

Physique-chimie 2

Présentation du sujet

L'épreuve de Physique-Chimie 2 rassemble quelques problématiques physico-chimiques sur le thème de la santé humaine.

La partie I, consacrée à divers outils d'un cabinet dentaire, permet la mise en pratique :

- de notions de chimie en solution aqueuse pour l'opération de blanchiment des dents ;
- de compétences relatives à la thermodynamique des systèmes diphasés et à la transmission par ondes électromagnétiques wifi pour la stérilisation des instruments ;
- de connaissances de mécanique du solide en rotation autour d'un axe fixe lors de l'étude d'une fraise actionnée par une turbine à air comprimé.

La partie II est consacrée au cœur en tant que pompe responsable de l'écoulement visqueux sanguin et à l'activité électrique qui permet la surveillance de son fonctionnement par l'enregistrement d'ECG. L'activité électrique, modélisée par un dipôle variable, est l'occasion de restituer, dans un premier temps, des connaissances élémentaires sur le champ et le potentiel électrostatique de la charge ponctuelle, pour passer ensuite au doublet puis au modèle dipolaire, dont le potentiel électrostatique est fourni puisqu'il ne figure pas au programme officiel de la classe de TSI. L'étude de la circulation sanguine est l'occasion d'interroger sur l'ordre de grandeur du travail quotidien de la « pompe » cardiaque, sur le caractère non-newtonien du sang dans une grande partie du système vasculaire et sur le principe d'une méthode d'évaluation de la viscosité dynamique d'un fluide (viscosimètre de Couette).

Ce sujet balaie donc un champ particulièrement large et diversifié du programme de physique-chimie de TSI, et l'indépendance de ses différentes sous-parties aura certainement permis aux candidats de bénéficier d'impulsions nouvelles lors de la composition.

Analyse globale des résultats

La chimie (partie I.A) a initié le tri des candidats sur les quatre premières questions puisque certains ne font pas la différence entre réaction et demi-réaction redox ou éprouvent les plus grandes difficultés à équilibrer une équation-bilan. Signalons à cette occasion qu'une erreur d'écriture de l'espèce HO_2^- (retranscrite H_2O^- dans le tableau des données annexes) n'a perturbé qu'une fraction infime des candidats dont les propositions d'équations-bilan erronées ont alors été évaluées avec indulgence.

La partie I.B a révélé des lacunes –très largement partagées– sur les points suivants :

- confusion entre diagrammes (p, T) et (p, v) ;
- incapacité à traiter un mélange air-vapeur d'eau ;
- difficulté à développer une rédaction convaincante (test de Bowie et Dick) ;
- perte du caractère vectoriel du vecteur de Poynting par l'opération moyenne temporelle ;
- ignorance de la relation entre vecteur de Poynting et puissance transférée à travers une surface.

En mécanique, le théorème du moment cinétique scalaire a été plutôt bien appliqué dans l'ensemble, mais l'utilisation de la notation complexe pour les fluctuations sinusoïdales de vitesse angulaire relative n'est maîtrisée que dans les meilleures copies.

Plus inattendu, nous avons été très défavorablement surpris par la méconnaissance générale des expressions littérales du champ et du potentiel créés par une charge ponctuelle, ainsi que de la définition des lignes de champ et des surfaces équipotentielles. Autre sujet d'étonnement : la définition du caractère non-newtonien d'un fluide (explicitement au programme officiel de ces classes) est également inconnue de la quasi-totalité des candidats qui inventent donc une définition flirtant généralement avec le modèle du fluide parfait.

Cette épreuve s'est donc révélée très classante : les meilleures copies sont naturellement celles qui évitent un maximum des écueils précédemment cités et trop fréquemment observés.

Rappelons également ici que tout ce qui nuit gravement à la lecture, l'identification et la compréhension des réponses apportées par les candidats est désormais sanctionné par différents niveaux de malus. Cela concerne un peu moins de 5 % des copies.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Dans l'ordre des questions, les erreurs fréquemment observées :

Partie I.A : Produit de blanchiment pour les dents

Q 2. Très peu de candidats semblent savoir que la réaction thermodynamiquement favorisée correspond à l'action de l'oxydant le plus fort sur le réducteur le plus fort. L'utilisation d'un tracé de gamma n'est qu'une représentation graphique de cette règle.

Q 3. Avec un minimum de bon sens, les candidats devraient s'interdire de répondre que H_2O est l'agent blanchissant.

Q 4. La maîtrise du tableau d'avancement et de la constante d'équilibre a nettement discriminé les bonnes copies.

