

Rapport du jury Épreuve spécifique e3a polytech Physique – Chimie PC 2023

Le sujet e3a Physique – Chimie PC 2023 abordait diverses parties du programme de PCSI et PC en Physique et en Chimie :

- Sur la partie Physique (50 % du barème) :
 - La partie 1 abordait quelques aspects de l'hydrostatique, appliquée aux sous-marins.
 - La partie 2 abordait certains aspects de la dynamique des fluides parfaits ainsi que quelques aspects de la thermodynamique.
 - La partie trois portait sur la propagation des ondes électromagnétiques dans l'eau de mer.
- Sur la partie Chimie (50 % du barème) :
 - La partie 1, autour du fer, portait sur l'oxydoréduction, la cristallographie et la thermochimie.
 - La partie 2 abordait la chimie organique avec pour fil conducteur la synthèse de la fumagilline.

Quelques remarques générales :

Les candidats sont libres de répartir leur temps de composition comme ils le souhaitent entre les parties physique et chimie. La répartition des points est identique pour les deux matières. Le jury attend des candidats de consacrer un minimum de temps à chacune d'elles, en effet, les questions proches du cours réparties dans le sujet peuvent valoriser les copies des candidats attentifs.

Le jury rappelle aux candidats que passer des épreuves écrites de sélection pour accéder aux Grandes Écoles sous-entend une présentation des copies qui soit la meilleure possible. Les copies « brouillon » où il est évident que le candidat ne fait aucun effort de rédaction et de présentation ne sont pas regardées avec un œil bienveillant par les correcteurs du jury. Les abréviations ou parfois même le « style SMS » est à proscrire absolument dans une copie de concours. Il convient donc que les candidats suivent au mieux les conseils de leurs professeurs sur la tenue et l'organisation des copies.

La rigueur des réponses, parfois perçue par certains candidats comme une contrainte, doit au contraire être vue comme une aide pour détecter des expressions incorrectes (un champ de vecteurs n'est pas un champ scalaire par exemple) au même titre qu'une vérification de l'homogénéité d'un résultat littéral permet de voir une éventuelle erreur de calcul.

Le sujet comportait de nombreuses applications numériques qu'il ne fallait pas négliger.

Le jury ne se laisse pas impressionner par les tentatives de bluff qui, d'une manière ou d'une autre, desservent les candidats tentés par cette pratique. À l'opposé, il se félicite de voir dans les copies une certaine honnêteté de la part des candidats qui admettent ne pas pouvoir répondre à une question ou ne pas pouvoir aboutir dans leurs calculs.

Enfin, les candidats pourront lire avec profit les remarques faites dans les rapports de jury des années antérieures.

Les remarques plus spécifiques ci-après ont pour but d'aider les futurs candidats aux épreuves écrites. Le jury de correcteurs souhaite ainsi contribuer à une préparation plus efficace des étudiants.

Partie physique

Partie 1 :

Q1 : Cette première question a finalement été très mal traitée dans l'ensemble. Le bilan des forces de pression sur une particule de fluide est soit inconnu soit mal réalisé. Une vérification de l'homogénéité des relations demandées aurait permis d'éviter les confusions entre forces de pression et densité volumique des forces de pression.

Q2 : De nombreuses confusions entre la force volumique de pesanteur et le poids. Mêmes remarques que pour la question Q1. L'équation de l'hydrostatique est alors donnée sans réelle justification.

Q3 : La relation demandée est souvent donnée sans démonstration.

Q4 : L'expression vectorielle correcte de la poussée d'Archimède a rarement été donnée. Elle est parfois confondue avec le théorème d'Archimède. L'interprétation physique de la poussée, en termes de résultante des forces de pression, est très rarement donnée.

Q5 : Les réponses données à cette question sont souvent fantaisistes, parfois dénuées de bon sens et peu scientifiques. Dire que la coque « mince » est « mince parce qu'elle n'est pas épaisse » ne constitue pas une réponse. Mieux vaut admettre avec honnêteté ne pas savoir répondre. L'application numérique demandée, avec les unités correspondantes des grandeurs, n'a quasiment pas été traitée correctement.

Partie 2 :

Q6 : La justification de la réponse est trop souvent absente. Une démonstration, non demandée, est parfois tentée.

