

## 3 Chimie

### 3.1 Remarques générales

Comme tous les ans, les calculatrices ne sont pas autorisées. Il convient donc de savoir faire les opérations élémentaires : additions, soustractions, divisions et multiplications. Aucun calcul de cette épreuve n'est trop compliqué pour être fait à la main. Les candidats sont invités à simplifier les calculs à l'aide d'approximations qui leur permettent de donner un résultat dans le bon ordre de grandeur.

Il ne faut pas négliger les applications numériques demandées. Elles permettent de faire un commentaire critique d'un résultat ou d'une modélisation et sont indispensables dans une démarche scientifique. Le temps nécessaire à ces applications numériques faites « à la main » est bien évidemment pris en compte dans le barème et les candidats qui mènent leur(s) calcul(s) au bout se voient toujours récompensés.

Le jury rappelle une nouvelle fois qu'un résultat ne saurait être donné sous forme d'une fraction. L'application numérique finale doit être un nombre réel suivi obligatoirement de son unité. Un résultat sans unité pour une grandeur dimensionnée ne donne lieu à aucune attribution de points.

La présentation est prise en compte dans le barème de notation. Il n'est pas très compliqué d'encadrer un résultat et de mettre en valeur une copie. Les phrases explicatives doivent être simples et compréhensibles. Les ratures doivent être limitées et peuvent être faites proprement lorsqu'elles sont nécessaires. Le jury tient à rappeler que le soin apporté à la copie, qu'il s'agisse de la présentation, de l'écriture ou de la rédaction, permet de mettre le correcteur dans de bonnes conditions d'évaluation. À l'inverse, un candidat qui ne respecte pas les numéros des questions, fait des schémas bâclés ou rend une copie difficilement lisible perdra des points. Le correcteur n'a pas à déchiffrer des gribouillis ni à choisir lui-même la réponse à une question quand deux réponses sont écrites dans la copie.

Il est primordial de bien lire l'énoncé du sujet afin de répondre à la question posée sans digression, car aucun point n'est attribué dans ce cas. De plus, relire la question que l'on vient de traiter avant de passer à la suivante permet de s'assurer d'avoir répondu à la totalité de la question.

Il est conseillé aux candidats d'aborder et de rédiger les questions dans l'ordre de l'énoncé.

Rappelons que les réponses rédigées au crayon à papier ne sont pas corrigées, de même que celles non associées au numéro de la question.

Les définitions, le vocabulaire, les lois classiques doivent être maîtrisés si l'on souhaite réussir les épreuves.

Enfin, le jury rappelle que les règles de l'orthographe et de la grammaire s'appliquent aussi à une copie scientifique.

## 3.2 Chimie - filière MP

### 3.2.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet avait pour thème *Chimie et céramiques*. Il comportait trois parties indépendantes : une première sur l'étude du nitrure de bore, une deuxième sur le carbure de zirconium, et enfin une dernière sur l'oxydation du carbure de zirconium. Les domaines abordés étaient variés : atomistique et cristallographie dans la partie 1, oxydoréduction et chimie des solutions dans la partie 2, et thermodynamique dans la partie 3.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe N](#).

