

III.B - Marées océaniques

Le phénomène des marées était introduit sur la base d'arguments de mécanique du point conformes au programme. Pourtant, les définitions des référentiels de Copernic et géocentrique sont très souvent incomplètes voire totalement erronées. On peut noter une confusion quasi systématique entre le référentiel de Copernic et le référentiel héliocentrique.

L'expression de l'accélération d'entraînement dans le référentiel géocentrique ne posait pas de difficulté particulière. Elle n'est pourtant présente que dans de trop rares copies. Le référentiel d'étude n'est pratiquement jamais explicité. En conséquence, la relation fondamentale de la dynamique était très rarement écrite de manière rigoureuse afin de dégager le terme différentiel pertinent suggéré par l'énoncé.

Aucun calcul du terme de marée n'était demandé par l'énoncé. Il suffisait de placer correctement les vecteurs correspondants sur une figure. La forme du bourrelet océanique en découlait directement. Les questions suivantes, purement qualitatives, sont celles qui ont le plus de succès.

III.C - Onde de marée

Aucune difficulté particulière n'est à signaler dans ces quelques questions abordées dans une large majorité de copies.

Conseils aux candidats

Dans ce sujet dense et touffu, les conseils habituels prennent tout leur sens :

- une lecture complète et attentive de l'énoncé est nécessaire pour rechercher à la fois les hypothèses de travail et les valeurs numériques pertinentes ;
- le résultat final doit passer au crible d'un contrôle d'homogénéité dimensionnelle ;
- une définition du système thermodynamique et du référentiel d'étude en mécanique sont absolument nécessaires ;
- la falsification manifeste d'un résultat demandé par l'énoncé peut jeter le discrédit sur l'ensemble de la copie.

Physique-Chimie

Présentation du sujet

Le sujet s'articule en quatre parties indépendantes comportant elles mêmes des sous parties indépendantes.

Partie I : le mouvement rectiligne de la sonde Pioneer.

Partie II : méthode de mesure de son accélération par effet Doppler introduit par l'énoncé et analyse du signal.

Partie III : recherche de l'anomalie de l'accélération de la sonde mesurée balayant la propagation dans un plasma, sa déflection magnétique liée à sa charge électrique calculée, ainsi que le rayonnement qu'elle émet.

Partie IV : études des particularités de l'eau des ses origines structures aux conséquences macroscopiques telles que sa masse volumique, ses températures de changement d'état ainsi que quelques propriétés de solvant.

Analyse globale des résultats

L'ensemble des parties a été abordé de manière inhomogène avec une réussite moyenne d'environ 28% en physique et 20% en chimie. La faiblesse de la réussite en chimie s'explique par le manque de précision dans les réponses et de lourdes fautes concernant la géométrie, pourtant simple. La rédaction souhaitée par le jury n'est pas nécessairement très détaillée mais doit être précise et les résultats toujours justifiés sur la bases des mots clefs et théorèmes au programme. Comme les années passées les commentaires précis ne sont validés que si les applications numériques sont correctes et basées sur des démonstrations exactes des relations. Ainsi les candidats qui traitent complètement de manière pertinente une partie sont grandement récompensés, s'ils font preuve de qualités techniques initiales jusqu'à la rigueur dans les interprétations. Compte tenu de la grande diversité des thèmes abordés, une très bonne note signe une bonne compréhension et maîtrise de l'ensemble des points abordés et une bonne maîtrise des techniques mathématiques utiles à la résolution complète de chaque sous partie.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Physique

Partie I - Mouvement de la sonde

Bien réussie, l'expression de l'énergie potentielle devait être déduite et non simplement posée. Les applications numériques ici délicates ont été valorisées.

Partie II - Mesure de l'accélération de la sonde

A/E : les raisonnements géométriques faux conduisant à des résultats exacts au premier ordre n'ont pas été validés, et par conséquent les applications numériques et commentaires sur le décalage vers le rouge non plus.

F/H : l'introduction des accélérations ainsi que leurs signes a souvent posé problème. Une bonne compréhension de cette partie a été appréciée du jury, surtout si elle aboutie sur des commentaires chiffrés en écarts relatifs.

