

Rapport du jury Epreuve spécifique e3a

Physique – Chimie PC 2022

Le sujet e3a Physique – Chimie PC 2022 abordait diverses parties du programme de PCSI et PC en physique (50 % du barème) et en chimie (50 % du barème) :

- Dynamique dans un référentiel non galiléen
- Oscillateurs forcés
- Description d'un fluide en mouvement
- Equations dynamiques locales pour les fluides
- Champ magnétostatique
- Chimie organique
- Cinétique chimique
- Orbitales moléculaires des complexes

Partie Physique

Durée : 2 heures

Remarques générales

Cette épreuve reprend deux exercices assez classiques que la plupart des élèves ont dû traiter en cours d'année de façon plus ou moins exhaustive.

Le niveau global des copies est cependant très moyen. Le manque de rigueur et de précision rend une grande partie des réponses insuffisantes.

Enfin, pour répondre à une question, il faut commencer par la lire.

Rapport détaillé

PROBLÈME 1

Un modèle simplifié de sismographe

Q1. Confusion entre coefficient de viscosité et viscosité dans au moins un tiers des copies.

Q2. La vitesse reste trop souvent dans le bilan et le "signe" de la force de rappel est adapté à partir d'un résultat constaté faux. Et il y a ceux qui laissent une réponse avec la vitesse et/ou une erreur de signe.

Q3. Les expressions des forces d'inertie ne sont pas toujours explicitées car celles des accélérations sont trop souvent absentes ou tronquées.

Q4. Absence de bilan dans de nombreuses copies.

Q5. Question très mal traitée dans la très grande majorité des copies. Résultat en partie dû à la question précédente. Un minimum d'honnêteté aurait tout de même empêché d'écrire n'importe quoi.

Q6. À quelques exceptions près cette question a été traitée correctement.

Q7. Assez bien réussie...

Q8. Une très grande partie des candidats ne fait pas de différence entre stationnaire et permanent dans ce cas et annule par conséquent toutes les dérivées.

Q9. Très mal traitée à cause de la question précédente mais un nombre non négligeable de candidats "tord" ses résultats pour confirmer l'allure de la courbe.

Q10. Seule la résonance semble connue. Le fonctionnement du sismographe n'est pas du tout compris sauf exception. Parmi ces rares candidats une partie seulement pense à l'application aux amortisseurs.

PROBLÈME 2

Un modèle simplifié de tornade

Q11. L'expression du vecteur tourbillon est peu connue de même que les propriétés de l'écoulement irrotationnel.

Q12. Les termes sont très souvent interprétés littéralement (pression constante pour un écoulement incompressible par exemple).

Q13. La définition d'une ligne de courant est souvent confondue avec la trajectoire d'une particule de fluide quel que soit le régime d'écoulement. Cette définition entraîne la proposition de lignes de courant en forme de spirales.

Q14. La majorité des candidats ayant traité cette question a choisi le calcul direct en bâclant, sauf rares exceptions, la détermination des constantes d'intégration.

Q15. La courbe semblait connue puisque certains candidats l'ont fournie sans avoir traité la question précédente. Analogie magnétique très rarement trouvée sans compter les candidats confondant champ magnétique et champ électrique.

Q16. Des problèmes d'écriture de la loi de Bernoulli dont les conditions de validité sont peu connus.

Q17. Question difficile si on ne connaît pas les conditions de validité et si on omet de négliger les effets de la pesanteur.

Q18. Voir question 16.

Q19. La relation d'Euler est très mal connue et lorsqu'elle l'est les erreurs de calculs sont très fréquentes.

Q20. Peu de commentaires pertinents. Les candidats semblent ne jamais avoir entendu parler des dégâts causés par une tornade.

Partie Chimie

Durée : 2 heures

Remarques générales

L'épreuve était composée d'un problème de chimie organique et d'un problème de chimie générale comptant pour le même nombre de points.

