

Concours e3a 2019  
Filière PSI  
Rapport de l'épreuve de physique-chimie

## Présentation du sujet

Ce sujet était structuré en six parties, trois pour la physique et trois pour la chimie,

- la première s'intéressait à une modélisation sommaire de la formation de la houle marine, l'instabilité de Kelvin-Helmholtz.
- la seconde partie proposait une étude simplifiée du projet SEAREV, qui utilisait le mouvement oscillant des vagues pour produire de l'énergie.
- la troisième partie s'intéressait aux fermes marémotrices, qui utilisent l'énergie cinétique de la marée pour actionner des turbines.
- la quatrième partie se concentrait sur la composition chimique de l'eau de mer.
- la cinquième partie s'intéressait à un brevet de batterie utilisant l'eau salée comme électrolyte. On y faisait l'étude du diagramme potentiel-pH du manganèse.
- la dernière partie proposait une étude thermodynamique du phénomène d'osmose chimique, lequel est utilisé dans les centrales à osmose pour produire de l'électricité.

## Commentaire général

Divers point du programme étaient investis par ce sujet : la mécanique du point, la mécanique des fluides, la chimie des solutions et la thermochimie.

De nombreuses questions de cours ou proche du cours étaient proposées aux candidats, permettant de valoriser une connaissance approfondie du programme de physique-chimie.

Certaines questions un peu plus techniques, ou demandant une maîtrise plus aigüe des concepts, permettaient de faire une distinction entre bons et très bons candidats.

Divers savoir-faire étaient investis par ce sujet : calculs techniques, analyse dimensionnelle, ordres de grandeurs, applications numériques, analyse de courbes, synthèse de documents,

...

Comme toujours, le soin et la qualité de rédaction des copies ont été appréciés.

# Analyse par partie

## Partie A

A1 : il était explicitement demandé de faire le calcul en coordonnées cartésiennes pour montrer la nullité de l'expression. Très souvent, le calcul n'a pas été mené au bout.

A2 : un schéma était attendu permettant de justifier la fonction tangente, avant de prendre la limite des petits angles.

A3 : de même, un schéma permettait de justifier les signes présents dans l'expression.

A4 : il fallait ici invoquer la continuité de la composante normale de la vitesse au niveau de l'interface. Souvent, des candidats proposent directement des expressions scalaires sans justifier leur origine.

A5 : on attendait simplement une justification basée sur la notion d'infiniment petit d'ordre 2, ce qui permettait de négliger un des termes de l'équation et d'aboutir au système demandé.

A6 : peu de candidats ont donné une réponse satisfaisante à cette question, se contentant souvent de plaquer des notions de cours (ondes planes, progressives, "généralisées", ...) sans réfléchir au fait que le terme  $\exp(kz)$  ne comportait qu'un terme réel, et n'était donc pas périodique ! Le terme temporel  $\exp(\sigma t)$  a encore plus rarement été commenté.

A7 : quelques candidats ont su, souvent en s'appuyant sur leur cours de sciences industrielles, reconnaître qu'il fallait que la partie réelle de  $\sigma$  (donc  $\lambda$ ) devienne positive pour que le système présente une instabilité.

A8 : trop souvent dans cette question, les candidats ont "simplifié" par  $\exp(ikx + kz + \sigma t)$ , alors que le terme en  $z$  n'était pas présent dans tous les termes. Il fallait ici se reposer sur le fait que la déformation de l'interface était faible, donc que  $\exp(k\eta(x, t)) \approx 1$ .

A9 : si les hypothèses du théorème de Bernoulli (à savoir : écoulement permanent, parfait, incompressible et homogène) sont souvent bien énoncées, le fait qu'il ne soit valable (en l'absence de toute condition supplémentaire) que sur une ligne de courant joignant deux points de l'écoulement n'était pas toujours précisé par le candidat.

A10 : cette question a été bien traitée dans l'ensemble, même si les signes des coefficients  $a$  et  $b$  n'étaient pas toujours justes.

A11 : l'indication expliquant qu'un vent à vitesse  $U$  au-dessus d'une mer immobile était équivalent à un vent à vitesse  $U/2$  sur une mer à vitesse  $-U/2$  a très rarement été prise en compte, donnant des résultats faux. Par ailleurs, il était demandé de relever graphiquement la valeur de  $k_{min}$ , et non pas de la recalculer à partir de la formule (ce qui a trop souvent été fait).

## Partie B

B1 : cette question demandait de la part du candidat de l'initiative personnelle en terme de raisonnement. Ceux qui l'ont traitée ont souvent trouvé une expression correcte, même si l'analyse dimensionnelle ne pouvait pas à elle seule résoudre la question.

B2 : comme souvent sur les questions d'application numérique, on aurait souhaité d'avantage de clairvoyance de la part des candidats : ainsi, l'ordre de grandeur à trouver étant de l'ordre du TW d'après le texte, il aurait fallu s'étonner de réponses de l'ordre de  $10^3$  ou  $10^{21}$  W.

B3 : une question dans l'ensemble bien traitée.

B4 : si la dérivation du terme lié au mouvement du point d'attache du pendule s'est souvent faite sans soucis, le jury s'étonne du nombre important de candidats ne sachant pas

exprimer l'accélération d'un point en coordonnées polaires lorsque le rayon reste constant.  
B5 : dans cette question de dynamique du point ont été appréciés les candidats qui définissent un référentiel, un système d'étude et effectuent un bilan des forces avant de se lancer à corps perdu dans le calcul.

B6 : trop peu de candidats ont su reconnaître le portrait de phase du pendule simple libre.

