

Physique-chimie 2

Présentation du sujet

Le sujet PSI Physique-Chimie 2 propose aux candidats une étude simplifiée du vol d'un Airbus A320. Le sujet, comportant deux parties de physique et deux de chimie, aborde des domaines variés du programme de physique et de chimie de CPGE.

- *L'Airbus A320 en vol* (éléments de description d'une aile, rôle des ailes et vol plané) : étude de la portance, de la trainée, du risque de décrochage pour terminer sur la finesse de l'avion.
- *Turboréacteur double corps, avec soufflante, à flux séparés* : étude de l'évolution d'un fluide en écoulement dans un turboréacteur et notamment calcul de la poussée et de la poussée spécifique.
- *NO_x et production de gaz à effet de serre* : thermodynamique des réactions chimiques, cinétique de la production de dioxyde d'azote, schéma de Lewis du dioxyde d'azote.
- *Aluminium et alliage 2024* : diagramme binaire liquide-solide d'un mélange aluminium-cuivre, étude de la corrosion de l'alliage.

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 graphes.

La plupart des savoir-faire exigibles en filière PSI doivent être mis en œuvre : schématisation, algébrisation, application numérique, rigueur de l'argumentation, esprit critique, limites d'un modèle.

Analyse globale des résultats

Les parties I et II (56 % des points du barème) nécessitaient une durée d'appropriation indispensable à la mise en place du raisonnement et les candidats s'y sont investis. En moyenne, ils récupèrent 63 % des points sur ces deux parties.

La plupart des candidats ont abordé les quatre parties du problème. Le barème a valorisé ceux qui argumentent au détriment de ceux qui survolent les questions pour en traiter davantage. Le jury regrette la stratégie de grappillage de points de certains candidats souvent accompagnée d'une rédaction indigente. Certaines questions s'enchaînaient dans les deux premières parties ; les candidats qui y ont consacré une durée minimale en rédigeant avec précision ont été récompensés de leur choix.

Plus de 80 % des points du barème étaient affectés à des *questions de cours* ou d'*application directe du cours*, aux *applications numériques*, nombreuses dans ce sujet et qu'il ne fallait pas négliger, et enfin aux *raisonnements simples* et *commentaires simples*.

Les nombreuses questions de cours ont été traitées de manière inégale. Seuls les candidats rédigeant de manière complète et précise obtiennent l'intégralité des points sur ces questions. Les correcteurs constatent qu'une majorité des candidats rencontre des difficultés à récupérer les points associés aux questions simples.

Répondre à la totalité de certaines parties n'était pas insurmontable. Les quatre parties ont été presque intégralement résolues dans certaines copies et des candidats ont quasiment obtenu la note maximale dans les parties I et II pourtant plus délicates que les deux autres.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Les correcteurs attendent des copies respectueuses du lecteur : lisibles, sans rature et rédigées de manière compréhensible. Un mot ou une phrase barrée proprement n'est pas sanctionné à condition que le candidat ne récrive pas par-dessus.

Le jury conseille aux futurs candidats de travailler les points suivants.

- *Ne pas utiliser d'abréviations* ou de raccourcis (PFD, BAME, « par Laplace »...).
- *Définir toutes les grandeurs* nécessaires à la rédaction, non introduites par l'énoncé. En chimie, ne pas employer h (respectivement ω) à la place de l'activité de l'ion H_3O^+ (respectivement OH^-) sans avoir défini cette notation.
- *Utiliser un vocabulaire précis* ne laissant aucun doute sur la compréhension des phénomènes et sur la validité de la réponse. Quelques exemples : une différence entre deux grandeurs n'est pas toujours une variation ; « vitesse constante » n'est pas équivalent à « en équilibre » même si ça se traduit par une accélération nulle, un potentiel électrique n'est pas une tension.
- *Utiliser les notations conventionnelles*. L'enthalpie standard de réaction se note $\Delta_r H^\circ$ et non $\Delta_r H$, un potentiel standard redox E° et non E .
- *Éclairer le raisonnement* par un **schéma**, par un **tableau d'avancement** plutôt que de rédiger un long discours.

Les correcteurs sanctionnent, en particulier :

- les réponses incomplètes ou contradictoires ;
- l'absence de rédaction. Une copie de concours ne peut être une suite d'équations ou de formules lâchées sans argumentation. Les lois ou théorèmes utilisés doivent être cités et les conditions d'application rappelées ;
- l'absence de rigueur (égalités entre un vecteur et un scalaire, application numérique sans unité, schéma non légendé) ;
- l'utilisation de notations incorrectes.

Les applications numériques constituaient plus du quart 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. Dans la partie I, de nombreuses applications numériques nécessitaient d'extraire des valeurs des coefficients C_x et C_y . Ces coefficients ne pouvant être déterminés avec plus de deux chiffres significatifs, donner un résultat numérique de la vitesse de croisière ou de la poussée avec trois ou quatre chiffres significatifs n'est pas raisonnable.

Les résultats littéraux doivent, au préalable, être contrôlés en analysant l'homogénéité et la pertinence des paramètres.

I L'Airbus A320 en vol

Q2. La totalité des points a été attribuée aux candidats qui ont rédigé correctement (système étudié, référentiel d'étude, théorème utilisé), qui ont correctement projeté l'expression vectorielle et qui n'ont pas oublié qu'un avion a deux ailes.

