

## Épreuve écrite de Physique-Chimie résolution de problème

Le sujet comprend cinq parties indépendantes autour de l'ammoniac. Une première partie sur la synthèse industrielle de l'ammoniac aborde la thermochimie, une deuxième sur la synthèse électrochimique de l'ammoniac permet de traiter de l'oxydoréduction et de comparer les deux synthèses. La troisième partie étudie la réaction de Biginelli et son application en synthèse organique. Les deux dernières parties traitent l'utilisation de l'ammoniac comme fluide réfrigérant dans les installations permettant de fabriquer la glace des patinoires et abordent la thermodynamique et la diffusion thermique.

Le niveau d'ensemble est convenable, quelques copies sont même d'un bon niveau. Quelques candidats ne traitent pas les parties de physique au grand étonnement du jury. Il n'est pas concevable d'espérer une note convenable en faisant l'impasse sur la moitié du programme.

Les copies sont globalement bien lisibles mais le jury déplore que les résultats ne soient pas systématiquement encadrés, ce qui pénalise les candidats. Le jury rappelle qu'il accorde des points de présentation.

**A1.** La formule de Lewis est généralement correcte, mais pas toujours ! Il ne suffit pas de représenter une liaison en avant, une en arrière et une dans le plan, la perspective doit être correcte pour la représentation VSEPR.

**A2.** En général correct, mais certains ne lisent pas l'énoncé en entier et ne respectent pas la contrainte imposée sur les coefficients stœchiométriques.

**A3.** Majoritairement traité, pas d'erreur d'unité mais quelques erreurs dans les applications numériques. Le jury insiste quant à la nécessité des futurs candidats à bien vérifier ce genre de calculs car la suite en dépend.

**A4.** Le jury attendait que l'on signale qu'il fallait un mélange en « proportion stœchiométrique ». Ceci est très rarement précisé.

**A5.** Cette question est mal traitée. Le jury attendait que les candidats prévoient la température et la pression de travail (haute ou basse) à l'aide d'un raisonnement qualitatif, puis les confrontent aux courbes données dans le document n°1. La majeure partie s'est contentée de commenter les deux graphes.

**A6.** Quelques bonnes réponses, le jury déplore qu'ils n'y aient pas plus de candidats qui trouvent la valeur numérique de la constante d'équilibre  $K^\circ$  car l'enchaînement de ces questions est très classique.

**B1.** Les candidats tentent d'équilibrer directement les demi-équations redox en milieu basique (avec des  $\text{OH}^-$ ) ce qui n'est pas pratique. Peu de candidats semblent connaître la technique permettant de les obtenir.

**B2.** Quelques bonnes réponses. Toutefois, le jury déplore de voir des électrons dans un bilan redox.

**B3.** et **B4.** Questions plus délicates et rarement traitées.

**B5.** À la grande surprise du jury, celui-ci constate qu'un nombre non négligeable de candidats lisent très mal les documents. En particulier, le procédé électrochimique a souvent été critiqué pour produire du  $\text{CO}_2$  alors que le document précise clairement que c'est le procédé Haber-Bosch qui justement produit beaucoup de  $\text{CO}_2$ . Le jury attend pour ce genre de questions une présentation soignée de la réponse, sous forme d'un tableau par exemple, qui permette de bien voir les avantages et les inconvénients des deux procédés.

- C1.** Il y a beaucoup trop de confusions entre sites nucléophiles et électrophiles.
- C2.** Question traitée de manière incomplète.
- C3.** Même si le mécanisme n'est pas au programme, les candidats ont tous les outils pour proposer un mécanisme cohérent. Il y a quelques très bonnes copies, mais on relève beaucoup trop de flèches à l'envers ou d'écritures de mécanismes en un seul acte élémentaire.
- C4.** Il y a eu une confusion fréquente entre énol et énolate.
- C5.** Quelques mécanismes corrects, le problème est venu de l'utilisation de l'énolate au lieu de l'énol.
- C6.** Beaucoup de bonnes réponses.
- C7.** De rares bonnes réponses.
- C8.** La molécule finale est souvent représentée. En revanche, le rendement est très souvent défini de manière incorrecte :  $m(\text{produit})/m(\text{réactif})$  ou encore  $n(\text{produit})/\Sigma n(\text{réactif})$ .
- C9.** La formule de Lewis de  $\text{BH}_3$  présente souvent un doublet non liant suite à un mauvais décompte des électrons de valence ou bien à une analogie avec l'ammoniac. La notion d'acide de Lewis semble étrangère à la plupart des candidats.
- C10.** et **C11.** Questions plus difficiles, rarement traitées, mais qui ont donné lieu à d'excellentes propositions dans certaines copies.
- C12.** Quelques réponses intéressantes.
- C13.** L'ordre de priorité doit être donné. Certains candidats ont des problèmes pour dessiner convenablement **8** en représentation de Cram. Le cycle comportant les azotes doit être maintenu dans le plan, le groupement nitrophényle doit ensuite être placé en avant ou en arrière.
- D1.** Le jury attendait courbe de saturation ou courbe de rosée et courbe d'ébullition. Beaucoup trop de noms fantaisistes montrent une méconnaissance des changements d'états.
- D2.** Des candidats ne font pas la différence entre adiabatique et isotherme.
- D3.** Lorsque la loi de Laplace est connue, elle est bien appliquée avec ses conditions. C'est l'outil mathématique des puissances qui apporte une difficulté supplémentaire aux candidats.
- D4.** Cette question est bien traitée.
- D5.** Le transfert thermique identifiable à la différence d'enthalpie de changement d'état est mal connu.
- D6.** C'est une question de cours.
- D7.** De nombreux candidats ont cherché à faire l'application numérique en utilisant la relation donnée mais avec peu de succès.
- D8.** Les mêmes difficultés qu'à la question **D5**.
- D9.** Le premier principe est bien connu mais il ne peut être vérifié car les questions précédentes sont trop souvent oubliées ou non terminées.
- D10.** Les réponses sont bonnes lorsque la question est traitée.
- D11.** Le cycle de Carnot est connu. Le caractère réversible des transformations n'est pas mentionné.
- D12.** Très peu de valeurs numériques correctes pour ce rendement.
- E1.** Cette première question est souvent juste.
- E2.** Les candidats n'ont pas su choisir le système pour l'expression du flux thermique.
- E3.** Le jury attendait une réponse justifiant la loi de température dans la glace à partir d'un bilan thermique et des signes rigoureux. Il a dû se contenter d'un résultat posé sans justification et souvent incorrect.
- E4.** Quelques candidats ont su trouver une température de surface de la glace cohérente. Le jury a pu apprécier leur raisonnement.
- E5.** Pour cette question ouverte, le jury a aimé l'argumentation basée sur le diagramme P-T de l'eau où la pression exercée par la lame conduit à la fusion locale de la glace. Le film d'eau sous le patin favorise alors la glisse. Sans doute influencés par les questions précédentes, les candidats pour lesquels la fusion de la glace est due à la conduction thermique dans la lame à la suite de frottements n'ont pas convaincu le jury.