I : La mise en forme adéquate est souvent proposée. L'exploitation électrique à l'initiative du candidat, avec une grande latitude de tolérance de la part du jury, est moins bien réussie : certains candidats semblent ignorer l'existence de multiplieurs, de passe-bas, de fréquence-mètres ou de dérivateurs.

Partie III - Recherche des causes de l'anomalie

A-1/4 : partie dans l'ensemble est bien traitée.

La justification de la neutralité du plasma est apparue difficile (utilisation de l'équation de Maxwell-Gauss) mais non bloquante.

La conservation de la charge qui conduit la densité de charge à suivre une exponentielle décroissante n'est valable qu'avec une conductivité réelle positive. L'établissement de la relation de dispersion est généralement bien faite, mais une erreur de signe dans le vecteur densité de courant corrigée par une deuxième erreur de signe d'analyse vectorielle invalide la démonstration.

III-A-5/6- Des confusions entre atténuation et dispersion, mais les critères de « propagation sans atténuation » sont souvent connus. Le faible écart relatif de vitesse de phase pouvait être évalué rapidement par un développement au premier ordre.

III-A-7- Une bonne compréhension de cette question a été grandement valorisée ; de nombreuses fautes d'homogénéité dans cette question.

III – B-1- La définition du coefficient de proportionnalité entre Q et V a bien été extrapolée par les candidats, mais toute méthode faisant intervenir une charge volumique de la boule pour le calculer est rejetée, ainsi qu'un résultat posé non justifié. Poser sans explication $v = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ n'a pas de sens.

Potentiel au centre, théorème de Gauss, cas limite d'une capacité de condensateur sphérique ont été validés.

2/3- Très peu de candidats ont mené correctement un simple raisonnement énergétique.

4- Plusieurs méthodes vectorielles pouvaient aboutir sans trop de calculs. De nombreux candidats se sont perdus dans leur propre méthode.

C- L'esprit de la conservation de la quantité de mouvement est souvent compris, mais sa mise en œuvre devient fausse si elle n'est pas vectorielle.

A contrario, bien posée, N bien introduit et applications numériques ont bien rapporté aux plus rigoureux.

D- Tenter de répondre à ces questions après avoir déserté les parties précédentes qui la justifie est vain, mais constitue un bonus pour les plus valeureux.

Chimie

Partie IV - Les anomalies de l'eau

A-2- Étonnamment très peu réussie : simple proportionnalité.

A-3/4- Seule la définition du moment dipolaire électrostatique de MPSI a été admise pour le dipôle ; il ne peut être obtenu que par une géométrie correcte, à condition que la structure de Lewis soit bonne.

B-1- Il faut connaître la surface d'une sphère et savoir estimer un ordre de grandeur. Certains ont estimé le volume des océans à 70 % du volume de la Terre, d'autres proposent une profondeur moyenne des océans de 1000 km.

B-2- « même couche de valence », « même structure superficielle » ont été acceptés.

B-4- Faire référence ici à une interaction électrostatique.

B-5- Attention à effectuer des comparaisons de grandeurs de même unité. Le commentaire demandé est un raisonnement logique sur la comparaison des énergies.

C-1- L'utilisation de la formule de Clapeyron manque de rigueur : qui est « 1 », qui est « 2 » ; l'argumentation doit être complète en considérant l'ensemble des signes ; le discours n'est pas toujours cohérent avec les grandeurs, en identifiant « plus dense » à « volume massique plus grand » : le jury lit tout ce que le candidat écrit.

C-2- Une erreur sur la multiplicité est fatale.

La surface d'un losange pose problème à de nombreux candidats. Une compacité ne peut excéder 1.

C-4- Le « b » est naturellement une application directe du « a ».

D- Des confusions entre adiabatique et isotherme. Dire simplement que s'il n'y a pas d'échange de chaleur implique l'adiabaticité est un rappel de définition mais n'est pas une justification.

La démarche complète utilisant les propriétés de l'enthalpie pour une monobare a été valorisée.

IV-E- Beaucoup d'erreurs dues à une mauvaise définition des K_A .

