

Compte-rendu du sujet de physique E3A PC 2024

Le sujet comportait 3 parties :

- Une première partie, majoritairement consacrée à la thermodynamique, qui étudiait une partie de l'atmosphère terrestre.
- Une deuxième partie, majoritairement consacrée à la mécanique, qui évoquait le vol de l'avion
- Une troisième partie, niveaux d'énergie, diffusion de particules et électrostatique, qui présentait le fonctionnement d'un panneau photovoltaïque.

Dans l'ensemble, il a été remarqué le manque de rigueur des candidats dans les notations, les chiffres significatifs dans les résultats de calculs, la différence entre vecteurs et valeur et l'interprétation des résultats.

Les conventions de signe ne sont pas forcément acquises et l'analyse de l'énoncé a souvent été trop sommaire.

Q1. Le théorème de Gauss pour la gravitation est dans l'ensemble très mal connu et, lorsqu'il a été énoncé, dans la plupart des cas, il a été utilisé sans rigueur. Peu de candidats ont identifié les symétries et invariances puis appliqué le théorème de Gauss.

Q2. Lorsque l'expression du champ de gravitation a été correcte, les résultats de calcul ont été justes. Lorsque les résultats étaient aberrants, très peu de candidats ont précisé qu'il semblait y avoir une erreur.

Q3. Une question très mal traitée. L'ensemble des candidats ayant trouvé les deux valeurs a cherché de mauvaises justifications. De nombreux candidats ont utilisé des calculs d'incertitude qui n'avaient pas leur place ici. Les justifications ont été dans l'ensemble très vagues et imprécises.

Q4. De nombreux candidats ont confondu l'expression locale, demandée ici, et l'expression intégrale dans un fluide incompressible. Le signe a été souvent choisi de manière aléatoire.

Q5. La question a été parfois très bien traitée mais par vraiment très peu de candidats.

Q6. Cette question a été très peu traitée. Plusieurs candidats ont néanmoins émis un regard critique sur la loi proposée.

Q7. Même si le sujet ne précisait pas la direction de la force de propulsion, la très grande majorité des candidats l'a prise horizontale, ce que l'énoncé pouvait suggérer de manière implicite et la question a été très bien traitée dans l'ensemble.

- Q8.** L'analyse dimensionnelle semble maîtrisée par l'ensemble des candidats même si on peut remarquer un très gros manque de connaissance et de rigueur sur les copies où la question est mal traitée.
- Q9.** Les projections sont maîtrisées mais trop de candidats ont « adapté » l'énoncé en projetant v^2 sur les deux axes en utilisant les composantes à la place de la norme au carré, malgré les notations prises par l'énoncé.
- Q10.** Cette question a été dans l'ensemble bien traitée, même si la précédente comportait des inexactitudes. Les erreurs sont venues du bon choix de la surface de l'avion et de calcul avec l'outil.
- Q11.** Lorsque la question précédente a été bien traitée, cette question a été très bien traitée. Il est néanmoins surprenant de voir assez souvent des résultats de calcul de puissance avec plus de 4 chiffres significatifs.
- Q12.** Très peu de candidats a pris en compte les deux rendements pour aboutir au bon résultat. La plupart s'est contenté d'un calcul très simpliste de puissance et n'a pas utilisé les données fournies par l'énoncé.
- Q13.** La question a été assez bien traitée mais de nombreuses erreurs ont été dues à des problèmes de conversion en eV. Plusieurs ont « oublié » de justifier le fait que la lumière visible pouvait permettre de produire un courant électrique.
- Q14.** La question a été bien traitée dans l'ensemble. Beaucoup de candidats ont détaillé la démonstration et justifié leurs choix.
- Q15.** Question bien traitée avec la précédente. Il est néanmoins à remarquer que beaucoup de candidats confondent encore composante et vecteurs dans la même relation.
- Q16.** Peu de candidats ont réussi la question entièrement. La détermination de $B(t)$ a été plus traitée. Les calculs ont semblé poser problème.
- Q17.** Plusieurs candidats ont admis les résultats de la question précédente pour pouvoir tracer des courbes tout à fait acceptables. Il est cependant à remarquer que plusieurs candidats tracent des courbes sans légende.
- Q18.** Un grand nombre de candidats a pu traiter la question à l'aide du résultat donné. Il subsiste tout de même des erreurs de calculs et peu de recul quant à la dimension du résultat.
- Q19.** La question a été dans l'ensemble bien traitée et justifiée.
- Q20.** Très peu de candidats ont eu le temps de pouvoir traiter convenablement cette question. La très grande majorité de ceux qui l'ont fait ont utilisé le théorème de Gauss, alors qu'il aurait été plus simple d'utiliser l'équation de Maxwell-Gauss.

