

Rapport du jury du concours PC sur l'épreuve Physique C (6h)

ENS Paris, session 2022

L'épreuve représente 41% du total d'admissibilité et 6% du total d'admission du concours option physique.

Membres du jury : Arnaud Raoux, Benoît Semin, Félix Werner

Descriptif du sujet :

Le sujet de cette session présente des effets géométriques et topologiques dans différents domaines de la physique. Il discutait en particulier les phénomènes de non-holonomie, sans que ce concept ne soit introduit explicitement.

Le sujet comportait cinq parties largement indépendantes, portant sur différents domaines de la physique : mécanique, optique, mécanique quantique, électromagnétisme et mécanique des fluides.

Commentaires sur le niveau des copies :

487 copies ont été rendues, la moyenne est de 9,18 avec un écart-type de 3,66. La note la plus haute est 20, la plus basse 2,1. Ces statistiques assurent une hiérarchie satisfaisante entre les bonnes copies ainsi qu'une harmonisation des moyennes et écart-types avec l'épreuve de chimie B.

Le nombre de copies est significativement supérieur à celui de la session 2021 (359 copies). Le jury a corrigé un plus grand nombre de copies d'un niveau faible, cependant le niveau des copies des candidats admissibles est satisfaisant et similaire à celui des années précédentes. L'épreuve a permis de classer de manière correcte les candidats, et en particulier les meilleures copies. Presque toutes les questions ont été abordées, mais aucun candidat n'a traité la totalité du sujet.

Remarques générales :

Nous énumérons ici des remarques générales sur l'épreuve et sa correction :

- De manière générale, une lecture attentive de la question et de l'énoncé en général, est indispensable pour répondre de manière satisfaisante. De nombreux candidats ne répondent qu'à une partie des sous-questions, ce qui limite le nombre de points qu'ils peuvent obtenir.
- **La justification aux réponses est un élément central de la notation.** Les réponses non justifiées aux questions simples ou dont le résultat est donné sont comptées comme fausses. De nombreux candidats ne justifient pas leur réponses, ce qui a été sanctionné.
Les justifications n'ont pas besoin d'être longues, et peuvent souvent se ramener à quelques mots pour citer une loi physique ou le résultat d'une question précédente.
Pour les questions dont le résultat est une équation, écrire les calculs intermédiaires est souvent indispensable pour justifier ce résultat. Un résultat même correct sera sanctionné en l'absence de justification.
- Les réponses incompréhensibles ou illisibles sont considérées comme fausses.

- La réponse aux questions qualitatives doit être claire et précise. Il faut citer explicitement les arguments pertinents, en nommant les lois physiques utilisées, les phénomènes physiques en jeu, etc.
- Les questions calculatoires difficiles ne sont pas les seules à être valorisées par le barème. Les questions qualitatives et les tracés de courbes le sont aussi lorsqu'elles sont difficiles et traitées par peu de candidats. Les applications numériques ont souvent été mal effectuées voire négligées. Les candidats qui les ont réussies ont été valorisés.
- Les erreurs d'inhomogénéité flagrantes sont systématiquement et sévèrement sanctionnées. Une question est considérée comme fautive dès qu'une expression est inhomogène dans le résultat ou dans un calcul intermédiaire. Les égalités entre vecteur et scalaire sont à proscrire.
- Lorsqu'une approximation doit être faite et même si elle est suggérée dans l'énoncé, il faut impérativement la justifier. Un terme est négligeable **devant un autre terme**, il n'est jamais petit en soi.

Remarques spécifiques :

- Q.1 L'application numérique a été sélective. Trop de candidats oublient de convertir les kilomètres en mètres.
- Q.2 La force de tension du fil a été fréquemment oubliée dans le bilan des forces, menant à des calculs absurdes. Ce type d'oubli est sévèrement sanctionné. De même pour les candidats assurant que l'accélération radiale est nulle.
- Q.7 Beaucoup de candidats n'ont pas trouvé la bonne expression des racines, ou ont exprimé u en effectuant des regroupements de termes faux.
- Q.9 Étant donné le contexte, il était attendu une expression simplifiée, mais allant au-delà du résultat du pendule simple. L'expression demandée devait en particulier faire apparaître $\tilde{\Omega}$.
- Q.10 L'application numérique a été sélective.
- Q.12 Beaucoup de candidats ont manqué de cohérence en arguant que la masse et la longueur du pendule étaient trop petites sans discuter l'effet des frottements (alors que sans tenir compte des frottements, l'angle de déviation ne dépend pas de m et l , comme démontré précédemment).
- Q.13 De trop nombreux candidats n'ont pas calculé correctement l'aire de la portion de sphère. Idem en Q.19.
- Q.14 La justification de l'inégalité $\theta_{in} < \theta_c$ était attendue, la simple discussion du cas limite n'était pas suffisante. De plus, le changement de signe de l'inégalité a souvent été mal justifié ($i > i_{lim}$ mais $\theta_{in} < \theta_c$).
- Q.15 Cette question a donné lieu à des calculs longs et faux chez de nombreux candidats.
- Q.16 Une erreur courante a été de ne pas prendre la bonne expression pour la vitesse de la lumière dans un milieu matériel.
- Q.23 Il fallait utiliser le fait que les ϕ_n forment une famille libre, ou l'équation (4). L'absence de justification a été sanctionnée.
- Q.25 Il fallait comprendre que les dérivées de ϕ_n étaient prises par rapport aux composantes de $\vec{\lambda}$, et non pas par rapport à x . Peu de candidats ont pensé à multiplier l'équation de Schrödinger par ϕ_p^* et intégrer sur x .
- Q.29 La constante d'intégration a été oubliée ou mal déterminée chez de nombreux candidats.

- Q.31 La deuxième sous-question n'a été traitée que par quelques copies (il fallait utiliser le fait que l'intégrale de $|\phi_\ell|^2$ est indépendante de $\vec{\lambda}$).
- Q.32 La justification de la constante d'intégration était attendue.
- Q.36 La représentation du champ de vecteur a posé problème à certains candidats. Il fallait utiliser l'équation sur le flux de \vec{B} .
- Q.38 Pour déterminer le comportement aux pôles, il fallait effectuer un développement limité, ce que très peu de candidats ont fait. Par ailleurs, de nombreux candidats n'ont pas considéré que l'angle θ en coordonnées sphériques est restreint à l'intervalle $[0; \pi]$, ce qui a été sanctionné.
- Q.44 D'après l'énoncé, il fallait considérer que la hauteur h dépendait de x et de t . La grande majorité des candidats n'a fait que redémontrer l'équation unidimensionnelle avec h constant.
- Q.46 Une justification, même brève, était attendue.
- Q.47 Cette question a été réussie par la plupart des candidats.
- Q.50 Comme le résultat était donné, il fallait le justifier de manière claire. Les changements de signe non justifiés entre deux lignes, qui permettent opportunément d'obtenir le résultat donné par l'énoncé, ne sont pas appréciés des correcteurs.
- Q.51 Il ne fallait pas oublier la solution $\omega = 0$.
- Q.56 Pour avoir l'ensemble des points, il fallait calculer correctement $\vec{\Psi}_3^* \cdot \vec{\Psi}_3$, ce qui a rarement été fait.
- Q.58 Aucun candidat n'a traité cette question avec succès.