

Physique-chimie 2

Présentation du sujet

Le sujet PSI Physique-Chimie 2 traite de divers phénomènes et modèles liés à la structure interne de la Terre.

Composé de quatre parties de physique et d'une partie de chimie, le sujet couvre différents domaines du programme de physique et de chimie en CPGE.

- Des informations sur la structure interne de la Terre issues des ondes** : l'analyse des ondes sismiques volumiques permet de mettre en évidence une structure interne en couches.
- Étude d'un modèle gravimétrique de la Terre** : confrontation entre un modèle gravimétrique de la Terre et le modèle PREM (Preliminary Reference Earth Model).
- Composition chimique de la graine** : étude de la structure du fer solide. L'objectif de cette partie consiste à démontrer que le noyau ne peut pas être constitué uniquement de fer pur.
- Aspects thermiques au sein du noyau de la Terre** : détermination de la conductivité thermique du noyau externe sous l'hypothèse de transferts thermiques purement conductifs puis étude de la croissance de la graine.
- Coefficient de partage et type de volcanisme** : après une étude du processus de cristallisation fractionnée, le sujet propose de valider cette hypothèse pour la formation des volcans de la Chaine des Puys. Un code en langage Python est fourni aux candidats qui doivent en commenter quelques lignes et exploiter les résultats du programme.

Les questions posées couvrent un large éventail de difficultés et de typologies, allant des questions proches du cours aux raisonnements simples et complexes, en passant par les questions ouvertes avec analyse de graphes provenant d'articles scientifiques. Elles permettent d'évaluer divers savoirs et savoir-faire exigibles en filière PSI, notamment en relation avec la schématisation, la représentation et l'exploitation de graphes, l'algébrisation, la rigueur de l'argumentation, la réalisation d'applications numériques, la maîtrise des ordres de grandeur et l'exercice de l'esprit critique.

Analyse globale des résultats

Contrairement à certaines années, toutes les questions ont été abordées. La division du problème en parties II à V relativement courtes a encouragé de nombreux candidats à traiter certaines d'entre-elles dans leur intégralité.

La note maximale a été approchée par au moins un candidat dans chaque section, confirmant ainsi le niveau raisonnable du sujet.

La partie I a été la mieux réussie. Elle comportait principalement des questions proches du cours et a permis à de nombreux candidats de mettre en valeur leurs connaissances et compétences. Malheureusement, les réponses ne sont pas formulées avec suffisamment de soin : justifications souvent incomplètes, utilisation de notations non définies, confusion entre composante d'un vecteur et sa norme, syntaxe des réponses et vocabulaire confus. De nombreux candidats semblent penser qu'obtenir un résultat sans soigner l'argumentation suffit à obtenir la totalité des points du barème.

Les questions non guidées sont fréquemment rédigées de manière hâtive et négligée. Dans ce sujet, il s'agit davantage de questions de synthèse que de problèmes à résoudre. Il est essentiel de citer les documents

ou les figures à partir desquels certaines informations sont extraites. Le jury attend un raisonnement structuré et une rédaction claire et détaillée. Les réponses qui fournissent des informations de manière désorganisée ne sont pas valorisées.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Communiquer est une compétence indispensable pour valoriser un raisonnement. Le jury rappelle quelques capacités associées¹ :

- présenter les étapes de sa démarche de manière synthétique, organisée et cohérente ;
- rédiger une synthèse, une analyse, une argumentation ;
- utiliser un vocabulaire scientifique précis et choisir des modes de représentation adaptés (schémas, graphes, cartes mentales, etc.).

Le jury recommande aux futurs candidats d'attacher une importance particulière aux points suivants.

- **Définition des notations** – Si une notation n'est pas introduite dans l'énoncé, il est important de la définir clairement. Souvent, un schéma bien conçu suffit à définir la plupart des grandeurs utiles.
- **Qualité des schémas et des graphes** – Des schémas mal réalisés ou des graphes négligés ne sont pas valorisés. Les graphes doivent être accompagnés des coordonnées de points remarquables.
- **Orthographe et syntaxe** – Une écriture correcte des expressions mathématiques, des grandeurs physiques et des noms de lois ou théorèmes est essentielle.
- **Argumentation** – Les candidats doivent expliquer leurs démarches et leurs raisonnements. Les suites d'équations ou de formules doivent être justifiées. L'utilisation d'expressions littérales avant l'application numérique doit être privilégiée. Il est préférable de ne pas utiliser des expressions mélangeant des éléments numériques et littéraux.
- **Honnêteté** – Quand un candidat identifie un résultat aberrant, tel qu'une erreur de signe, il est fortement déconseillé de modifier une loi de la physique pour obtenir le résultat escompté.
- **Commentaires pertinents** – Lorsqu'ils commentent un résultat ou une hypothèse, les candidats doivent s'appuyer sur des références chiffrées. Énoncer simplement qu'une grandeur est « très grande » ou « trop petite » n'est pas suffisant.