RAPPORT EPREUVE DE CHIMIE E3A PC 2024

La partie chimie était constituée de deux problèmes, le premier portant sur l'étude d'un procédé de production du sel par dissolution constitué de trois sous-parties indépendantes et qui permettait d'étudier les thèmes de la cristallographie (première année), de la thermochimie (deuxième année) ainsi que les équilibres de précipitation (première année).

Le deuxième problème, constitué de deux parties indépendantes, portait sur la synthèse historique du longifolène et était centré sur la chimie organique, notamment les réactions d'acétalisation, d'addition de Michael et permettait d'aborder, entre autres, les aspects mécanistiques des transformations chimiques, leur rationalisation à l'aide de la théorie des orbitales frontalières ainsi que leurs aspects expérimentaux.

Problème 1 :

Commentaire général : Ce problème a assez bien été traité dans l'ensemble même si les notions de première année (cristallographie et diagrammes d'existence) sont parfois lointaines pour les candidats qui ne traitent que partiellement certaines parties.

Une proportion non négligeable de copies a manqué de rigueur dans la présentation des résultats numériques obtenus. Le nombre de chiffres significatifs a parfois été trop important (Q26, Q27) et les unités données, parfois étonnantes, comme un volume en m^{-3} (Q24). Il est également regrettable que les applications numériques n'aient pas toujours été détaillées, surtout lorsque la valeur numérique était donnée dans la question. Le calcul littéral est globalement maîtrisé mais certains candidats font encore des erreurs en multipliant deux grandeurs au lieu de les diviser.

Q21. L'écriture des configurations électroniques a été bien traitée par l'extrême majorité des candidats. La justification de la stabilité des ions était le plus souvent correcte malgré quelques imprécisions dans le vocabulaire utilisé. Le terme de « couche saturée » ou la règle de l'octet n'ont pas toujours été cités. Le plus souvent, les candidats ont fait référence à la « configuration électronique du gaz rare le plus proche ».

Q22. Cette question a été bien traitée par une majorité de candidats. Certains ont cependant confondu les sites tétraédriques et octaédriques ou oublié que le centre de la maille comptait parmi les sites octaédriques.

Q23. La condition de contact selon une arête du cube est généralement bien exprimée si la question précédente était juste. Le calcul du paramètre de maille n'a pas posé de difficulté. Des candidats ont considéré une diagonale de face ou la grande diagonale du cube, ce qui ne conduisait pas au bon résultat puisqu'il n'y a pas de contact entre les ions. Par ailleurs, certains candidats ont fait apparaître une tangence cation/cation ou anion/anion.

Q24. L'expression de la masse volumique du chlorure de sodium a été plus laborieusement établie par les candidats. Certaines expressions obtenues ne tenaient pas compte de la population, d'autres montraient une confusion entre le volume de la maille et le volume d'un ion, voire avec le volume d'un gaz parfait !

Il est regrettable que cette question ait parfois été totalement laissée de côté par les candidats, oubliant souvent de faire l'application numérique du volume du gisement qui était faisable puisque la valeur de la masse volumique était donnée dans la question. Des erreurs dans la conversion de tonnes en kilogrammes ont ponctuellement été faites.

Q25. Cette question a été bien traitée par la plupart des candidats, si ce n'est que les états physiques sont trop fréquemment manquants.

Q26. L'expression de l'enthalpie standard de réaction grâce à la loi de Hess a été correcte la plupart du temps ainsi que sa valeur. L'interprétation du signe a en revanche été plus aléatoire, certains candidats évoquant une réaction « exothermique » pour une enthalpie standard de réaction positive.

Q27. L'expression de l'enthalpie libre standard est le plus souvent correcte ainsi que sa valeur, malgré des erreurs d'application numérique. Les candidats ont parfois interprété la valeur de $\Delta_r G^\circ$ en lien avec le sens d'évolution de la transformation, ne concluant ainsi pas vraiment sur la faisabilité thermodynamique de la transformation. Certains candidats ont manqué de recul sur les résultats obtenus en concluant que la dissolution du sel n'était pas favorable thermodynamiquement.

Q28. Cette tâche complexe a été moins bien réussie par les candidats. L'approximation d'Ellingham n'est quasiment jamais citée et la relation de Van't Hoff est trop souvent erronée ou mal utilisée. Le lien entre enthalpie libre standard et constante d'équilibre est généralement cité mais peut de candidats vont au bout de la question.

Une autre réponse possible consistait à calculer l'enthalpie libre à 60 °C en utilisant l'approximation d'Ellingham. Cette option a souvent été envisagée par les candidats qui arrivent plus fréquemment à en déduire que l'eau à 60 °C permettait une meilleure dissolution du sel.

