

Composition de Physique B, Filière PC (XEULC)

Le sujet était de structure classique mobilisant plusieurs notions du programme de CPGE PC, dont la physique des champs et des ondes. Il y faisait appel tant d'un point de vue technique, que sur le sens physique. Il était abordable sans difficulté majeure pour les candidats avec un bon sens physique. Ils devaient être capables de donner du sens aux questions posées, et ainsi mobiliser avec pertinence des compétences techniques et une réflexion physique propre. D'une manière générale, un bon approfondissement des notions abordées en CPGE devait permettre de traiter ce sujet sans difficulté majeure.

Le sujet était composé de petites séries de questions. Loin de poser les difficultés d'un « problème à tiroir », cela permettait de déceler très facilement les erreurs de réponse à une question dès les suivantes. Ces liens aidaient naturellement les candidats qui saisissaient la physique du problème proposé. De plus, ces séries étant assez courtes, les candidats en difficulté pouvaient rebondir quelques questions plus loin.

Les phénomènes en jeu pouvaient s'appréhender sans trop de difficulté si les notions du programme étaient bien acquises. Par contre, le simple « sens commun » n'était d'aucune aide.

En résumé, ce sujet abordable mettait en avant les candidats avec un bon sens physique, capable de s'approprier une thématique de physique des champs et des ondes dans un contexte qui doit être assez familier à l'issue d'une CPGE PC. Il a écarté les candidats qui n'étaient pas en mesure d'investir la problématique faute d'une représentation suffisamment solide des phénomènes physiques en jeu et de structurer leur raisonnement. Pour cela, il s'est avéré bien discriminant.

La répartition des notes obtenues par les candidat(e)s français(es) est résumée dans le tableau ci-dessous:

$0 \leq N < 4$	35	2,8%
$4 \leq N < 8$	276	22,1%
$8 \leq N < 12$	480	38,43%
$12 \leq N < 16$	362	28,98%
$16 \leq N \leq 20$	96	7,69%
Total :	1249	100%
Nombre de copies :	1249	
Note moyenne :	10,68	
Ecart-type :	3,62	

Ci-dessous, nous rappelons à nouveau les points essentiels auxquels les candidats devraient porter plus d'attention lors de la rédaction de leur copie. Des commentaires linéaires pour chaque question suivent ces remarques générales.

D'une manière générale, un des objectifs des sciences physiques est de donner du sens à des phénomènes observés. Les candidats doivent donc, autant que possible, montrer qu'ils donnent du sens à ce qu'ils manipulent (expressions, approximations, concepts, valeurs numériques, courbes...) Cela nécessite une **présentation rigoureuse** et des **commentaires concis et éclairants**.

En cas de doute sur une réponse (qu'elle soit illisible ou que plusieurs réponses différentes soient proposées), les points ne peuvent être attribués. Une réponse doit être claire et unique. Si le candidat n'arrive qu'à une réponse partielle, il peut l'indiquer comme tel, la correction n'étant pas en « tout ou rien ». Les correcteurs apprécient les éléments de démarche pertinents, même s'ils ne mènent pas au résultat attendu.

Rappelons aussi cette évidence, puisqu'elle ne semble toujours pas assimilée par un nombre certain de candidats : une copie soignée où les formules obtenues sont mises en valeur (tout au moins soulignées) et avec une écriture lisible met toujours dans de meilleures dispositions le correcteur qu'une copie où la recherche de résultats s'apparente à des fouilles archéologiques sous de multiples ratures ou couches de correcteur, ou rédigées avec une écriture « en pattes de mouche ». Enfin, les candidats doivent savoir que les copies sont numérisées pour être corrigées. La numérisation est d'excellente qualité, mais elle renforcera parfois l'illisibilité notable de quelques copies. En cas de doute sur une réponse due à une écriture illisible, la juxtaposition de résultats différents ou des ratures partielles, les points ne sont pas attribués à la question.

Partie 0

Cette partie préliminaire (et indiquée comme telle) était essentiellement constituée de questions de cours, ou d'exercices d'illustration directe. Elle a été globalement très bien réussie par les candidats, tout en permettant déjà un premier filtre de ceux qui maîtrisaient insuffisamment les bases du programme.

1. et 2. Presque tous les candidats ont répondu proprement à ces questions sans difficulté majeure.

3. Les réponses étaient souvent données sans indiquer clairement les conventions de notation nécessaire au caractère algébrique des relations obtenues.

4. et 5. Presque tous les candidats ont répondu proprement à ces questions sans difficulté majeure.

Partie 1

6. Bien que de nombreux candidats aient répondu proprement à cette question, on a pu voir fréquemment des erreurs pour le calcul du champ en vitesse à l'extérieur du cylindre portant la vorticité. En effet, un raccourci rapide, montrant parfois une maîtrise trop fragile du théorème d'Ampère a fait écrire aux candidats que le contour se trouvait dans une zone où ω était nul, donc le flux était nul, imposant une vitesse du fluide nulle en dehors du cylindre de vorticité.

En aucune façon la résolution de cette question ne nécessitait de connaître l'expression du rotationnel en coordonnées cylindriques. Les candidats qui ont essayé de s'engager dans cette voie n'ont généralement pas réussi à appliquer correctement les formules.

7. Cette question sans difficulté majeure (quelques arguments d'invariances bien organisés suffisaient) a pourtant posé des problèmes à de nombreux candidats. Beaucoup se sont fourvoyés dans des explications parfois incongrues, quand elles étaient compréhensibles par le correcteur. Les réponses satisfaisantes et **concises** ont été assez rares.

8. Des vitesses sont souvent comparées uniquement en norme, mais pas en sens ni en direction. On voit aussi des comparaisons de composantes de vecteurs exprimés à l'aide de vecteurs unitaires de repères différents.

