PSI

CONCOURS COMMUN INP 2026

RAPPORT DE L'ÉPREUVE ÉCRITE DE PHYSIQUE-CHIMIE

1/ COMMENTAIRES GENERAUX SUR L'ÉPREUVE

Les objectifs de cette épreuve sont similaires à ceux des années précédentes. Les candidats doivent maîtriser les compétences construites à partir du socle de connaissances et de capacités définies par les programmes de 1ière année et de 2nde année de CPGE.

L'énoncé de cette année comportait des questions d'application directe de cours, des connaissances relatives aux travaux pratiques et d'autres nécessitant une réflexion plus approfondie. Les interrogations sont de nature qualitative ou quantitative.

Le sujet comportait quatre parties totalement indépendantes portant sur le thème des semi-conducteurs et des convertisseurs de puissance.

La première partie s'intéresse au dopage des semi-conducteurs. Après avoir établi l'équation de diffusion, l'étude de la concentration du matériau dopant dans le milieu est proposée à travers l'analyse d'un document graphique.

La seconde partie interroge sur la chimie et aborde la question de la stabilité du silicium en présence de dioxygène. L'épreuve de modélisation de cette année fait aussi appel à la chimie. Dans l'épreuve de physique-chimie, le volet chimie est volontairement plus court que les années précédentes pour respecter globalement les équilibres du programme.

La troisième partie est consacrée, dans un premier temps, à l'étude d'un circuit RLC et à la détermination de ses caractéristiques à travers l'analyse des signaux d'entrée et de sortie. Dans un second temps, le sujet propose de déterminer les valeurs de composants d'un hacheur simple à partir d'un cahier des charges.

Enfin, la dernière partie, la mieux réussie du sujet, étudie le blindage électromagnétique à travers l'étude de la propagation d'une onde électromagnétique dans un conducteur ohmique.

Le sujet était de longueur raisonnable, *ce qui a permis à tous les étudiants de le parcourir dans son intégralité*. Chacune des parties *commençait* par des questions simples, puis *se complexifiait* progressivement, *permettant ainsi aux candidats de gagner des points sur l'ensemble du sujet*.

La qualité des copies est satisfaisante. Même si plusieurs questions du sujet ne demandaient pas de grandes justifications, il est nécessaire d'argumenter les réponses. C'est souvent sur les copies ayant apporté de courtes justifications que les réponses ont été bonnes. Une lecture attentive du sujet permet souvent de répondre efficacement. De même, une application numérique d'une grandeur dimensionnée doit comporter une unité du système international ou une unité usuelle simple.

Enfin, les correcteurs rappellent la nécessité de barrer proprement la copie en cas d'erreurs. La superposition de ratures et de correction rend rapidement la lecture compliquée.

Comme les années antérieures, la note finale tient aussi compte de l'appréciation globale du correcteur qui repose sur les critères de la présentation de la copie, de l'honnêteté intellectuelle du candidat, de la rigueur des raisonnements et de la qualité de la rédaction et des argumentations.

2/ ANALYSE DÉTAILLÉE DES QUESTIONS

Partie I : Dopage des semi-conducteurs

Q1 : La loi de Fick est généralement bien connue mais les unités sont souvent fausses. Il y a des confusions entre l'unité du vecteur de courant de diffusion et les unités d'autres vecteurs de courant associés aux autres phénomènes de transport du programme. Cette erreur aurait souvent pu être évitée par plus de réflexions puisque le vecteur courant de diffusion est en général bien utilisé par la suite pour effectuer un bilan de particules.

Q2 : Le bilan de particules est souvent bien traité, même si la rédaction est parfois perfectible. On note des confusions entre scalaires et vecteurs et des égarements entre particules, moles de particules et concentrations molaire ou particulaire. Attention, il y a parfois des démonstrations trop rapides et comportant des maladresses de rédaction ou de construction, ce qui laisse penser que le résultat est simplement appris et pas entièrement compris.

Q3 : Pas de problème pour cette question simple, pourvu que les questions précédentes soient justes.

Q4 : Question bien traitée. Quelques candidats ne font pas intervenir D mais une vitesse de diffusion non mentionnée dans l'énoncé.

Q5 : Les candidats ont eu du mal à traduire mathématiquement la conservation du nombre de particules sur l'ensemble du substrat à chaque instant.

Q6 : Beaucoup de bonnes réponses à cette question. L'expression finale n'est parfois pas entièrement simplifiée et contient un terme en ln(e) non réduit.

Q7 : Question simple qui nécessitait une justification, même courte sous la forme d'une phrase par exemple.

Q8 : L'exploitation du graphique a posé problème. Les calculs pouvaient être compliqués si le candidat prenait deux points au hasard mais on pouvait remarquer, par une bonne lecture de l'énoncé, que la concentration en 0 à t_1 était proche de 100*e. On pouvait alors faire le lien avec la question **Q6**.

Partie II : Forme stable du silicium

Q9 : Question bien traitée par les candidats.

Q10 : Le calcul de l'enthalpie standard de réaction et l'interprétation de son signe n'ont pas posé de problème.

Q11 : La justification du signe de l'entropie standard de réaction est parfois manquante ou fausse.

Q12 : Les candidats se sont souvent arrêtés au calcul de la constante d'équilibre pour cette question. Pour obtenir tous les points attribués à cette question, il fallait comparer le quotient de réaction et la constante d'équilibre ou déterminer le signe de l'enthalpie libre de réaction de façon à mettre en évidence la rupture d'équilibre.