Q7 : Les conditions d'application du théorème de Bernoulli sont souvent connues des candidats, mais les calculs qui suivent ne sont pas toujours exacts. Le diagramme P(T) donne lieu à des erreurs sur l'emplacement des phases, d'où il découle des interprétations erronées du phénomène et des contradictions avec les réponses aux questions suivantes.

Q8 : Cette question a été assez mal traitée dans l'ensemble, la notion de perte de charge semble inconnue pour beaucoup d'étudiants.

Q9 : La réponse à cette question est très souvent mal justifiée.

Q10 : L'équation locale de conservation de la masse est souvent connue mais les calculs qui suivent n'ont pas souvent été menés à bien. Peu d'étudiants ont su traduire la condition d'imperméabilité de la paroi de la bulle.

Q11 : L'équation d'Euler est connue de la plupart des candidats, encore faut-il placer les flèches de vecteurs. Les calculs qui suivent sont trop souvent erronés (erreur de signe...).

Q12 : Quelques candidats ont tenté le calcul du temps de Rayleigh mais rarement avec bonheur.

Partie 3 :

Q13 : Les équations de Maxwell sont souvent bien citées, mais le remplacement de ε_0 par ε est parfois manqué. De trop nombreuses copies ne donnent pas l'équation locale de conservation de la charge. Un milieu, tel que l'eau de mer, peut être localement neutre ($\rho = 0$) mais posséder un vecteur densité de courant non nul, donné ici par la loi d'Ohm locale.

Q14 : « L'oubli » de la loi d'Ohm, dans la question précédente, conduisait à la mauvaise équation de propagation.

Q15 : Cette question a été en générale bien traitée par les candidats n'ayant pas oublié le terme dû à la loi d'Ohm.

Q16 : Le calcul mathématique demandé, exigeant en rigueur, mais classique dans les cours sur ce chapitre a rarement été mené correctement. L'expression du vecteur de Poynting est trop souvent incorrecte.

Q17 : Cette question a été très peu traitée.

Q18 : Cette question a été parfois abordée car l'étudiant reconnaissait une situation amenant à l'épaisseur de peau. La seconde partie de la question n'a quasiment pas été traitée.

Partie Chimie

Le sujet était composé de deux parties indépendantes, une de chimie générale (Q1 à Q12) et une de chimie organique (Q13 à Q24) et faisait appel à des connaissances de première et de deuxième année. La première partie, « autour du fer », était constituée de trois sous-parties indépendantes, traitant respectivement des différents degrés d'oxydation de cet élément, de sa structure cristalline ainsi que de la complexation de metallo-protéines avec le dioxygène, mobilisant des connaissances sur les équilibres chimiques.

La seconde partie, « synthèse totale de la fumagiline » avait pour objectif d'évaluer des connaissances de chimie organique (écriture de mécanismes réactionnels, analyse spectroscopique, calcul de rendement global...).

Le sujet comportait un grand nombre de questions très proches du cours qui ont été traitées correctement dans de nombreuses copies. Cependant, les questions un peu plus originales (notamment partie dans la partie I.3) n'ont été correctement traitées dans une poignée de copies ce qui est regrettable. Nous invitons les futurs candidats et candidates à porter une attention spécifique à la rigueur scientifique dans les justifications ainsi que l'écriture des mécanismes en chimie organique ; l'écriture des mécanismes avec des flèches allant d'un doublet vers un atome, avec des doubles flèches pour chaque étape etc. a été valorisée.

Il est rappelé que les sujets sont accessibles si les notions du cours sont bien connues et assimilées.

Commentaire détaillé :

Partie I : autour du fer

1. L'écriture d'une configuration électronique est une compétence globalement bien maîtrisée. Cependant, la justification de celle-ci a été correcte dans peu de copies. Il est rappelé aux candidats et candidates que le graphique mnémotechnique de remplissage des couches ne fait pas office de justification, et que la mention explicite de la règle de Klechkowski et du principe de Pauli était attendue. La règle de Hund, inutile pour écrire une configuration électronique, est parfois citée.
2. L'attribution des domaines du diagramme E-pH ainsi que le calcul des degrés d'oxydation ont été correctement réalisés dans la plupart des copies. Cependant, la justification de l'attribution des domaines des couples acido-basiques n'a été présente et correcte que dans quelques cas.
3. La justification de l'instabilité du fer en présence d'eau a été effectuée correctement dans la plupart des copies ; l'utilisation de termes peu précis tels que des domaines « incompatibles », « différents » a été sanctionnée.