### 3.2.2 Commentaires généraux

Dans la première partie, des connaissances simples du programme de première année sur l'atomistique et la cristallographie étaient mobilisées. Moyennant la maîtrise du réseau cubique à faces centrées et des définitions du cours, ces questions ne posaient pas de difficulté majeure. Les schémas de maille ne sont cependant pas toujours clairs : en particulier le non-respect de la légende demandée par l'énoncé est source de difficultés pour le correcteur. La deuxième partie portait sur l'étude du diagramme potentiel-pH du zirconium. Passé la bonne attribution des différents domaines, les questions sur les différentes frontières ont été très souvent abordées par les candidats avec, en général, de bonnes réponses. La troisième partie comportait des questions classiques de thermodynamique chimique. Bien que ces questions aient souvent été traitées par les candidats, de nombreuses réponses incomplètes ont été fournies sur l'optimisation du procédé. Enfin, le jury rappelle que la présentation des copies doit être soignée, les ratures doivent être limitées et peuvent être faites proprement lorsqu'elles sont nécessaires. Les résultats doivent être soulignés ou encadrés, les phrases explicatives doivent être simples et compréhensibles. Les règles de l'orthographe et de la grammaire s'appliquent aussi dans une copie scientifique. Les applications numériques s'effectuent sans calculatrice en utilisant les éventuelles aides au calcul proposées dans l'annexe. Certains candidats, jugeant sûrement leur réalisation chronophage, choisissent de ne pas les effectuer. Ce n'est pas une bonne stratégie. En effet, les applications numériques sont bien valorisées dans le barème et il est donc vivement conseillé aux candidats de ne pas les omettre.

### 3.2.3 Conseils aux futurs candidats

Il est primordial de bien lire l'énoncé du sujet afin de répondre à la question posée sans digression car aucun point dans le barème n'est attribué dans ce cas. De plus, relire la question que l'on vient de traiter avant de passer à la suivante permet de s'assurer d'avoir répondu à la totalité de la question. Il est conseillé aux candidats d'aborder et de rédiger les questions dans l'ordre de l'énoncé, et de numéroter correctement chacune de leurs réponses. Les applications numériques doivent être clairement explicitées et menées jusqu'à leurs termes. Les valeurs numériques présentées sous forme de fraction ne sont pas acceptées. Le résultat final doit être accompagné de son unité adéquate. Les définitions, le vocabulaire, les lois classiques doivent être maîtrisées si l'on souhaite réussir cette épreuve. Ainsi, pour cette épreuve sur les propriétés des céramiques, il fallait notamment :

- avoir quelques notions d'atomistique,
- connaître les définitions en cristallographie (population, condition de contact, coordinence, masse volumique) et maîtriser la maille cubique à faces centrées,

- savoir attribuer les domaines d'un diagramme E-pH,
- connaître la loi de Nernst et l'appliquer correctement,
- connaître les couples redox de l'eau,
- équilibrer des équations de réaction,
- maîtriser les formules utiles en thermochimie et savoir faire des calculs simples,
- exprimer un quotient réactionnel,
- savoir optimiser un procédé chimique.

### 3.2.4 Conclusions

Même si le sujet présentait quelques difficultés, le barème valorisait toute démarche cohérente et argumentée. Le jury souligne qu'une bonne connaissance du cours est nécessaire et suffisante à la réussite d'une telle épreuve. Certains candidats se sont distingués par des connaissances solides et des réponses très bien argumentées.

## 3.3 Chimie - filière PC

### 3.3.1 Présentation de l'épreuve

L'épreuve de Chimie PC 2025 était composée de deux parties indépendantes : la première (questions 1 à 23) abordait la synthèse stéréosélective de la (+)-tubélaetomicine A. La deuxième (questions 24 à 49) traitait des applications de la pervaporation à l'élimination d'eau. Le sujet était de longueur et de difficulté raisonnables, ce qui a permis aux meilleurs candidats de traiter la quasi-totalité du sujet. L'usage de la calculatrice était interdit, mais quelques indications étaient fournies en annexe afin de mener à bien les calculs demandés.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe O](#).

### 3.3.2 Conseils généraux

Comme les années précédentes, le sujet portait sur de très nombreuses parties du programme de première et deuxième année. Les candidats sont donc encouragés à ne faire aucune impasse. Il est recommandé, en début d'épreuve, de jeter un coup d'œil sur les données en annexe, afin de penser à s'y référer en cours de rédaction. Le résultat d'une application numérique n'est accepté que si celui-ci est mené jusqu'au bout sans écriture fractionnaire. Il est important, afin de rectifier des erreurs grossières de calcul, d'analyser avec un esprit critique les résultats obtenus, en les comparant à des ordres de grandeur connus. Une tolérance de 5 % sur les résultats numériques est généralement acceptée. Une présentation lisible et écrite dans un français correct met le correcteur dans un état d'esprit favorable. Des réponses illisibles ou écrites avec une encre trop claire sont susceptibles de ne pas être corrigées. Enfin un minimum d'explications est attendu dans de nombreuses réponses pour justifier ou agrémenter la démarche proposée. L'épreuve n'étant pas un QCM, il faut éviter de répondre aux questions de but en blanc sans aucune introduction en particulier sur le raisonnement utilisé.