Partie III : Circuit RLC et hacheurs parallèles

Q13 : Les calculs menant à l'équation différentielle sont bien menés. Beaucoup choisissent une méthode complexe et c'est une démarche recevable. En revanche, l'identification des coefficients ω_0 et surtout Q a parfois posé des difficultés.

Q14 : Cette question très classique n'a pas toujours été bien traitée. Les arguments étaient régulièrement erronés. Q est souvent comparé à $\frac{1}{\sqrt{2}}$ au lieu de $\frac{1}{2}$ par manque de construction de la réponse. Attention, il n'y a pas de résonance pour une réponse indicielle.

Q15 : Il fallait remarquer dans cette question ouverte que les deux courbes étaient en quadrature de phase et justifier ainsi, à l'aide de la fonction de transfert, que la pulsation du signal d'entrée était égale à la pulsation propre du filtre. Beaucoup de copies ont seulement constaté le déphasage sans faire le lien entre ω et ω_0. Beaucoup d'erreurs proviennent d'une confusion entre un déphasage de $\pm\frac{\pi}{4}$ à la place de $\pm\frac{\pi}{2}$ pour des signaux en quadrature.

Q16 : Cette question contient une double interrogation. Une réponse complète justifie le rôle de la bobine en rapport avec les règles d'interconnexions entre une source et une charge tout deux du type tension, puis sa nécessité pour satisfaire la contrainte sur l'ondulation maximale du courant.

Q17 : Tout comme dans la question précédente, on trouve des argumentations hors sujet. Il fallait faire le lien entre la présence de la capacité et la contrainte sur l'ondulation maximale de la tension de sortie.

Q18 : Beaucoup de candidats se sont perdus dans cette question, cherchant des relations plus compliquées que celles demandées. Une lecture plus attentive de l'énoncé aurait pu les aider.

Q19 : Calcul simple et souvent bien mené pourvu qu'il soit construit. Plusieurs méthodes étaient possibles. Trop de candidats affirment que $E = \alpha U$, par mimétisme avec l'étude du hacheur série, certainement fait en cours.

Q20 : Question bien traitée également, à condition d'avoir bien compris le fonctionnement du système.

Q21 : Il fallait penser ici à la conservation de l'énergie entre l'entrée et la charge. On note des confusions entre les intensités instantanées i_1 et i_R et leurs valeurs moyennes.

Q22 : Question rarement abordée, et réussie *essentiellement* par les candidats ayant bien traité les questions précédentes.

Q23 : Beaucoup de candidats ont vu que cette question était indépendante et l'ont bien traitée.

Q24 : Question rarement abordée. Un développement limité simplifiait ici les calculs.

Partie IV : Blindage électromagnétique

Q25 : Les équations de Maxwell sont connues. La principale erreur est l'oubli que le conducteur est électriquement neutre, ce qui se répercute ensuite à la question **Q27**

Q26 : Une bonne réponse justifie par un calcul d'ordre de grandeur que le courant de déplacement est négligeable devant le courant de conduction, puis propose une expression simplifiée de l'équation de Maxwell Ampère. Le calcul des ordres de grandeurs comparés est mal maîtrisé par les candidats.

Q27 : L'équation d'onde a été trouvée dans presque toutes les copies.

Q28 : Beaucoup d'erreurs homogénéité pour l'unité de alpha. Il s'en suit des confusions entre équation de d'Alembert et équation de diffusion.

Q29 : Les candidats ont souvent trouvé la relation de dispersion mais ont eu du mal à la résoudre. Le lien entre la dispersion et la non-proportionnalité entre la partie réelle du vecteur d'onde et la pulsation est trop souvent absent.

Q30 : Question bien traitée dans l'ensemble par les candidats qui avaient fait la question **Q29**.

Q31 : Encore des problèmes d'unités ici. Les candidats ont souvent pensé au phénomène d'effet de peau vu en cours.

Q32 : Question bien traitée par les candidats qui ont résolu les questions précédentes. Les applications numériques d'ordre de grandeurs sont souvent fausses. Il y a quand même trop de réponses dissociées des questions précédentes qui sont faites au hasard.

Q33 : Les candidats ont très souvent pensé à l'effet Joule.

Q34 : Les candidats ont bien pensé à calculer la moyenne du vecteur de Poynting mais le calcul n'a pas toujours été réussi.

Q35 et **Q36** : Ces dernières questions ont souvent été abordées en fin de copie. Les mises en équation sont souvent partielles et les calculs ont rarement abouti.

3/ CONCLUSION

Les candidats sont arrivés à montrer leurs connaissances dans ce sujet. Il y a très peu de copies presque vides.

Le sujet a été mieux réussi que les années précédentes. On note toutefois un gaspillage de points par manque de rigueur, de réflexion et de précision.

Il reste, malgré les recommandations des années précédentes, beaucoup de copies à la présentation perfectible. De même, un effort est demandé sur la précision du vocabulaire et la qualité de la rédaction.

Les correcteurs recommandent aux candidats, et à chaque question, de bien lire l'énoncé de façon à s'en approprier pleinement le contenu, puis de vérifier l'adéquation entre la demande et la réponse pour ne rien oublier ou sombrer dans le hors sujet.

Encouragements aux candidats qui ont montré qu'ils avaient travaillé leur cours et qui prennent le temps de justifier leur réponse, félicitations à ceux qui savent traiter des questions nouvelles.