

## Partie II

Cette partie étudie à l'aide d'un modèle unidimensionnel puis tridimensionnel les conséquences de l'empreinte laser sur les germes des instabilités hydrodynamiques étudiées précédemment. Son objectif et son esprit étaient clairement définis par les titres utilisés par l'auteur de l'énoncé.

II]A) Tout comme le début de la partie I, les questions sont assez techniques et proches du cours. Le jury a récompensé les candidats qui ont fait preuve d'une grande rigueur.

II]A)1) Une réponse complète rappelle les expressions des forces magnétique et électrique, puis relie les ordres de grandeur des amplitudes de  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$  avec la célérité  $c$  de la lumière, pour mentionner enfin le caractère non relativiste des particules.

II]A)2) Le jury a accepté les deux réponses : champ électrique non stationnaire ou onde stationnaire, mais elles doivent être justifiées.

II]A)3) Nous conseillons aux candidats de lire rapidement le sujet de façon à s'imprégner du contenu et de l'esprit de l'énoncé. Ici, il n'est nullement dit que l'axe des  $\vec{x}$  est horizontal. La réponse qui consiste à négliger le poids car sa projection est nulle suivant  $\vec{x}$  n'est donc pas recevable. Non seulement, il n'aurait pas été négligé mais n'aurait pas eu de contribution dans l'étude du mouvement suivant l'axe des  $\vec{x}$ , mais en plus cette réponse est incompatible avec la généralisation tridimensionnelle qui suit.

II]A)4)5)6) Une bonne rédaction fait référence aux conditions initiales, explicite les passages aux valeurs moyennes et justifie les identifications.

II]B) Tout comme précédemment, il ne faut pas négliger les parties techniques (développements limités et passages aux valeurs moyennes...).

II]B)4) On ne peut pas définir une énergie potentielle par une formule du type :  $dE_p = -\vec{F} \cdot d\vec{M}$  Toutes les forces ne sont pas conservatives !

II]B)5) Attention à bien lire l'énoncé, on trouve souvent des réponses partielles, il y avait trois interrogations.

II]C)D) Compte tenu du temps limité de l'épreuve, ces parties ont souvent été délaissées.

Les candidats qui ont traité la partie C se sont bien adaptés aux notations. En revanche, pour la partie D, il y a toujours cette difficulté à construire une argumentation claire et précise dans un français correct. L'analyse et la communication font partie intégrante des compétences d'un futur ingénieur. Nous conseillons donc aux futurs candidats de ne pas négliger les séances de travaux pratiques hebdomadaires, tant en ce qui concerne le fond (esprit critique, analyse de la situation...) que la forme (rédaction des comptes rendus).

## Partie III

Cette partie fait appel aux compétences développées lors des séances de travaux pratiques d'optique en première année. Elle a été la moins bien traitée des trois. Sauf pour la première question, l'élaboration d'un schéma propre et clair pose des difficultés. En III]C), peu de candidats ont pensé à utiliser la relation de conjugaison aux foyers.

## Conclusion

Un sujet d'écrit n'a pas pour ultime objectif l'évaluation des connaissances techniques et théoriques acquises en cours ou en travaux dirigés. Il valorise l'ensemble de la formation suivie en classes préparatoires. Il ne faut donc pas négliger les compétences spécifiques attachées aux activités de laboratoire à savoir l'analyse d'une situation physique, l'esprit critique et la communication. Nous conseillons aux futurs candidats de ne négliger aucun aspect de cette formation.

# Physique-Chimie

## Présentation du sujet

À travers l'étude du milieu sanguin, le sujet de Physique-Chimie 2009 abordait les thèmes suivants :

- La stabilité du pH d'une solution aqueuse (effet tampon) ;
- La mesure de la concentration de dioxygène dissous et sa consommation ;
- L'écoulement d'un fluide visqueux dans un tube ;
- Les ondes de pression et le pouls.

Les compétences évaluées par ce sujet étaient variées : questions de cours, lecture de courbes et de diagrammes, discussion de valeurs numériques, modélisation de lois à partir de mesures...

## Analyse globale des résultats

Comme les années précédentes, les meilleures notes ont récompensé les candidats qui, sans avoir traité l'intégralité du sujet, se sont employés à répondre aux questions avec précision, rigueur et clarté.

Les quatre parties indépendantes formant le sujet ont permis aux candidats de montrer leurs qualités scientifiques et leur savoir-faire dans de nombreux domaines de la Physique et de la Chimie.