## N Chimie MP

**Q1** - Afin de déterminer le nombre d'électrons de valence des éléments des blocs s et p, il suffit de se référer à la colonne de la classification périodique. Nombreux sont les candidats qui fournissent correctement la configuration électronique de l'élément dans son état fondamental. Elle n'est ni attendue, ni au programme, et ne permet pas toujours aux candidats de répondre à la question. Le nombre d'électrons de valence est en effet souvent confondu avec le nombre d'électrons de la dernière sous-couche. Parfois les candidats oublient un atome sur les trois demandés, ou confondent hydrogène et oxygène.

**Q2** - Beaucoup de réponses fantaisistes alors que le sujet indiquait explicitement la structure : « les atomes de bore et d'azote forment de manière alternée un cycle à six chaînons ». Deux réponses étaient possibles : l'une respectant l'octet et faisant apparaître des charges formelles, l'autre, sans charge, mais ne respectant pas l'octet pour les atomes de bore (qui supporte l'hypovalence). Les formules représentant des atomes de B ou N dépassant l'octet ont été sanctionnées.

**Q3** - Toutes les réponses raisonnables ont été acceptées pour cette question à la limite du programme.

**Q4** - Une argumentation portant sur le sens d'évolution de l'électronégativité était attendue. Certains candidats, sous l'effet du stress probablement, semblent confondre leur gauche et leur droite. Il est préférable d'utiliser le numéro atomique comme critère de circulation dans le tableau périodique : dans une période, l'électronégativité augmente quand Z augmente. Le jury regrette que beaucoup d'étudiants utilisent à tort le nombre d'électrons de valence pour justifier l'évolution de l'électronégativité, ceci n'étant pas valable pour toute la classification périodique dans son ensemble.

**Q5** - Le jury attend en premier lieu d'une maille cubique à faces centrées qu'elle soit... cubique. Il est également attendu que la légende demandée par l'énoncé soit respectée. Les candidats confondent parfois sites octaédriques et tétraédriques et considèrent qu'une maille CFC est aussi centrée. Souvent la nature de la liaison entre B et N est omise, les candidats se contentant alors de dessiner la maille ; de la même manière beaucoup de types de liaisons sont farfelus.

**Q6** - La coordinence est parfois confondue avec la compacité. Il est nécessaire de préciser la nature de l'élément considéré et celle de ses plus proches voisins.

**Q7** - Réponse souvent correcte. Il peut être admis comme caractéristique géométrique d'un cube d'arête  $a$  que sa grande diagonale vaut  $a\sqrt{3}$  (sans recourir à de longues démonstrations). L'application numérique est souvent abandonnée en cours de route, on rappelle que le jury attend une valeur numérique (qui plus est lorsqu'elle est nécessaire pour la suite du problème comme ici).

**Q8** - La masse volumique est parfois confondue avec la compacité. Il est surprenant de constater que le volume d'un cube est parfois confondu avec celui d'une sphère. D'autre part, le volume de la maille n'est pas égal au volume des atomes qu'elle contient. La valeur numérique n'était pas facile à calculer, il est ainsi conseillé au candidat de vérifier la cohérence de son résultat (la masse volumique d'un solide est en général dans l'intervalle  $[1 - 20] \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ ).

**Q9** - Question souvent bien traitée.

**Q10** - Deux arguments clairs sont attendus pour l'attribution des domaines : l'un portant sur le classement vertical et l'autre sur le classement horizontal. Si la règle du nombre d'oxydation qui augmente quand on monte dans le diagramme est souvent bien indiquée, l'attribution des domaines d'espèces de même nombre d'oxydation est souvent mal argumentée.