B7 : la linéarisation a souvent posé problème à des candidats qui souhaitaient faire disparaître le terme en  $\cos(\omega t)$

B8 : une fois ramené à une équation d'oscillateur harmonique, les candidats n'ont pas toujours compris qu'il suffisait de demander  $\nu < 0$ .

B9 : la comparaison avec des portraits de phase simulés n'a pas beaucoup motivé les candidats, alors qu'il suffisait de constater que le caractère borné des trajectoires dans l'espace des phases disparaissait au-delà de  $\lambda > 1$ .

B10 : les quelques candidats qui se sont engagés dans cette question ont parfois confondu la zone stable et la zone instable.

## Partie C

C1 : si cette question a dans l'ensemble été réussie, on peut déplorer que des erreurs de conversion empêchent souvent de donner les points aux candidats.

C2 : les candidats faisant appel aux différences de densité et de viscosité de l'eau et de l'air ont été valorisés.

C3 : le lien entre le débit massique et la vitesse moyenne n'a pas toujours été clair, résultant en des applications numériques fausses.

C4 : cette question de cours, lorsqu'elle était tentée, était souvent bien traitée.

C5 : on attendait ici une simple justification du fait que  $\dot{m} = \rho S v$ .

C6 : la notion de bilan n'est maîtrisée que par une faible proportion des candidats. Il ne suffisait pas ici de faire une simple soustraction entre le point 1 et le point 2.

C7 : la même remarque s'applique ici. Par ailleurs, même en invoquant la troisième loi de Newton, les signes n'étaient pas toujours corrects dans le résultat.

C8 : de nombreux candidats repèrent l'identité à utiliser pour obtenir le résultat.

C9 : souvent, les candidats n'ont pas le réflexe de dériver pour obtenir le maximum de la puissance.

C10 : question bien traitée quand elle l'a été.

C11 : ont été valorisés les candidats qui ne se sont pas limités à invoquer les frottements comme cause de limitation du rendement.

## Partie D

D1 : les règles de l'Aufbau sont souvent bien citées, malgré des orthographes fantaisistes. Cependant, une partie significative des candidats ne parvient pas à les appliquer correctement.

D2 : de nombreux candidats invoquent la stabilité apportée par une sous-couche électronique remplie pour justifier la formation des ions.

D3 : beaucoup de candidats confondent les halogènes et les alcalins.

D4 : cette question a été bien réussie dès lors que les candidats indiquent correctement les doublets non-liants.

D5 : question bien traitée quand elle l'a été.

D6 : le lien avec le dioxyde de carbone de l'atmosphère a parfois été fait, mais son impact environnemental n'a pas toujours été clairement dégagé.

## Partie E

E1 : la définition correcte du potentiel standard d'un couple rédox a rarement été donnée. Par ailleurs, tout énoncé de la formule de Nernst devrait être accompagné d'une demi-équation électronique permettant de préciser les nombres stœchiométriques associés.

E2 : une question de cours plutôt bien traitée.

E3 : la confirmation graphique d'une équation  $E(pH)$  demande de calculer une pente et une ordonnée à l'origine à partir du graphe.

E4 : les conclusions quant à l'existence d'un domaine commun entre l'espèce  $MnO_2$  et l'eau n'ont pas toujours mené aux mêmes réponses.

E5 : de nombreux candidats savent que la liaison ionique est forte et localisée, mais beaucoup moins ont su utiliser ces caractéristiques pour en expliquer les propriétés macroscopiques.

## Partie F

F1 : ce sont les potentiels chimiques qui sont égaux, et non les potentiels standard.

F2 : les quelques candidats ayant abordé cette partie connaissent bien l'expression du potentiel chimique d'un soluté.

F3 : on attendait ici une justification quant au fait qu'on intégrait à température fixée.

F4 : peu de candidats ont trouvé pour  $x$  une valeur convenable.

F5 : souvent, l'expression correcte de  $\Delta p$  est obtenue, l'application numérique est cependant rarement correcte. Un résultat de plusieurs MPa devrait intriguer le candidat.

F6 : peu de bonnes réponses.

F7 : de nombreux candidats ont entendu parler du dessalage de l'eau de mer par osmose inverse.

## Analyse des résultats

La moyenne de l'épreuve s'établit à 9,14 pour un écart-type de 3,65. Les candidats ont donc été classés en utilisant l'intégralité du spectre de notation. Cette année encore, le jury s'est félicité de la qualité de certaines copies qui faisaient preuve d'une bonne maîtrise des questions du programme. À l'inverse, un grand nombre de copies pêchaient par une mauvaise connaissance du cours comme par un souci de rédaction et de clarté quasi-inexistant. Tout candidat doit être conscient que la bienveillance du correcteur quant à sa composition est directement proportionnelle au soin et à la rigueur qu'il porte à sa copie. Lorsque le résultat à démontrer est donné par le sujet, le candidat doit se douter que le correcteur sera intransigeant sur la qualité de la démonstration. Trop souvent, on doit se contenter de manipulations algébriques semi-vérfiées qui ne font que réécrire le résultat. Si l'énoncé ne demande pas explicitement d'application numérique, la réponse attendue est une expression littérale formulée exclusivement en fonction des données du problème. Concernant les applications numériques, le jury a de nouveau relevé des valeurs totalement aberrantes ou sans unité ( $y$  compris dans de bonnes copies). Les questions plus ouvertes ont donné lieu à des réponses argumentées, ce dont le jury se félicite, mais aussi à des affirmations gratuites et fausses qui desservent la copie.