Si la tenue de certaines copies laisse beaucoup à désirer, la plupart d'entre elles est claire, voire présentée avec soin, les résultats mis en évidence, l'écriture aérée et régulière. Le jury rappelle qu'une copie est un moyen de communiquer avec le correcteur et qu'elle se doit de marquer le respect envers son destinataire. Les copies les plus mal présentées, outre le fait que les réponses illisibles ne sont pas notées, peuvent voir leur note finale minorée.

### Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Certaines questions ont reçu de nombreuses réponses erronées ou imprécises. Voici les principales remarques du jury à leur sujet.

#### Partie I - Le sang, un milieu tamponné

- A1-B1 La règle de l'octet semble inconnue de bons nombres de candidats, de même que la géométrie d'une molécule d'après la théorie VSEPR et plus encore sa représentation de Cram.
- A2 Il y a confusion entre « n » chiffres significatifs et « n » chiffres après la virgule.
- B2-B3 Le calcul, simple, du pH sanguin aurait dû être réussi par plus de candidats.

#### Partie II - Le dioxygène : mesure in vivo et consommation animale

- A1 Les liaisons entre les atomes sont très souvent placées au hasard et le fluor est quelquefois confondu avec le chlore !
- A3c Il faut distinguer potentiel standard et potentiel d'équilibre.
- A4a-b-c La relation entre l'intensité **électrique** et le courant de particules nécessite d'utiliser la charge électrique  $e$  ou la constante de Faraday.
- A5c Une tension trop élevée pouvait provoquer une électrolyse du solvant, ici l'eau.
- B1-4 Il s'agissait dans ces questions d'établir une loi d'échelle liant la durée de vie d'un mammifère à sa masse, puis de déterminer la masse minimale d'un mammifère obéissant à cette loi. L'utilisation de plus de deux points de mesures est souhaitée pour en vérifier la validité.  
De plus, les applications numériques doivent respecter à la fois la cohérence de leur valeur et le nombre de chiffres significatifs des données. Le résultat «  $P = 1\,183\,402\,246\text{ W}$  », pour la puissance perdue par un être humain, est doublement aberrante.
- B5 Les bilans énergétiques en régime permanent sont mal appliqués ; les calculs sont en outre rendus plus difficiles voire bloqués par une mauvaise maîtrise des éléments différentiels.  
Le rapport  $e/R$  est souvent étudié à  $e$  constant !

#### Partie III - Écoulement stationnaire dans un tube cylindrique

- A1 La dépendance de la vitesse par rapport à  $r$  seul provient de l'hypothèse d'incompressibilité du fluide, et non des symétries de l'écoulement.
- A3 La notion d'écoulement rotationnel est souvent mal assimilée, en particulier son lien avec une rotation **locale** du fluide. Notons qu'il y a confusion entre le caractère turbulent/laminaire et rotationnel.
- A5 Le correcteur n'est pas dupe d'une fausse démonstration quand le résultat figure dans l'énoncé. En particulier, ici, il attendait les conditions sur les parois et au centre du tube.
- A8 Une résistance hydraulique négative aurait dû faire réagir les candidats et entraîner la correction du signe faux.
- B Le nombre de Reynolds a été extrêmement mal utilisé, la longueur caractéristique n'étant pas dans cette question la longueur du tube mais plutôt son diamètre.

#### Partie IV - Onde de pression sanguine

- A L'équation d'Euler a été trop souvent confondue avec celle de Navier-Stokes.  
Les bilans demandés (masse, quantité de mouvement) sont bâclés.
- B La linéarisation des équations a été souvent erronée car la **dérivée seconde** par rapport au temps a été prise pour un terme du **second ordre** !  
La célérité de la lumière  $c$  n'avait bien sûr aucune raison d'intervenir dans l'expression de la vitesse de phase des ondes de pression  $v_\varphi$ .

### Conclusion

À côté des erreurs classiques qu'un correcteur s'attend à rencontrer dans des copies, il y a des erreurs graves qu'un candidat scientifique devrait pouvoir corriger de lui-même. Ainsi en est-il de l'homogénéité des grandeurs, de signe manifestement faux, des valeurs numériques aberrantes et des erreurs d'arrondis. Plus sérieusement encore, la non connaissance de relations simples du cours ou la

maladresse des calculs des éléments différentiels révèlent un manque de travail flagrant.

