compensé par la condition d'équilibre.

Q18. et **Q19.** Pas de difficulté.

Q20. Peu de bonnes réponses.

Q21. Confusions entre limite et équivalent (un équivalent ne peut pas être nul), des erreurs sur le gain en décibel, et une identification souvent incorrecte du type de filtre. La pulsation de résonance est déduite graphiquement sans calcul de dérivé et la question sur le facteur de qualité "Q" et le coefficient "α" n'est presque jamais abordée.

Q22. La loi de Laplace est parfois écrite de manière erronée (TV^γ = cste).

Q23. La capacité thermique est parfois mentionnée mais la précision « à longueur constante » est omise dans la plupart des copies. Le calcul d'intégrale donne lieu à des erreurs d'exposant et la description du protocole reste souvent peu convaincante.

PARTIE II

Q24. La réponse attendue est rarement donnée clairement. Les explications proposées sont souvent farfelues : « charge du noyau très faible », « dynamique imprévisible », « calcul casuistique », ou « des considérations calculatoires assez complexes pouvant divertir de la compréhension basique ».

Q25. Les invariances et symétries sont énoncées de manière maladroite. Le théorème de Gauss est cité correctement, mais le calcul de la charge intérieure est fréquemment faux par confusion entre charge totale et densité volumique. Si l'identification à la force électrostatique est faite, il y a confusion entre force et champ électrique.

Q26. Pas de difficulté.

Q27. à **Q30.** Pas de difficulté.

Q31. L'ordre de grandeur de la taille de l'atome est connu mais le lien avec l'uniformité du champ électrique est rarement explicité.

Q32. à **Q34.** Pas de difficulté.

Q35. à Q38. Les équations avec "k" complexe sont abordées inégalement. La séparation des parties réelle et imaginaire de la **Q35** est souvent entamée mais pas aboutie et l'exponentielle réelle de la **Q36** présente des erreurs de signe, certains laissant même une exponentielle complexe pour le champ réel. La notion de profondeur de peau (**Q37**) est connue de nom, mais la définition est rarement reformulée correctement ; on lit des confusions avec la différence de marche ou le facteur de qualité. Le développement limité de la **Q38** est peu traité et lorsqu'il l'est, il comporte des erreurs d'homogénéité ou des signes incorrects.

Q39. La vitesse de phase est très souvent confondue avec la vitesse de groupe ; même quand la formule est juste, la partie réelle de "k" n'est pas utilisée. Beaucoup affirment que le milieu n'est pas dispersif sans s'apercevoir que ε_1 dépend de ω.

Q40. à **Q41.** La définition du vecteur de Poynting est généralement sue, mais le champ magnétique réel est rarement complet (absence de la contribution en k_2) et la manipulation des complexes conduit à des expressions incorrectes. L'absorbance A (**Q41**) n'est correctement exprimée que par ceux qui ont réussi la question précédente.

Q42. Non abordée.

PARTIE III

Q43. La définition de l'état stationnaire est mal connue : les candidats se contentent d'évoquer la séparation des variables espace/temps, déjà mentionnée dans l'énoncé, sans donner la définition propre à la physique quantique. L'équation de Schrödinger dépendante du temps (**Q44**) est souvent mal transcrite, parfois avec une dérivée seconde temporelle. La résolution de l'équation indépendante du temps (**Q45-46**) est en revanche globalement bien menée, malgré quelques étourderies sur le signe du coefficient $2mE/\hbar^2$ ou l'oubli du carré dans les niveaux d'énergie, mais la stratégie est acquise.

Q47. Très rarement traitée et presque jamais juste.

Q48. Le montage est mal compris : si les faisceaux parallèles sont mentionnés, l'incidence normale est omise et l'intérêt des lentilles est mal décrit.

Q49. Le résultat est souvent donné, sans justification, sans tracé de rayons clairs et le théorème de Malus ainsi que le principe du retour inverse ne sont qu'évoqués sans être appliqués rigoureusement.

Q50. Réussie lorsque la **Q49** est correcte.

Q51. et **Q52.** Non abordées.

3/ CONCLUSION

Il convient de souligner qu'un certain nombre de copies étaient d'excellente qualité, témoignant d'une solide maîtrise du cours, d'une grande rigueur dans les raisonnements et d'une bonne capacité à mobiliser les outils mathématiques au service de la physique.
Ces candidats ont su justifier leurs démarches, proposer des applications numériques cohérentes et faire preuve d'esprit critique à l'égard des résultats obtenus.