

Physique-chimie 2

Présentation du sujet

Le sujet de cette épreuve s'articule autour du dioxygène, en trois parties indépendantes :

- ressources et production du dioxygène, partie physico-chimique ;
- conditionnement d'air dans la cabine d'un avion ;
- mesure de la fraction molaire de dioxygène dans un mélange gazeux par deux dispositifs (analyseur électrochimique et sonde paramagnétique).

Les compétences évaluées dans ce sujet sont diverses, complètes et de difficultés différentes et graduées : questions proches du cours, raisonnements simples, raisonnements plus complexes, exploitation de graphe, analyse d'un dispositif de module électronique à plusieurs blocs, analyse de documents, synthèse d'un dispositif de mesure. La plupart des savoir-faire exigibles en filière PSI doivent être mis en œuvre : schématisation, algébrisation, application numérique, esprit critique, etc.

Analyse globale des résultats

Toutes les questions du sujet, de longueur raisonnable, ont été abordées par les candidats.

La très grande majorité des candidats rencontre des difficultés à récupérer la plupart des points associés aux questions simples. Les raisons principales sont les suivantes :

- rédaction confuse, incomplète voire inexistante ;
- un nombre important de candidats ne maîtrise pas des notions de cours de base ;
- la manipulation des champs vectoriels est de plus en plus problématique ;
- l'absence de contrôle des résultats et la non utilisation du sens critique.

Les nombreuses questions de cours (restitution ou application directe du cours comme la pression d'une atmosphère isotherme, les questions de thermodynamique chimique ou le montage intégrateur à ALI) ont été traitées de manière inégale par les candidats. La rédaction incomplète ou imprécise a empêché une grande partie des candidats d'obtenir l'intégralité des points sur ces questions.

Les applications numériques constituaient plus de 20 % du barème. Prendre le temps de les effectuer de manière soignée permet d'assurer une note correcte. Les candidats doivent réfléchir au nombre de chiffres significatifs et exercer leur sens critique pour déceler soit une erreur de frappe sur la calculatrice, soit une erreur dans l'expression littérale associée. Une température de -6×10^4 K, une pression partielle en dioxygène de plus de 1 bar à 11 km d'altitude ou une pression $p = 75292,33$ Pa devraient alerter les candidats.

Les meilleurs candidats ont répondu à une grande partie des questions proposées. Ces candidats se sont distingués, en particulier, grâce à la compréhension du fonctionnement de la sonde paramagnétique.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Les correcteurs ont constaté une dégradation dans la qualité des copies. Les réponses illisibles (ratures, écriture très peu soignée) ne sont pas lues et le jury sanctionne également :

- les rédactions confuses et non respectueuses du lecteur ;
- les abréviations (PFS, PFD, LDN, BAME, PFSF, RFSF...) qui doivent être bannies des copies ;
- les réponses qui débutent par « Oui... », « Non... » ou « Car... » ;
- les candidats qui se contentent d'aligner des équations sans explication. Par exemple, la réponse à la question 4 ne peut débuter par un laconique « On a $dp = -\rho g dz$ ».

À contrario, les candidats qui rédigent de manière rigoureuse, concise et complète, qui maîtrisent les capacités exigibles du programme officiel obtiennent un nombre de points important sans forcément aborder les questions les plus délicates du sujet.

Les correcteurs conseillent aux futurs candidats :

- d'écrire avec une encre foncée ;
- d'éviter l'effaceur et surtout de ne pas réécrire dessus si l'encre bave ;
- de mettre en évidence les résultats importants (en soulignant ou encadrant) ;
- d'employer un vocabulaire précis et adapté.

Ajoutons que :

- toute grandeur introduite non définie par l'énoncé doit l'être par le candidat. Une loi des noeuds ne peut pas être comprise si les courants concernés ne sont pas définis. On ne peut donner la caractéristique $i = f(u)$ d'une diode sans définir i et u à l'aide d'un schéma ;
- les candidats, après deux années de classes préparatoires, doivent faire la distinction entre un vecteur et un scalaire. Le jury a lu trop d'égalités entre un scalaire et un vecteur, de projection de $\overrightarrow{\text{grad}}(p) = \rho \vec{g}$ en $\text{grad}(p) = -\rho g$ ou des $\text{grad}(H^2) > 0$.

I L'oxygène : ressources, production

Q3. La stœchiométrie des oxydes est le plus souvent fantaisiste. Le lien avec des nombres d'oxydation d'éléments communs vus en cours (Fe^{2+} , Fe^{3+} ...) n'est pas fait. De nombreux candidats ne répondent pas à cette question quand d'autres proposent des composés ne comportant pas d'atome d'oxygène.