Q3. Les candidats doivent prendre le temps d'extraire de la figure 2 les valeurs des coefficients C_x et C_y en utilisant une règle et en étant attentifs aux échelles en abscisse et ordonnée. Une simple lecture « à la volée » n'est pas acceptable.

Q4 – Q6, Q10, Q11, Q16. Questions qualitatives valorisées dans le barème (un tiers de la partie I). Le jury attend des réponses concises, précises et qui font référence aux documents fournis s'ils sont utilisés. Une réponse floue ou présentant deux arguments contradictoires n'est pas recevable. Il en est de même d'une réponse avec un argument correct et un autre faux ou hors sujet. Ce n'est pas au correcteur de choisir parmi une liste proposée par le candidat.

Q12. Un schéma était indispensable pour répondre à la question. Une démonstration est attendue pour espérer obtenir les points. Des candidats ont répondu en deux lignes grâce à un schéma bien tracé, mettant en évidence deux triangles rectangles semblables. L'un permettait de relier la tangente d'un angle au rapport C_y/C_x et l'autre de relier cette même tangente à la finesse de l'avion.

Q13. Retracer l'allure de la polaire de type Eiffel de la figure 6 puis la compléter permet de répondre plus rapidement que par une longue explication.

Q14, Q15. Les coordonnées du point de la polaire associé à la finesse maximale devaient être écrits pour obtenir les points.

II Turboréacteur double corps

Q17. Question classique pour laquelle le jury attend une rédaction soignée : équation de réaction bien écrite, tableau d'avancement construit, justification de $\Delta H = 0$ pour le milieu réactionnel et expression littérale correcte de la capacité thermique du système en fin de réaction. La valeur de l'élévation maximale de température ne peut être donnée avec quatre chiffres significatifs au regard des approximations effectuées. 2476 K doit donc être écrit $2,5 \times 10^3$ K.

Q18. *Toutes* les conditions d'application de la loi de Laplace doivent être rédigées.

III NO_x et production de gaz à effet de serre

Q29. Un tableau d'avancement bien construit à partir de quantités initiales identifiées en diazote et dioxygène aurait évité des erreurs ou des réponses injustifiées. Trop de candidats confondent les fractions molaires en diazote et dioxygène en début de réaction (respectivement égales à 0,8 et 0,2) avec celles à l'équilibre. On pouvait faire l'hypothèse de telles valeurs à condition d'avoir calculé au préalable la constante d'équilibre et d'avoir prédit un faible avancement. Une validation à posteriori de cette hypothèse est appréciée.

Q30. Donner le signe de l'enthalpie libre standard de réaction $\Delta_r G^\circ$ n'est pas un indicateur du sens d'avancement d'une réaction chimique. Dans cette question, le jury attendait que les candidats relient la température choisie à la température en sortie du turboréacteur ou qu'ils évoquent un compromis entre vitesse de réaction élevée et bon rendement thermodynamique. Toute réponse pertinente et claire est valorisée.

Q31. Question très mal réussie. Seulement 5 % des candidats trouvent les deux ordres partiels par rapport aux réactifs en argumentant correctement.

Q32. Le jury attend un décompte du nombre total d'électrons de valence. Plusieurs schémas de Lewis ont été acceptés à condition de respecter les huit doublets d'électrons, l'électron célibataire, les charges formelles et le non dépassement de l'octet pour les éléments appartenant à la deuxième ligne de la classification périodique.

IV Aluminium et alliage 2024

Q34. Une rédaction minimale est attendue (décompte des atomes dans la maille, lien entre le rayon atomique et le paramètre de maille et expression littérale de la masse volumique ou de la densité) pour obtenir l'intégralité des points attribués à l'argumentation (25 % des candidats). Des candidats confondent

population de la maille et coordinence, volume de la maille et volume des atomes. Affirmer que « l'aluminium est plus léger que l'acier » n'est pas suffisant pour justifier son emploi en aéronautique. Le jury attendait une remarque plus précise reliant ce choix à une plus faible consommation de carburant (10 % des candidats).

Q38. Question de cours dont le taux de réussite aurait dû être plus élevé. Le jury a été désagréablement surpris de lire moins de 10 % de montages à trois électrodes corrects, complets et bien légendés. Le nombre de schémas sans générateur de tension ou de courant est surprenant ; ces dipôles doivent être représentés avec les symboles conventionnels. Seulement 5 % de bonnes réponses pour les rôles des électrodes.

Q39. Un candidat sur deux écrit correctement les deux demi-équations électroniques.

Q40 – Q45. Les candidats à l'aise avec les phénomènes d'oxydoréduction et notamment de corrosion ont récupéré des points précieux sur ces questions, à l'unique condition d'une rédaction claire et d'une argumentation sans ambiguïté.

Conclusion

Les futurs candidats ne doivent pas négliger une compétence indispensable dans une copie de concours : « communiquer, à l'écrit comme à l'oral ». 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. Une argumentation précise est attendue et son absence est sanctionnée.

De plus, une bonne prestation ne peut être réalisée avec des connaissances très superficielles ou parcelaires. Les meilleures copies traduisent un travail régulier tout au long des deux années de préparation ainsi que le suivi des conseils des enseignants concernant la rédaction, le contrôle des résultats et bien sûr l'acquisition des notions principales du programme.