Q 5. Le calcul cohérent du pH a été très rare.

Partie I.B : Utilisation d'un autoclave

Q 7. Confusions très fréquentes entre les coordonnées (p, T, v) et les diagrammes associés.

Q 8. La vapeur saturante est simplement l'état vapeur en équilibre thermodynamique avec la phase liquide. Une majorité de copies décrivent le cas limite de la vapeur « saturante sèche ». Ce qui porte à croire que la confusion est partagée par certains enseignants.

Q 9. Les bonnes copies se distinguent par une utilisation correcte du modèle d'une transformation isochore et des pressions partielles dans la phase vapeur.

Q 11. Une soupape réglée pour une différence de pression plus élevée n'entraîne pas raisonnablement une explosion de l'auto-cuiseur !

Q 14. On attend un rappel de l'explication du principe du test. Affirmer la réussite ou l'échec d'un test est insuffisant.

Q 16. Les équations de Maxwell sorties des calculettes ont beaucoup de mal à restituer proprement les grandeurs vectorielles.

Q 20. Pour plus de 90 % des candidats ayant traité cette question, la moyenne temporelle d'un vecteur devient étrangement scalaire.

Q 21. Le vecteur de Poynting trouve principalement son intérêt lors de l'estimation d'une puissance électromagnétique traversant une surface. Il est bien dommage que seule une petite minorité d'étudiants soit capable de le mettre en pratique.

Partie I.C : Instrumentation rotative

Q 24. Inattention lors de la mise en forme de l'équation différentielle : la division par J a souvent été ignorée d'un côté de l'équation, ruinant ainsi la suite de la question et la suivante. Les candidats doivent faire preuve de plus d'attention lors de ces phases de calcul littéral et porter un regard critique (homogénéité) sur leurs expressions.

Q 27. Très peu de copies démontrent une maîtrise des grandeurs complexes pour l'obtention d'une amplitude et d'un déphasage

Partie II.A : Activité électrique du cœur

Q 32. « Donner » n'est pas synonyme de « Démontrer » ou « Établir ». La connaissance du champ électrostatique créé par une charge ponctuelle fait partie des notions et capacités exigibles au programme de TSI. La démonstration par le théorème de Gauss ne faisait donc l'objet d'aucune rétribution supplémentaire.

Q 33. Dans l'ignorance des définitions de base des lignes de champ et surface équipotentielle, pléthore de candidats choisissent l'écriture d'invention. Ajoutons qu'une ligne de champ est orientée et donc que la tangence au champ n'est pas suffisante.

Partie II.B : Écoulement sanguin et cœur

Q 44. L'expression d'un bilan énergétique de type « Bernoulli généralisé » a été très rare.

Q 47. Quasiment aucun candidat ne propose la bonne définition d'un fluide newtonien.

Q 48. Les arguments d'invariance sont confondus avec des arguments de symétries planes et l'utilisation de l'analogie électromagnétique conduit à oublier de revenir au champ des vecteurs-vitesse.

Q 50. Ce sont les composantes de vitesse *relative* aux parois qui sont nulles aux interfaces. Confusion également fréquente entre vitesse angulaire et vitesse linéaire.

Q 51. Expressions littérales à simplifier au maximum. Il ne faut pas se contenter d'une présentation de fractions à plusieurs niveaux.

Q 53. La répartition des contraintes se fait sur une surface à distance R_1 de l'axe. Comment peut-on alors proposer des moments de forces élémentaires de type $d\Gamma = dF \cdot dr$?

Conclusion

Lors de la correction de cette épreuve, nous avons constaté moins de copies quasi vides que lors des sessions précédentes et moins de résultats numériques sans unités par exemple. Mais les très bonnes copies restent rares. Un effort supplémentaire de réflexion est attendu pour améliorer la pertinence des commentaires : ils restent souvent vagues et confus, ou se bornent à des affirmations péremptoires et excessives. Une lecture plus attentive des énoncés de questions éviterait également les réponses hors-sujet.

Nous attirons par ailleurs l'attention des futurs candidats sur les exigences de lisibilité et d'intelligibilité. Les mises en garde du rapport de la session précédente n'ont pas suffi : nous avons toujours autant de copies difficiles à déchiffrer ou à l'expression française défailante.

Enfin, sur le fond, les notions de base d'électrostatique et de thermodynamique sont nettement à consolider.

Nous sommes convaincus que les commentaires de ce rapport d'épreuve (détaillés et spécifiques à ce sujet Physique-Chimie 2 mais souvent généralisables) avantageront ceux qui feront cet effort de lecture attentive.