Ajoutons quelques remarques spécifiques au sujet traité afin de sensibiliser les futurs candidats aux pratiques pouvant entraîner des pénalités.

- **Q1.** et **Q2.** Les termes d'ordre 2 doivent être clairement identifiés.
- **Q5.** Les conditions d'application de la loi de Laplace doivent être rappelées.
- **Q8.** La plupart des candidats contredisent l'expression de la célérité qu'ils viennent d'établir, en affirmant que « les ondes se propagent plus vite dans les milieux denses ».
- **Q15.** La réponse doit être fondée sur des arguments convaincants. La discussion sur la cohérence de la figure 3 avec la structure interne de la Terre doit mettre en évidence les éléments les plus importants : la validation de la nature liquide du noyau externe et la confirmation de la structure en couches grâce à la discontinuité de la vitesse v_P .

¹ Programme de physique-chimie des CPGE scientifiques

- L'étude d'un modèle gravitationnel de la Terre a permis de distinguer les candidats rigoureux de ceux qui se contentent de l'à-peu-près :
 - l'analogie entre les champs électrostatique et gravitationnel est souvent incomplète ;
 - de nombreux candidats énoncent le théorème de Gauss en omettant de préciser que la surface est fermée et ne détaillent pas la signification du facteur M_{int} ;
 - les correcteurs attendent une application du théorème de Gauss argumentée et lisent le plus souvent une suite d'expressions correctes mais non justifiées ;
 - moins de 9 % des copies obtiennent au moins les trois quarts des points attribuées à la question **Q21**. La principale raison est la confusion entre la norme du champ gravitationnel et sa composante radiale. En appliquant la loi locale donnée par le sujet en **Q16**. et en exploitant la figure 4, les candidats parviennent rapidement au profil de masse volumique souhaité.
- Le bilan de la partie III concernant la composition chimique de la graine est décevant.
 - **Q23**. Seulement 10 % des candidats identifient les liaisons métalliques comme étant à l'origine de la cohésion du cristal de fer.
 - 95 % des candidats abordent la question **Q24**. et 26 % obtiennent la totalité des points du barème. Ils ne sont plus que 75 % à traiter la question **Q25**. et seulement 17 % avec succès.
 - **Q26**. Il est regrettable que plus des trois quarts des candidats n'abordent pas cette question, pourtant fortement valorisée dans le barème (8 % du total). Les correcteurs ont accepté diverses approches. Consacrer une durée raisonnable (15 à 20 minutes) à cette question, en développant un raisonnement pertinent et argumenté et en donnant les références aux documents fournis permet de se démarquer.
- La lecture des réponses à la partie IV révèle que peu de candidats maîtrisent les transferts thermiques dans un problème à géométrie sphérique. Les erreurs proviennent fréquemment de la manipulation des grandeurs algébriques et de difficultés techniques, telles que l'intégration d'une équation différentielle à variables séparables. Comme dans la partie II, le calcul du flux d'un champ vectoriel nécessite de définir clairement la surface à travers laquelle il est effectué, de l'orienter et de ne pas confondre norme et grandeur algébrique.
- La partie V, plus atypique, proposait une procédure Monte-Carlo pour valider une hypothèse du problème. Les réponses sont souvent floues et rarement contextualisées. Se limiter à quelques expressions telles que « tirage aléatoire » ou « incertitude » ne suffit pas à expliquer le principe de la méthode ni son objectif dans le contexte proposé.

Conclusion

Il est essentiel pour les futurs candidats de bien maîtriser les concepts fondamentaux et de savoir les appliquer de manière cohérente et argumentée. Nous les encourageons vivement à comprendre les principes sous-jacents des sujets étudiés, au-delà des simples formules, afin de pouvoir les appliquer correctement et dans divers contextes.

La réussite repose aussi sur une gestion efficace du temps. Il est crucial de prendre le temps nécessaire pour chaque question, afin de pouvoir répondre de manière complète et réfléchie.

De nombreux candidats se sont bien préparés, ont fait preuve de clarté et de précision dans leurs copies et ont montré leur capacité de réflexion sur les questions scientifiques proposées.

En conclusion, nous espérons que ces conseils aideront les futurs candidats à se préparer de manière efficace et à aborder les concours avec confiance. Le jury leur souhaite beaucoup de succès dans leurs études et leurs projets futurs.