**Q11** - Le calcul était possible en utilisant au choix la frontière A/B ou la frontière B/C. L'unité de la concentration de tracé est nécessaire, le jury rappelle qu'une concentration ne s'exprime pas en  $\text{g mol}^{-1}$ .

**Q12** - Question souvent bien traitée. Le jury regrette cependant que dans la formule de Nernst apparaisse souvent la concentration en  $ZrO_2$  qui est un solide, dont l'activité vaut 1. Cette erreur a été sanctionnée.

**Q13** - Le jury attire l'attention des futurs candidats sur le fait que la constante d'équilibre de la réaction d'équation  $ZrO_2(s) + HO^-(aq) = HZrO_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$  ( $K_2$  fournie) n'est pas la même que celle de la réaction d'équation  $ZrO_2(s) + 2H_2O(l) = HZrO_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$  (qui vaut  $K_2 \times K_e$ ). Il est également conseillé de prêter attention à l'état physique des constituants pour en choisir l'activité (notamment celle d'un solide, qui vaut 1). Attention à ne pas confondre ces constantes thermodynamiques d'équilibre avec les constantes d'acidité comme ce fut le cas pour certains candidats.

**Q14** - Question souvent bien traitée.

**Q15** - Les équations d'oxydation du zirconium par l'eau, comme toutes les équations des réactions d'oxydo-réduction, ne doivent pas faire apparaître d'électrons. Quand plusieurs réactions sont possibles suivant le pH du milieu, il est nécessaire de découper la réponse selon ces domaines.

**Q16** - Plusieurs candidats semblent ignorer qu'un calcul de  $\Delta_rH^\circ$  est nécessaire pour répondre à cette question. Le symbole standard  $^\circ$  est trop régulièrement oublié dans les notations.

**Q17** - Les candidats confondent parfois entropie et enthalpie.

**Q18** - L'expression de  $\Delta_rG^\circ$  en fonction de  $\Delta_rH^\circ$  et de  $\Delta_rS^\circ$  est souvent connue. L'application numérique nécessite de faire attention aux conversions d'unité.

**Q19** - L'expression de  $K^\circ$  en fonction de  $\Delta_rG^\circ$  est souvent connue, mais des confusions sont observées entre les fonctions réciproques  $\exp/\ln$  vs  $10^{\log}$ . L'application numérique nécessite également dans cette question de faire attention aux conversions d'unité.

**Q20** - Il est possible de répondre à la question soit en utilisant la relation de Van't Hoff, soit en donnant l'expression de  $K^\circ(T)$  faisant apparaître les grandeurs  $\Delta_rH^\circ$  et  $\Delta_rS^\circ$  supposées indépendantes de la température. En revanche, le sens de variation de  $K^\circ$  avec  $T$  ne peut pas être déterminé en se contentant de  $K^\circ = \exp(-\Delta_rG^\circ/RT)$ .

**Q21** - Un raisonnement portant sur le sens de variation de  $Q_r$  avec  $P$  puis une comparaison à  $K^\circ$  est attendu. L'évocation de la loi de modération de Le Chatelier ne suffit pas (elle n'est d'ailleurs pas toujours bien interprétée). Certains candidats confondent la valeur de  $K^\circ$  avec l'expression de  $Q_r$ , les conduisant à penser que  $K^\circ$  dépend de la pression :  $K^\circ$  ne dépend que de la température.

**Q22** - Il est surprenant de constater que des candidats ayant bien répondu aux questions **Q20** et **Q21**, ne répondent pas correctement à cette question qui en fait pourtant le bilan. Le jury a récompensé les quelques candidats qui ont signalé l'inconvénient de travailler à basse température pour des raisons cinétiques ou celui de travailler à haute pression pour des raisons économiques.

[↑RETOUR](#)