Q5. Les candidats doivent réfléchir au nombre de chiffres significatifs.

Q6. De nombreux commentaires confus ou absurdes. Les correcteurs ont souvent lu « il est beaucoup plus avantageux de transporter le dioxygène sous forme gazeuse à 200 bar car il est beaucoup moins lourd que sous forme liquide ».

Q8. Souvent, les relations données mélangent sans cohérence les grandeurs infinitésimales et finies.

Q10. La comparaison entre la constante d'équilibre et le quotient réactionnel est la méthode quantitative permettant de conclure quant au sens de l'avancement d'une réaction.

Q11. Nombreuses confusions avec le principe du calcul d'une température de flamme.

II Pressurisation et conditionnement d'air dans la cabine d'un avion

Q13. La prise en compte de la baisse de la température avec l'altitude ne consiste pas à utiliser une température variable dans l'expression du champ de pression isotherme trouvé en question 4. De plus, un gradient de température de $-6,5 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{km}^{-1}$ n'est pas égal à $-279,5 \text{ K}\cdot\text{km}^{-1}$!

Q16. L'emploi de la loi de Laplace doit être justifiée en précisant ses conditions d'application.

Q17. Cours souvent non connu ou réponse trop souvent incomplète.

III Analyseurs d'oxygène

Q21. Peu de demi-équations électroniques correctes, car les couples redox ont mal été identifiés ou par étourderie : O_2^- n'est pas O^{2-} . De plus, il serait bon de rappeler la nature des réactions à la cathode et à l'anode.

Q22. Très peu de formules de Nernst correctement écrites : oubli du nombre d'électrons mis en jeu, confusion entre l'oxydant et le réducteur, formules différentes à l'anode et à la cathode alors que les couples mis en jeu sont les mêmes, etc.

Q28. Comparer un vecteur à 0 ($\overrightarrow{\text{grad}}(H^2) > 0$, par exemple) n'a aucun sens, écrire que la norme d'un vecteur est négative non plus.

Q29. « $\chi(N_2)$ faible » n'a pas de sens. Le jury attendait une comparaison des valeurs absolues des susceptibilités magnétiques du diazote et du dioxygène avant de conclure.

Q32. Ce n'est pas le mouvement du dioxygène qui provoque la rotation de l'haltère pas plus que la résultante des forces magnétiques s'exerçant sur le diazote. La pression du gaz entourant les deux boules de l'haltère étant inhomogène, chacune de ces boules subit des forces pressantes dont la résultante est non nulle.

Q35. « y dépend de x » n'est pas équivalent à « y est proportionnel à x ». Par conséquent, seuls les candidats qui ont justifié rigoureusement la proportionnalité entre le courant et la concentration en dioxygène ont obtenu les points.

Q36. La caractéristique d'un dipôle doit être associée à un schéma définissant courant et tension.

Q37. Trop d'erreurs pour une question aussi simple. La sensibilité, dont l'énoncé donne la définition, n'est pas adimensionnée. Omettre l'unité dans l'application numérique est sanctionné.

Q40. Cette question aurait dû rapporter l'intégralité des points à la majorité des candidats, qui ont quasiment tous reconnu un montage intégrateur. La rédaction n'a pas été à la hauteur des exigences. La détermination de la relation entrée-sortie de l'intégrateur doit être soignée : les conditions de fonctionnement linéaire du montage, la continuité de la tension de sortie doivent, en particulier, être rappelées.

Q45. Le tracé d'un faisceau, plutôt que d'un seul rayon, rend la figure plus convaincante. La rotation des miroirs entre les deux états demandés est plus que souhaitée.

Q46. Tout l'intérêt du dispositif tenait à l'extraordinaire sensibilité du système aux faibles surpressions provoquées par l'accumulation du dioxygène. De rares candidats ont réussi à faire la synthèse du fonctionnement de la sonde.

Conclusion

Parmi les compétences que doivent développer les étudiants en classes préparatoires figure « communiquer, à l'écrit comme à l'oral ». Que les futurs candidats ne négligent pas ce savoir-faire, indispensable dans une copie de concours, quelle que soit la matière. Dans une épreuve de physique-chimie, un candidat ne peut se contenter de répondre par des formules, des réponses non rédigées et des résultats non commentés. L'argumentation est attendue et son absence est sanctionnée.

De plus, les candidats ne peuvent accomplir une prestation satisfaisante avec des connaissances très superficielles ou parcellaires et sans maîtriser des outils mathématiques de base. Les meilleures copies récompensent un travail régulier tout au long des deux années de préparation ainsi que la prise en compte

des conseils des enseignants concernant la rédaction, le contrôle des résultats et bien sûr l'acquisition des notions principales du programme.