Le jury souhaite qu'à l'avenir la lecture des rapports des concours puisse éviter aux candidats les fautes les plus fréquentes.

## Sciences industrielles

L'épreuve de Sciences Industrielles pour l'Ingénieur contribue à classer les candidats au concours de la banque Centrale-Supélec. Elle permet d'évaluer un ensemble de compétences spécifiées dans le programme de S2I de PCSI et PSI en leur proposant d'analyser un système industriel et d'en valider les performances.

### Présentation du sujet

Le support retenu pour cette session est une pompe turbo-moléculaire qui permet de réaliser un vide de l'ordre de  $10^{-9}$  mbar dans une cellule conçue pour imprimer des circuits par photolithographie. Ce support, de très haute technologie, a été retenu car sa conception est innovante et sa réalisation a nécessité le choix de composants performants dont le comportement et l'organisation peuvent être analysés avec les compétences attendues en fin de PSI.

Pour en faciliter la compréhension, le sujet est décomposé en cinq parties. Chacune d'elles propose aux candidats de se mobiliser pour résoudre une problématique explicitée en début de partie.

Ainsi, l'objectif de la première partie est de justifier le choix des paliers magnétiques pour le guidage du rotor par une analyse technique qui permet d'évaluer la connaissance de solutions et la capacité à les modéliser. La seconde partie, consacrée à la validation des critères du cahier des charges fonctionnelles au démarrage, permet d'évaluer la capacité à formuler des hypothèses simplificatrices. La troisième, finalisée par la proposition d'un modèle de comportement du palier magnétique, mobilise les compétences attendues en asservissement et en particulier le passage dans le domaine de Laplace. La quatrième, consacrée à la proposition d'un modèle de comportement dynamique du rotor en phase de rotation permet de valider la maîtrise de la dynamique d'une part et la linéarisation au premier ordre d'autre part. Enfin la cinquième partie finalisée par l'amélioration du modèle pour tenir compte de la position des capteurs inductifs permet d'identifier les candidats qui, en plus des connaissances développées en formation, dégagent une maturité sur les concepts de la discipline.

### Analyse globale des résultats

Les prestations des candidats suscitent de la part du jury quelques remarques générales, dont la plupart sont similaires à celles des années précédentes, et quelques remarques spécifiques à cette session :

- le sujet a permis à l'ensemble des candidats de s'exprimer. Ceux qui ont le moins bien réussi n'ont abordé que partiellement les parties I, II et III, tandis que les meilleurs ont traité la totalité du sujet, sans toutefois obtenir la totalité des points ;
- bien que chaque partie soit indépendante, les rares candidats qui ont abordé les questions dans un ordre aléatoire en allant à la « pêche » aux points ont généralement mal réussi car ils n'ont pas su bénéficier de la construction logique du sujet ;
- il subsiste toujours quelques candidats « irréductibles » ayant une écriture illisible et/ou une présentation proche du brouillon. Ils ont été sanctionnés par les correcteurs qui ont minoré la note globale ;
- les pages de « verbiage écrit » doivent être remplacées par des explications claires et concises, appuyées par des schémas pertinents. L'utilisation de la couleur est fortement conseillée, aussi bien dans les tracés et schémas que dans la mise en valeur des résultats et points clés du raisonnement ;
- certaines réponses, données sans aucune justification, n'ont pu être prises en compte ;
- les résultats numériques sans unité sont lourdement sanctionnés ;
- encore trop de candidats ne prennent pas le temps de vérifier l'homogénéité des résultats, ni de faire les applications numériques lorsqu'elles sont demandées, et encore moins d'en faire une analyse critique (ordre de grandeur, nombre de chiffres significatifs adapté) ;
- le jury a regretté que des candidats oublient de rendre le document-réponse ;
- les meilleurs candidats réussissent car ils montrent de réelles capacités à analyser, à calculer et à critiquer.

### Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

#### Partie I

Tous les candidats ont abordé cette partie. Mais le jury est un peu « déçu » des résultats car l'analyse technologique est très mal traitée. Manifestement, peu de candidats possèdent la maîtrise de « quelques » solutions constructives. À l'analyse du réel, ils préfèrent les calculs.

Bien que la Q4 commence par « Montrer que... », la plupart des candidats justifie le déséquilibre statique par des considérations évidentes telles que « le centre de gravité n'est pas sur l'axe », sans aucune justification numérique.