L'absence de c_0 , pourtant demandé, dans l'expression des α , a été considérée comme une faute d'homogénéité.

La lecture des diagrammes est souvent bien faite mais la valeur du pH jamais justifiée.

IV-E-9- Au candidat de discerner le niveau de la réponse attendue, un calcul lourd de constante de réaction n'est pas utile : cela justifie, mais fait perdre du temps.

Conclusion

Certes ce type d'épreuve nécessite de la rapidité, mais elle se situe dans la compréhension et non dans la rédaction de dizaines de pages de correction stériles : le jury est régulièrement surpris par des copies extrêmes ; certaines proposent 10 copies doubles de rédaction abordant l'ensemble du problème avec une réussite globale inférieure à 10 % du sujet, tandis que d'autres ne proposent que 2 copies avec une réussite globale de 40 % du sujet.

Le candidat doit passer beaucoup de temps à comprendre l'énoncé c'est-à-dire le cadre d'hypothèses et les ordres de grandeur, beaucoup de temps à réfléchir aux lois physiques les plus appropriées et les plus efficaces ; la rédaction de chaque réponse est alors brève, adaptée au niveau de la question, identifiée par le candidat dans le contexte, et elle est alors précise avec le vocabulaire scientifique du domaine. Le candidat doit faire preuve d'une grande maîtrise lorsque des notions différentes se succèdent très rapidement au fil des questions. Dans ce sens, le bachotage et la connaissance d'un simple formulaire est désastreux, car la difficulté consiste à reconnaître vite la configuration d'application des théorèmes et des lois de la nature et nécessite donc leur maîtrise profonde et non superficielle. Les deux années de CPGE constituent un apprentissage scientifique. Un bon apprenti vient certes avec les outils usuels, ici les lois au programme, mais surtout il doit savoir les utiliser vite et ce pour effectuer une tâche précise.

Sciences industrielles

Présentation du sujet

Le système d'analyse sanguine ADVIA WorkCell®, développé par BAYER-SIEMENS DIAGNOSTICS, a servi de support à l'épreuve de S2I filière MP / 2010.

Le laboratoire dans lequel il est implanté assure quotidiennement 500 analyses sanguines de tout type avec une capacité maximale de 2000 analyses.

Le module automatisé de stockage et de gestion des tubes dispose d'un bras automatisé dont la fonction est de déplacer les tubes de sang entre la zone de stockage et un convoyeur à recirculation permettant l'accès aux différents postes. Sa fiabilité est impérative pour les besoins du laboratoire car le maintien de la qualité des analyses sanguines interdit toute pollution de la zone de stockage : toute projection de sang conduirait à l'annulation de tous les tests en cours, la destruction de l'ensemble des échantillons et un nettoyage complet.

Le sujet a porté plus particulièrement sur les deux fonctions suivantes du bras :

- éviter toute projection de sang lors des transferts des tubes ;
- éviter leur renversement lors de leur placement dans la zone de stockage.

L'objectif du sujet était de valider les compromis effectués par les concepteurs pour concilier les impératifs de respect de l'hygiène et de rapidité des tests. Pour cela les objectifs intermédiaires suivants étaient proposés :

- analyser et justifier, vis-à-vis des critères de respect de l'hygiène de la zone de stockage, les performances de la commande d'axe du bras à trois degrés de liberté dédié au transfert des tubes de sang ;
- vérifier qu'une commande séquentielle des trois actionneurs évite le risque de débordement du sang mis en évidence dans la partie précédente ;
- vérifier les performances du bras au regard des spécifications du cahier des charges en terme de stabilité, précision et rapidité pour conclure à la nécessité d'un asservissement en position ;
- synthétiser les paramètres du correcteur à implanter afin d'éviter le renversement d'un tube lors de sa mise en place dans la zone de stockage.

Pour finir il était demandé d'effectuer une synthèse de la démarche mise en œuvre dans le sujet pour répondre à la problématique de départ.

Le sujet s'appuyait sur une démarche cohérente partant de l'appropriation des données du cahier des charges client, la mise en place de modélisations, la validation des modèles et des études de solutions pour finalement revenir à la validation des performances au regard des impératifs clients.