

Physique-chimie 1

Présentation du sujet

Le sujet porte sur l'étude d'un dispositif de traitement des fumées industrielles par un électrofiltre. Il est constitué de quatre parties indépendantes et aborde les thèmes suivants :

- l'électrostatique, avec notamment un document réponse à analyser et compléter ;
- la mécanique des fluides à propos de l'étude de la migration des particules dans le filtre ;
- la conversion de puissance, avec l'étude d'un dispositif de régulation de tension, d'un transformateur et d'un redresseur ;
- la chimie du programme de première année.

Analyse globale des résultats

Le sujet est de longueur convenable compte tenu de la durée de l'épreuve. De nombreux candidats parcoururent l'intégralité du sujet et traitent une grande partie des questions.

Le jury a noté de nombreuses confusions scalaire/vecteur (le potentiel V devient un vecteur, le champ \vec{E} un scalaire, ...). De même de nombreux candidats confondent équipotentielles et lignes de champs ce qui donne des schémas complétés de manière incohérente.

De nombreuses erreurs de signes montrent une certaine difficulté d'algébrisation des grandeurs ou encore d'appropriation du sujet.

Beaucoup de candidats perdent de nombreux points en négligeant les applications numériques ou en les exprimant avec un nombre de chiffres significatifs ou un signe non approprié.

Certaines copies sont écrites dans un français approximatif, ce qui nuit à la compréhension des réponses apportées par les candidats et les dessert très certainement. Soulignons également qu'il est impératif de rappeler sur la copie le numéro de la question traitée.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Partie I

A.1) Question bien traitée. Certains candidats refont cependant l'intégralité de la démonstration qui n'était pas explicitement demandée.

A.2a) Les invariances portent sur la distribution de charge et on doit en tirer les conséquences sur le potentiel sans nécessairement passer par une étude des symétries de \vec{E} .

L'intégration de la relation $\Delta V = 0$ nécessitait l'utilisation du formulaire d'analyse vectorielle fourni en dernière page d'énoncé. Cela n'a pas toujours été vu d'où des intégrations farfelues.

A.2b) La relation locale $\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}} V$ est globalement bien connue et contextualisée au problème d'étude. De nombreuses erreurs de signe sont cependant constatées lors de la dérivation.

A.3a) Question plutôt bien traitée. Quelques soucis d'interprétation cependant sur les coordonnées du centre des émettrices.

A.3b) Question qui a été très rarement bien traitée. Si l'orthogonalité des lignes de champ de \vec{E} a généralement été vue, l'orientation des lignes de champ est souvent fausse. De plus les zones de champ fort sont très souvent associées au resserrement des surfaces équipotentielles (argument non recevable ici, les valeurs des équipotentielles n'étant pas fournies) au lieu de celui des lignes de champ (les candidats ne songent pas à utiliser la conservation du flux dans le vide de charge en faisant un parallèle sur les compétences du programme en magnétostatique). Les points singuliers à champs nul ne sont que rarement étudiés et très peu justifiés.

A.3c) Question généralement bien traitée sauf en ce qui concerne la comparaison des ordres de grandeur (réponse attendue : même ordre de grandeur).

B.1, B.2) De nombreuses erreurs de signe liées au sens positif de i . Pour retomber sur un résultat cohérent avec la question **B.3**, les candidats compensent alors une première erreur par une seconde.

B.4) L'intégration est souvent bien menée mais par contre très peu de candidats proposent le bon signe pour E lors du passage à la racine.

B.5) Le passage à la limite, correct (ainsi que l'application numérique), n'est pas toujours justifié ($r \gg r_0$).

B.6) Beaucoup de points perdus par les candidats sur le nombre de chiffres significatifs. De nombreux candidats oublient également qu'il s'agit d'anions pour la densité volumique de charges.

Partie II

A.1.a–c) Le phénomène est très rarement compris et seuls les meilleurs candidats s'en sortent. Très peu de schémas sont correctement complétés. En conséquence, les questions **A.1b** et **A.1c** sont très rarement bien traitées.

Pour la question **A.1c** trop de candidats cherchent à tout prix à retrouver le résultat fourni sans regard critique sur leur démarche.

A.1d) De nouveau des problèmes de signe et de chiffres significatifs.

A.2a) Question souvent bien traitée (attention cependant à l'oubli de la valeur absolue qui conduit à un temps négatif). Certains candidats ont déduit de la relation $\text{div } \vec{E} = \rho/\varepsilon_0$ la dimension de ρ/ε_0 ce qui était tout à fait judicieux.

A.2b–c) Questions souvent bien traitées.

B) Cette question non guidée est assez proche d'un exercice classique de mécanique du point (ce que certains candidats ont bien compris). L'essentiel de la démarche de modélisation consistait à faire une hypothèse sur la vitesse pour évaluer un ordre de grandeur de R_e . Le nombre de Reynolds, faible, conduisait à une force de frottement fluide, proportionnelle à la vitesse. L'exploitation de l'équation différentielle sur la vitesse menait à la détermination de \vec{w}_{lim} et de la constante de temps demandée. L'hypothèse faite pour R_e devait ensuite être validée, ce qui a rarement été le cas.

Le recours à l'équation de Navier-Stokes, qui pourtant n'est plus au programme, a desservi les candidats.

C.1) Question rarement correctement abordée : les vitesse et dimension caractéristique de l'écoulement sont mal identifiées.

C.2a–c) La logique de l'énoncé pour faire ce bilan est rarement comprise. De trop nombreux candidats ne justifient en rien leur démarche et écrivent dans ces trois questions une suite d'égalités visant à retrouver le résultat donné en **C.2c** au détriment du sens physique.

C.2d) Question généralement bien traitée.

C.3a) Peu de candidats pensent à invalider l'approche mésoscopique.

C.3b–d) Questions généralement bien traitées.

Partie III

A.1) Question généralement bien traitée.

A.2–3) Peu de bonnes réponses. Beaucoup de candidats ne connaissent pas les caractéristiques des dipôles et/ou ne précisent pas les conventions d'orientation.

B.1) Question rarement traitée en raison de la confusion valeur efficace/amplitude maximale.

B.2) Là encore, le résultat étant fourni, de nombreux candidats cherchent coûte que coûte à retrouver le résultat en l'absence de toute démarche rigoureuse.

B.3) Question très rarement correctement traitée.

C.1) La structure du redresseur est généralement connue mais mal contextualisée au dispositif d'étude.

C.2) De nombreux candidats aboutissent au résultat contraire à ce qui est attendu.

Partie IV

A.1) Question généralement bien traitée.

A.2) Les structures sont souvent justes, mais rarement justifiées, comme la polarité. L'orientation du moment dipolaire de SO₂ est souvent fausse (sens contraire).

B.1) Peu de candidats évoquent les valeurs des pK_a pour justifier de l'apparition de charges mobiles.

B.2) Question généralement mal traitée.

Conclusion

Il est recommandé aux futurs candidats :

- de parcourir le sujet dans son ensemble (et en particulier les données généralement regroupées en fin d'énoncé) et de ne négliger aucune partie de l'épreuve ;
- de ne pas négliger les applications numériques et d'exprimer les valeurs avec un nombre approprié de chiffres significatifs.

Le jury tient également à souligner le niveau tout à fait remarquable de certaines copies et encourage tous les candidats à persévérer dans leurs efforts.