Q29. Cette question a souvent été traitée de manière incomplète. Les candidats ont, le plus souvent, tenté de tracer le diagramme d'existence. Les domaines de Mg^{2+} et $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ont parfois été inversés et la détermination du pH à la frontière a souvent été erronée. Des confusions avec les équilibres acido-basiques ou d'oxydoréduction ont trop fréquemment été rencontrées. Il convenait de déterminer l'expression du pH à la frontière à partir de la constante d'équilibre de solubilité K_s et du produit ionique de l'eau K_e . La concentration molaire des ions Mg^{2+} en solution devait être déterminée à partir de la concentration en masse donnée dans l'énoncé.

Q30. Cette question n'a pas toujours été abordée par les candidats mais lorsqu'elle l'a été, le pourcentage de magnésium restant en solution a généralement bien été exprimé et le calcul bien mené.

Q31. Cette question a rarement été abordée par les candidats mais lorsque les Q28 et Q29 étaient bien traitées, elle n'a pas posé de difficulté puisqu'il s'agissait de faire le lien entre les résultats obtenus à ces deux questions.

Problème 2 :

Ce problème portant majoritairement sur le programme de deuxième année a été moins bien traité. Les aspects expérimentaux des transformations chimiques sont insuffisamment maîtrisés par les candidats qui confondent très souvent les types de montages utilisés en chimie organique. L'écriture des mécanismes a été rigoureusement menée par certains candidats mais ils restent minoritaires. Les flèches mécanistiques ne partent pas toujours d'un doublet et ne pointent pas systématiquement vers le bon atome, certaines flèches sont parfois manquantes. Les flèches décrivant le mécanisme des réactions acido-basiques sont quelques fois totalement absentes. La lacune électronique sur le carbocation est trop souvent absente et les charges peuvent à l'occasion être oubliées. L'écriture de formes mésomères est particulièrement difficile pour les candidats.

Q32. Cette question a été assez mal traitée par la majorité des candidats montrant un manque de maîtrise des aspects expérimentaux de la réaction d'acétalisation. Une proportion importante de candidats confond le montage Dean-Stark avec le montage à reflux ou la distillation fractionnée.

Q33. La structure du composé A est presque toujours correcte et le mécanisme de l'acétalisation bien connu des candidats.

Q34. L'écriture du mécanisme d'addition/élimination puis de la réaction acido-basique n'est que ponctuellement bien faite. Un mécanisme de type $\text{S}_{\text{N}}2$ sur le soufre a également été accepté mais la $\text{S}_{\text{N}}1$ ne constituait pas un mécanisme correct. Par ailleurs, la réaction acido-basique devait suivre l'addition de l'alcool sur le chlore de thionyle afin que le pKa de l'hydrogène acide soit suffisamment faible pour être déprotonné par la pyridine.

Q35. Cette question, qui faisait référence à la protection de la fonction cétone, a été bien traitée par la grande majorité des candidats.

Q36. Les formes mésomères sont trop rarement bien écrites. Le formalisme des flèches de déplacement électronique n'est pas suffisamment maîtrisé, ce qui donne lieu à des formes mésomères incorrectes ou incohérentes avec les déplacements d'électrons proposés. Le carbone n°3 a étrangement souvent été identifié comme électrophile.

Q37. Le carbone n°4 a souvent été identifié comme étant le plus électrophile et, par conséquent, le plus réactif grâce à son coefficient sur la BV proposée. La théorie des orbitales frontalières est, en revanche, trop peu citée tout comme la justification du fait que l'on s'intéresse à la BV.

Q38. Cette question a très souvent été laissée de côté par les candidats. Il s'agissait d'un mécanisme, certes, un peu plus complexe mais qui était guidé par les réponses aux questions précédentes.

Q39. Les énolates sont souvent bien écrits mais les candidats n'ont pas toujours fait preuve d'assez de rigueur et ont parfois écrit les énols associés, voire parfois les produits de C-alkylation. La justification du contrôle thermodynamique et de l'obtention de l'énolate le plus substitué est absente de la plupart des copies.

Q40. Ce mécanisme, comportant une séquence acido-basique puis une SN_2 a généralement été bien écrit par les candidats.

Q41. Cette question a été relativement bien traitée par les candidats qui avaient la possibilité de calculer le nombre d'oxydation du carbone fonctionnel dans les molécules T et V ou d'écrire une demi-équation montrant que T était l'oxydant et V le réducteur. La mention d'une diminution du nombre d'oxydation n'était pas suffisante.

Q42. La structure des molécules I et J est le plus souvent juste. Il convenait toutefois de représenter la totalité de la structure et pas seulement la partie réactive.

Q43. Les candidats ont généralement vu l'intérêt de l'étape de thioacétalisation et on globalement su décrire la séquence réactionnelle mais peu nombreux ont été ceux qui ont mis en relation les différentes étapes et justifié leur chronologie.