

Rapport sur l'épreuve de Physique-Chimie

Le sujet comprend cinq parties indépendantes sur l'étude des machines moléculaires. Une première partie aborde la synthèse organique et l'étude spectroscopique de molécules utiles lors de la découverte des caténanes. La deuxième partie étudie la synthèse des caténanes par Sauvage ce qui permet de traiter la stratégie de synthèse et la chimie des solutions. La troisième partie permet une étude cinétique de la rotation des cycles des caténanes. La quatrième partie aborde l'étude énergétique des moteurs moléculaires ce qui permet de traiter la quantification de l'énergie au sein de l'atome et la thermodynamique. La dernière partie aborde l'étude mécanique du déplacement d'un moteur moléculaire.

Le sujet est traité dans son ensemble par les candidats ce qui est agréable. Il s'est avéré bien classant, révélant même de très bonnes copies. Le niveau d'ensemble est convenable.

Le jury déplore encore une fois une présentation assez moyenne des copies et rappelle que les réponses doivent être mises en évidence.

A1. Le jury est surpris de voir que très peu de candidats connaissent la famille des alcalins, ni même un autre élément de cette famille.

A2. Pas de problème particulier, on attend toutefois que le nom soit associé à la fonction sur la molécule.

A3. De nombreuses bonnes réponses, mais beaucoup de candidats représentent la molécule **2** avec des groupements -R ce qui ne peut accorder de points.

A4. On attend deux constatations : le déplacement de la vibration d'élongation de C=O et l'apparition de la vibration O-H. Une seule des deux constatations est en général relevée, à de rares exceptions près.

A5. Cette question est en général bien traitée. Le jury n'attend pas de grandes explications pour l'attribution. Le plus commode est de représenter la molécule en faisant apparaître clairement les groupes de protons équivalents et en précisant leur déplacement chimique. En revanche, la justification de la multiplicité mérite d'être développée. Justifier un doublet parce qu'il y a un voisin (sans le mettre en évidence) est imprécis, on attend que l'on indique le H voisin en utilisant les lettres proposées.

A6. Les explications justifiant le faible rendement sont souvent peu claires. Les produits de condensation intra et intermoléculaires sont très rarement proposés.

A7. Question peu traitée.

B1. Le nom des fonctions mises en jeu est souvent farfelu, beaucoup voient des acides carboxyliques et des esters.

B2. De nombreuses bonnes réponses. Les erreurs proviennent du fait que certains candidats veulent

introduire le solvant dans le bilan et que d'autres n'arrivent pas à déterminer la charge de l'ion césium.

B3. Le principe de calcul d'une solubilité est connu pour une grande proportion de candidats.

B4. L'utilisation de la densité pose beaucoup de problèmes.

B5. Le jury attend plus que la constatation de la plus grande solubilité du carbonate de césium par rapport au carbonate de sodium. L'intérêt est l'augmentation de la vitesse de réaction.

B6. L'utilisation des pK_a donnés est rarement faite. La possibilité d'une réaction concurrente de substitution nucléophile entre l'ion hydroxyde et le dérivé iodé est rarement proposée.

B7. Sur près d'un tiers des copies (et même des bonnes copies), M Sauvage est le chimiste du 19^{ème} siècle qui a développé cette réaction... Les mécanismes proposés présentent quasiment toujours une substitution nucléophile du phénol sur le dérivé iodé puis une déprotonation. Le passage par le phénolate est extrêmement rare.

B8. Quelques candidats expliquent l'intérêt de la complexation dans cette réaction.

C1. Les explications sont rarement claires, beaucoup se contentent de donner une stratégie sans justifier.

C2. L'exception à la règle de Klechkowsky pour le cuivre n'est pas censée être connue. Beaucoup de candidats ne comprennent donc pas la question. La configuration électronique des ions fait apparaître deux erreurs très fréquentes : l'ajout d'électrons lors de la formation du cation et le retrait des électrons d'avant les électrons s.

C3. En général correct.

C4. Le modèle VSEPR est rarement maîtrisé. La représentation tridimensionnelle d'un environnement tétraédrique ou bipyramide à base triangulaire est très rarement correcte.