Le problème 3 (chimie organique) avait pour but d'évaluer la maîtrise d'un ensemble de concepts et de connaissances assimilés lors des deux années de PCSI/PC. La diversité de nature de questions a permis d'évaluer la capacité à repérer des réactions connues, écrire des mécanismes, exploiter des résultats expérimentaux en lien avec la nature du contrôle (cinétique / thermodynamique) et commenter la stéréochimie de réactions. Une part d'étude documentaire fut introduite afin d'évaluer la capacité des candidats à s'appropriier une réaction moins proche du cours et faire le lien avec un mécanisme connu.

Le problème 4 (chimie générale) traitait l'étude d'un complexe de fer(II) (tris-orthophénanthroline de fer(II)), et comportait deux sous-parties indépendantes. Une première partie concernait l'étude de l'inertie cinétique remarquable du complexe mise en évidence par le suivi spectrophotométrique d'une réaction d'hydrolyse (substitution de ligand en solvant aqueux). Cette partie permettait de valoriser un ensemble de compétences de cinétique macroscopique de PCSI jusqu'à la détermination de l'énergie d'activation de la réaction. La seconde partie permettait de comprendre l'origine de l'inertie cinétique des complexes octaédriques de fer(II) par étude de leur structure électronique. La maîtrise du programme d'orbitales moléculaires des complexes vu en PC était alors valorisée.

L'ensemble des deux problèmes de chimie constituait en majorité des questions proches du cours ayant vocation à valoriser les candidats ayant fourni un travail de compréhension du cours sans que leur maîtrise ne leur permettent d'aborder des problématiques plus complexes. Toutefois quelques questions de réflexion plus poussées ont permis de valoriser les quelques candidats dont la maîtrise est plus approfondie.

Le niveau moyen est de l'avis du jury faible. Des notions de cours essentielles et basiques ne sont pas ou peu maîtrisées. Le jury rappelle aux futurs candidats que la bonne connaissance du cours permet déjà de pouvoir traiter une part importante du sujet lors du concours e3a.

Le jury rappelle aux futurs candidats que les réponses doivent être justifiées. Si une réponse sans justification peut dans certains cas faire l'objet d'une valorisation, la totalité des points à une question n'est accordée que lorsque la réponse est dûment et succinctement justifiée.

Par ailleurs des réponses claires et courtes sont à privilégier. Les réponses longues sont souvent confuses et révélatrices d'un manque de maîtrise de la notion.

Une valorisation en point supplémentaire est accordée aux candidats ayant traités des portions complètes de problèmes afin de valoriser l'esprit scientifique plutôt que la recherche des points.

Une attention particulière doit être apportée aux questions multiples car trop de candidats omettent de répondre à certaines composantes de la question pensant avoir terminé de répondre.

Le jury rappelle que lors d'une modélisation il est nécessaire de préciser clairement la droite tracée en donnant l'équation de modélisation. En outre les paramètres de modélisation (coefficient directeur, ordonnée à l'origine et coefficient de corrélation) doivent être clairement reportés.

Le jury rappelle aux futurs candidats que la détermination d'une grandeur par régression linéaire en exploitant une série de données est plus valorisée dans la notation qu'un calcul à partir de 2 données ponctuelles, cette dernière méthode générant une plus grande erreur sur la valeur calculée.

Rapport détaillé

PROBLÈME 3

Synthèse du (-)-aromadendrène

Q21. La définition de lévogyre doit être donnée ce qui est trop rarement fait. La détermination du stéréodescripteur est correctement réalisée dans l'ensemble mais le jury insiste sur la lisibilité de la justification. Le candidat n'a pas l'obligation de représenter l'arbre de priorité CIP, une numérotation de l'ordre de priorité (1, 2, 3 4) sur la molécule est suffisante. Toutefois si un arbre est dessiné les numéros des branches doivent être reporté sur la molécule pour plus de lisibilité.

Q22. La règle de Markovnikov est trop peu citée et définie. Trop de candidats définissent cette règle avec la classe du carbone en oubliant que le carbocation tertiaire n'est pas toujours le plus stable.