9. Près de la moitié des candidats annule complètement la vitesse d'un fluide parfait au contact d'une paroi, justifiant parfois cela par... la viscosité du fluide. Cette question a montré que la signification des conditions aux limites pour un fluide parfait n'était pas comprise, voire simplement pas apprise.

10. Cette question découlant notamment des deux précédentes, les accumulations d'erreurs étaient courantes. Il aurait cependant été possible d'utiliser cette question pour vérifier la pertinence des réponses aux précédentes. On regrette largement que des candidats ayant mal répondu à la question 9, arrivent à annuler complètement la vitesse du fluide sur la paroi avec la bonne configuration de vorticité. Il s'agit probablement de souvenir de résultats (justes) qu'on fait « coller » abusivement en noyant des erreurs de calcul plus ou moins volontaires. Ces méthodes sont évidemment à proscrire dans une copie de concours (et dans toute activité scientifique en général !)

Partie 2.

11. et 12. Presque tous les candidats ont répondu proprement à ces questions sans difficulté majeure.

13. et 14. Comme pour la majorité des applications numériques, les bonnes réponses ne sont pas majoritaires. C'est dommage, surtout quand un minimum de rigueur est suffisant pour l'obtenir. Il est particulièrement désagréable de constater, une fois de plus, que certains candidats ayant globalement bien réussi les parties calculatoires littérales du sujet s'affranchissent manifestement de façon délibérée de répondre à ces questions numériques. S'ils estiment qu'il s'agit d'une "perte de temps" sur les questions recelant des applications numériques, nous leur rappelons :

- que la physique est une science expérimentale dont les poids des phénomènes doivent être hiérarchisés pour chaque problème. Les valeurs numériques sont nécessaires dans tous les domaines de la physique, soient-elles le résultat de calculs ou de mesures ;
- en particulier, que la validité d'un modèle, posé à partir de courbes ou autres résultats expérimentaux, ne peut être vérifiée que par des comparaisons numériques.

En conséquence de quoi, le barème donne un poids relatif élevé aux questions portant des applications numériques et aux commentaires associés.

15. La majorité des candidats connaissent bien la structure des lignes de champ dipolaire, cependant les schémas propres et complets ne sont pas fréquents. On observe souvent des réponses dans lesquelles un vecteur égale un scalaire.

16. Quelques candidats, faute d'attention, ne limitent pas leur expression à la vitesse sur l'axe Ox. Ils simplifient alors souvent leur expression dans les questions suivantes.

17. La vitesse $u_{1 \rightarrow 2}$ est souvent donnée correctement, c'est moins le cas de la vitesse $u_{2 \rightarrow 1}$. Une erreur de signe est fréquente.

18., 19. Les candidats ayant avancé correctement sur les deux questions précédentes ont généralement traité ces deux-ci sans difficulté.

20. Les réponses à cette question étaient très majoritairement correctes. Certains candidats étaient troublés par la divergence de la vitesse donnée par l'expression trouvée lorsque les anneaux s'approchaient, la jugeant non physique. En effet, dans ce cas, il n'y a pas de divergence de vitesse en ce point, mais d'une manière générale, un modèle classique peut amener ces comportements (deux masses en attraction gravitationnelle dans un problème unidimensionnel, par exemple). Les limites d'un modèle ne doivent pas être proposées, car il donne un résultat étonnant, mais avant tout, par le domaine de validité des approximations qui ont permis d'établir ce modèle.

Partie 3.

21. Question sans difficulté majeure, généralement bien répondue. Des candidats oublient parfois de comparer les normes de vitesse. Un simple dessin sans explication associée n'est pas considéré comme une réponse suffisante.

22. La majorité des candidats ont répondu proprement à cette question sans difficulté majeure.

23. Des candidats (assez nombreux) proposaient des relations de dispersion (fausses) avec des amplitudes (Y, Z , ou Y_0, Z_0). Cette question et la suivante montrent que les notions de polarisation ne sont pas très bien assimilées.

24. Les réponses correctes sont rares. Peu de candidats arrivaient à obtenir une relation entre Y_0 et Z_0 pour comparer leur amplitude et leur phase. On précisera que la forme de la ligne de vorticité est une « hélice », ce que certains candidats ont bien identifié, mais ont nommé « spirale ».

25. La majorité des candidats a répondu correctement à cette question, mais les justifications étaient très rares.

Partie 4.

26. Presque tous les candidats ont répondu proprement à cette question sans difficulté majeure.

27. Réponses très souvent correctes (omission parfois d'un signe).

28. Les candidats retrouvent généralement le système d'équations (même lorsque le signe était faux à la question précédente !)

29. Le nouveau système est souvent trouvé sans difficulté. Par contre, le changement de variable est parfois laconiquement qualifié de « changement d'origine des temps » ou de « changement de référentiel ». Assez peu de candidats font le lien avec la fin de partie 1 pour identifier les contributions différentes qui sont prises en compte.

30. Les réponses sont assez souvent correctes à cette question, de nombreux candidats ayant perdu pied précédemment reprennent pour quelques questions le fil du sujet à ce niveau.

31. et 32. Réponses généralement satisfaisantes, dans la continuité de la question précédente.

33. Les graphes corrects ne sont pas fréquents, de nombreux candidats se contentant d'une vague « courbe en cloche » avec une forme et un maximum approximatif. Très peu de candidats ont correctement placé (verticalement) la tangente au départ de la courbe.

34. Question délicate accessible uniquement aux candidats ayant compris en profondeur le sujet. Les bonnes réponses sont rares.

35. Cette question, certainement la plus difficile, demandait dextérité et compréhension physique. Quelques bonnes réponses ont été données par les meilleurs candidats.