C5. Beaucoup de bonnes réponses, même si on note des confusions entre réduction et oxydation.

C6. Beaucoup de candidats cherchent à écrire un bilan redox sans passer par les demi-équations redox. Cela se traduit par des erreurs sur la stœchiométrie ou les charges. On rappelle qu'il ne peut pas avoir d'électrons dans un bilan redox.

C7. Rares sont les candidats qui proposent un suivi spectrophotométrique et qui justifient sa faisabilité (les deux espèces n'absorbant pas à la même longueur d'onde).

C8. En aucun cas l'expression analytique est à connaître, elle doit être redémontrée.

C9. De la même manière, cela peut être un plus de connaître l'expression du temps de demi-réaction pour un ordre 1 mais en aucun cas elle ne peut être donnée sans justification.

C10. Quelques bonnes réponses. Attention, 99 % de conversion, signifie qu'il reste 1 % de réactif.

D1. Les électrons sont très souvent proposés.

D2. Malgré les indications de niveau fondamental et de niveaux excités, les candidats ne savent pas

définir l'énergie d'ionisation et obtenir sa valeur à partir des énergies des différents niveaux.

D3. La relation $E = \frac{hc}{\lambda}$ est mal connue. L'ordre de grandeur de l'énergie à trouver est pourtant dans le sujet.

D4. La bonne valeur de E en eV permet sans difficulté de trouver les deux niveaux concernés.

D5. Une valeur d'énergie thermique est trouvée mais comme le dit le document, l'énergie libérée est 20 fois supérieure à l'énergie thermique. Ce facteur 20 a souvent été oublié dans l'identification.

D6. La réponse à cette question d'un moteur à deux sources au minimum est très souvent juste.

D7. Le nom de Carnot est souvent cité. L'énoncé du théorème est moins clair. Le rendement maximal en fonction des températures des sources est peu souvent écrit.

D8. Le schéma du cycle est souvent fantaisiste. La nature des transformations n'est pas donnée, le tracé ne correspond pas aux noms des transformations et le sens du cycle est oublié.

D9. Ces deux relations de base pour démontrer le rendement du moteur sont défailtantes.

D10. Lorsque la définition du rendement est donnée, c'est le traitement mathématique qui fait défaut. Le résultat arrive alors souvent sans démonstration ce qui n'est pas le but de cette question.

D11. Quelques candidats pensent aux moteurs électriques.

E1. Cette question est mal traitée. Seule la définition du référentiel galiléen est donnée, mais très rarement les conditions pour qu'un référentiel le soit.

E2. Il fallait reporter la solution proposée dans l'équation et l'identifier. La réponse ne suffisait pas.

E3. Beaucoup de difficultés avec la position et la vitesse pour résoudre ce système d'équations avec deux inconnues à déterminer.

E4. Cette question n'est pas comprise. La réponse est pourtant à observer sur le graphe.

E5. La pente de la droite a été bien trouvée d'autant que la valeur de la vitesse était donnée dans le document.

E6. La valeur numérique de la force est dans le document. Le principe des actions réciproques n'est pas bien vu comme réponse à cette question.

E7. Cette question nécessitait de la rigueur et de la précision pour faire les mesures, ce ne fut pas le cas.

E8. La valeur de la vitesse moyenne ne pose pas de problème si la durée est bonne. La valeur du pas est bien repérée dans le sujet.

E9. C'est une valeur à lire dans le document et pourtant cette question est souvent oubliée.

E10. Non, l'énoncé du théorème de l'énergie cinétique ne se réduit pas à : $E_c = \frac{1}{2}mv^2$.

E11. L'accélération ne pose pas de problème lorsque les valeurs sont connues.

E12. Avec la relation fondamentale de la dynamique et l'accélération de la question précédente, la masse est obtenue simplement.

E13. Des erreurs dans l'élévation au cube du rayon. $(0,5 \times 10^{-6})^3$ semble hors de portée de beaucoup de candidats.

E14. Cette question n'a presque jamais été traitée.