Q23. Question étude documentaire dans l'ensemble correctement traitée toutefois peu de candidats commentent le caractère intramoléculaire de la substitution nucléophile et son impact sur l'ordre de réaction.

Q24. Question sur Wittig bien traitée.

Q25. De nombreux candidats considèrent 5 et 6 énantiomères.

Q26. Réponses très souvent confuses révélant de véritables lacunes d'expression écrite et de maîtrise du concept de contrôle cinétique et thermodynamique. Une réponse juste et claire est souvent courte.

Q27. Certains candidats confondent oxydant et réducteur. La justification par le degré d'oxydation du carbone dans un modèle purement ionique est souvent manquante.

Q28. Une large majorité de candidats parlent de « mésyle » ou « CH_3SO_2 » au lieu de chlorure de mésyle ($\text{CH}_3\text{SO}_2\text{Cl}$), comme s'ils évoquaient un vague souvenir, révélant ainsi d'importantes lacunes sur les ester sulfoniques. La base faible type pyridine n'est citée que par quelques candidats.

Q29. Certains candidats proposent des mécanismes d'addition / élimination. La justification du passage par un mécanisme $\text{S}_\text{N}2$ est souvent manquante ou partielle. Le profil réactionnel n'est pas maîtrisé par la majorité des candidats.

Q30. Question mal traitée, la stéréospécificité de la $\text{S}_\text{N}2$ et l'inversion de Walden ne sont que très rarement évoqués.

Q31. Question bien traitée.

Q32. Question bien traitée.

PROBLÈME 4

Échange de ligands dans un complexe de coordination

Q33. Question bien traitée.

Q34. Les états physiques des constituants ne sont donnés que par moins de 2 % des candidats, ce qui occasionne une perte de points systématique. Des erreurs de stoechiométrie sont souvent observées en raison

de la non prise en compte de la denticité des ligands : substitution d'un ligand bidentate par deux ligands monodentates.

Q35. Question bien traitée.

Q36. De nombreux candidats écrivent la nouvelle expression de vitesse en introduisant les arguments de concentration relative mais sans évoquer la dégénérescence d'ordre. Le traitement de cette question manque de rigueur.

Q37. Question plutôt bien traitée.

Q38. La loi de Beer-Lambert est bien connue mais son introduction, dans l'expression de concentration en fonction du temps établie à la question Q37, est laborieuse. Beaucoup de candidats n'aboutissent pas à une expression qui ne fait plus apparaître les concentrations mais les absorbances. Certains candidats conservent le coefficient d'extinction molaire et n'introduisent pas l'absorbance à $t = 0$ pour s'en affranchir. La modélisation faite a été trop souvent reportée avec peu de précision (équation de modélisation, coefficient directeur, ordonnée à l'origine et coefficient de corrélation). L'unité des constantes cinétiques n'est pas toujours bien reportée.

Q39. De nombreux candidats oublient le facteur pré-exponentiel de la loi d'Arrhenius qui semble trop peu maîtrisée. L'unité de l'énergie d'activation est souvent fautive. Enfin la majorité des candidats font un calcul à partir de 2 valeurs de constantes k_{app} au lieu d'effectuer une régression linéaire.

Q40. Un nombre non négligeable de candidats ne maîtrise pas la configuration électronique d'un atome ou ion ce qui est particulièrement inquiétant. Certains reportent la configuration de l'atome au lieu de l'ion, alors que d'autres retirent des électrons 3d avant 4s lors de l'ionisation.

Q41. Question très rarement réussie. Les recouvrements non nuls semblent être mis au hasard pour la large majorité des candidats. Cette partie n'est pas maîtrisée.

Q42. Question très rarement réussie. Les lignes de corrélation sont souvent mal mises (manque de précision) et le remplissage électronique est rarement correct.

Q43. Les erreurs de Q42 se reportent sur cette question.

Q44. Cette question d'ouverture plus loin du cours que les autres, a été traitée très sporadiquement.