L'écriture de la réaction modélisant la transformation, en précisant les phases des différentes espèces n'a été réalisée que dans un petit nombre de copies, ce qui a été valorisé. Il est regrettable de trouver de nombreuses équations bilans non équilibrées et où des électrons interviennent.

Les termes « corrosion », « rouille » ou « oxydation » ont été acceptés pour décrire le phénomène et étaient présents dans la moitié des copies. L'autre moitié des copies évoquent des dismutations ou médiamutations sans plus de justifications.

Les méthodes de protection contre la corrosion, n'étant plus au nouveau programme de CPGE, n'ont pas été comptabilisées dans le barème total.

4. La représentation de la maille cubique centrée ainsi que le décompte de la population de la maille ont été globalement bien réalisés.
Conformément aux nouveaux programmes, l'étude correcte d'une structure de type cubique face centrée n'a pas été pénalisée.
5. Question bien traitée dans l'ensemble des copies. Une moitié des candidats et candidates font un schéma ou une phrase pour expliquer leur calcul ce qui a été valorisé.
6. La définition de la masse volumique est maîtrisée dans la plupart des cas. Cependant, une part non négligeable de candidats et candidates confondent le volume de la maille et le volume d'un atome de fer ou/et oublient d'inclure la population dans le calcul. La gestion des chiffres significative semble parfois approximative et certains résultats sont présentés avec des unités exotiques (g/nm^3 par exemple).
7. Question bien traitée dans l'ensemble des copies. Cependant, il est regrettable que les copies ayant obtenues une valeur de compacité supérieure à 1 ne proposent aucun commentaire s'étonnant de cette valeur.
8. Question bien traitée dans l'ensemble des copies. Certains étudiants et étudiantes n'ont pas eu tous les points sur cette question car ils ont simplement recopié l'équilibre proposé en préambule sans préciser que $n = 1$ et écrit la constante d'équilibre de formation dans le cas général.
9. Question bien traitée dans de très rares copies. La définition de Y a mal été retranscrite dans la plupart des copies, en confondant le nombre total de sites ($[X] + [X(\text{O}_2)_n]$) avec le nombre de sites non occupés. Certains candidats et candidates donnent seulement l'expression finale de Y sans expliciter leur raisonnement.
10. La lecture graphique a été bien réalisée dans de nombreux cas mais une erreur dans la question précédente empêchait d'obtenir la bonne expression et valeur de β .
11. Question bien traitée dans l'ensemble des copies
12. La lecture graphique a été bien réalisée dans de nombreux cas mais l'expression de β n'a été juste que dans de rares copies. Par ailleurs, les erreurs sur les unités de pression à utiliser ont été fréquentes.

Partie II : Synthèse totale de la fumagilline

13. Question bien traitée dans l'ensemble. Cependant, certaines copies proposent les deux ions énoates sans trancher sur celui qui se forme en priorité, ce qui a été sanctionné. Par ailleurs, le formalisme de l'écriture des formes mésomères n'est pas toujours maîtrisé, les crochets et les flèches doubles ne sont pas toujours mis, et plus gênant, les flèches de déplacement électronique non plus.
14. Question bien traitée dans l'ensemble lorsque la question précédente est juste. Certains candidats et candidates proposent un produit de O-alkylation, ce qui n'était pas en accord avec les données RMN.
La rédaction de l'attribution des signaux RMN pourrait gagner en clarté dans la plupart des copies.
15. *Dû à deux erreurs de structures dans cette étape (diénophile et structure du produit), aucun point n'a été attribué à cette question.*
16. Question très bien traitée dans la plupart des copies. Cependant, il est regrettable à ce niveau d'observer de nombreuses confusions entre les fonctions chimiques.
17. Question bien traitée.
18. Question bien traitée.

19. Question bien traitée même si le vocabulaire adopté manque très souvent de précision.
20. La synthèse de Williamson n'est globalement pas totalement maîtrisée. De nombreuses copies omettent l'étape de déprotonation ou n'écrivent pas les flèches mécanistiques associées à cette étape.
21. Question globalement bien traitée même si certaines copies proposent un mécanisme en s'arrêtant à la première addition.
22. Question peu traitée et rarement correctement.
23. Cette question a été traitée dans un petit nombre de copies mais globalement correcte lorsqu'elle est abordée.
24. Question très peu traitée mais globalement juste. Certaines copies proposent une moyenne des rendements.