

sûr pas, se contenter de  $\varepsilon_r = 1$  pour répondre.

IIB1a) La réponse attendue était que l'onde à la sortie de la lentille était une onde plane. « L'onde est parallèle à  $Ox$  » est une formulation à éviter : doit-on comprendre rayons lumineux, surfaces d'ondes ... ? Un dessin de rayon permettait de noter que l'onde plane réfléchie sur  $M_2$  faisait un angle  $2\alpha$  avec l'axe  $Oz$ .

IIB1b) La question précédente permettait de guider les candidats dans le calcul d'un déphasage de deux ondes planes. Beaucoup ont utilisé les résultats du cours avec un calcul simplifié près des miroirs dans le cas où la source est étendue, ce qui n'était pas acceptable dans le cas présenté par le sujet, où le calcul était demandé à un endroit quelconque du champ d'interférences.

IIB1d) Rappelons que la localisation dépend de la nature de la source (ponctuelle ou étendue). Par ailleurs le terme optique à utiliser est « interférences non localisées » et non pas « interférences délocalisées » !

IIB1f) Confusion fréquente entre différence de marche et déphasage.

IIB1i) On obtenait le même interfrange que précédemment. L'interposition de la lame de verre ayant pour conséquences une baisse du contraste et un décalage des franges.

IIB2) Peu de candidats ont traité cette partie où figurait un calcul non trivial en e).

Le reste du sujet, mise à part les questions de cours au début de IIB3), a été peu traité par faute de temps.

## Conclusion

Il s'agissait d'un sujet long avec certaines parties assez proches du cours. Il n'était pas nécessaire de tout faire pour avoir une excellente note.

Nous conseillons aux futurs candidats :

- de connaître parfaitement le cours. Sa simple connaissance permettait de s'en sortir avec une note très honorable ;
- de connaître quelques ordres de grandeurs (longueur d'onde d'un laser de travaux pratiques, etc ...) ;
- de lire l'énoncé en entier en début d'épreuve pour constater l'indépendance des parties et sous parties, de remarquer quelles sont celles qui semblent les plus faciles ou les plus proches du cours ;
- de faire correctement et précisément les questions car il est plus rentable d'en faire peu mais bien que de bâcler tout !

# Physique-Chimie

## Présentation du sujet

Le sujet de Physique-Chimie 2010 traitait de l'eau de mer, des halogènes et du chauffage domestique par induction.

Il comprenait deux problèmes, l'un de chimie, l'autre de physique, et comprenait soixante huit questions réparties en six parties indépendantes. La chimie représentait près de la moitié des questions.

Les thèmes étudiés étaient les suivants :

### Chimie

- Électrolyse de l'eau de mer, production du dichlore, dessalement de l'eau de mer.
- Oxydoréduction par voie sèche, diagrammes d'Ellingham.
- Addition des halogènes sur l'éthylène, stéréochimie, cinétique chimique.

### Physique

- Calcul de champs magnétiques.
- Chauffage par courant de Foucault.
- Thermodynamique, diffusion thermique.

Les compétences évaluées par ce sujet étaient très 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 six 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 plupart des copies sont claires, voire présentées avec soin, les résultats mis en évidence, l'écriture aérée et régulière, la tenue

de certaines d'entre elles laisse beaucoup à désirer. Faut-il rappeler qu'une copie est destinée à être lue et qu'elle se doit de marquer un minimum de respect envers son lecteur ? Les gribouillis en marge, les questions mal numérotées, les paragraphes recouverts de « blanc » puis réécrits sont du plus mauvais effet. Les copies les plus mal présentées, outre le fait que les réponses illisibles ne sont pas notées, peuvent voir leur note finale minorée. Quelques rares copies font le (mauvais) choix de « papillonner » d'une partie à l'autre. Cette technique, auto-pénalisante, ne donne jamais de bons résultats.

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

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

### **Partie I - Quelques utilisations industrielles de l'eau de mer**

- A1-2-3 Les surtensions étaient données pour une densité de courant bien précise. Le graphe des courbes intensité-potentiel devait indiquer cette valeur.
- A3b Très peu de candidats ont utilisé les bonnes courbes, avec la condition des courants opposés.
- A4a Très peu de bonnes applications numériques, pour une expression simple !
- A4b Le mercure n'est pas utilisé à cause de sa toxicité et non parce qu'il est liquide à température ambiante.
- B1 Mention spéciale pour le rôle de l'enthalpie libre. Le jury a été extrêmement surpris de constater que **la fonction G était nulle à l'équilibre** dans un très grand nombre de copies et même dans de très bonnes copies ! Bien sûr, ceci entraînait une cascade de résultats aberrants par la suite.
- B2a Quelques trop rares candidats ont pensé à préciser que l'état standard stipulait la pureté chimique du corps.
- B2c Beaucoup trop de contorsions (voire de malhonnêtetés) mathématiques pour atteindre le résultat donné dans la question. Le jury n'est pas dupe de ces calculs qui s'arrangent comme par magie.
- B2d Une seule bonne application numérique sur sept cents ! Il faut penser à l'unité de pression, le pascal, au facteur 2 dû à la concentration totale en ions, à la concentration en  $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$ .
- B3 Le principe du dessalement par osmose inverse a été souvent mal compris. La nécessité d'eau pure n'est pas un obstacle dirimant.

### **Partie II - Oxydo-réduction par voie sèche**

- A1-2-3 Les résultats numériques nécessitent des unités. Les échelles proposées doivent être respectées. La notion d'affinité chimique, bien définie, rend particulièrement intéressante l'utilisation des diagrammes d'Ellingham et permet de placer correctement le métal et son chlorure de part et d'autre de la courbe.
- B2 La variance doit être bien définie. Il est indispensable de signaler qu'elle concerne des paramètres **intensifs**.

### **Partie III - Addition des halogènes sur les alcènes**

- A1-2-3 Peu de candidats ont vu qu'une addition sur le composé (Z) produisait un mélange racémique d'enantiomères alors que l'addition sur le composé (E) aboutissait à une molécule achirale. La règle CIP est rarement explicitée.
- B1-2 Le jury a valorisé l'observation de la dégénérescence de l'ordre, l'utilisation de la bonne fonction de la concentration, la validation de l'ordre de la réaction, la valeur des constantes de vitesse avec la bonne unité. Une question longue à traiter ne doit pas rebuter les candidats.

### **Partie IV - Calcul de champ magnétique**

- A-D Des analyses de symétrie et des calculs de champs très classiques étaient demandés. Le jury s'attache donc à une rigueur sans faille dans l'énoncé de ces symétries et dans la maîtrise de ces calculs. Si le résultat de B créé par une spire est connu, le calcul est souvent bancal. Quelques candidats se contentent de l'argument « d'après le cours » !

### **Partie V - Étude des courants de Foucault**

- B2-4 Là aussi, il était important de convaincre le jury en détaillant bien les étapes des calculs, notamment lorsque le résultat est donné dans l'énoncé.
- B5 Il fallait se souvenir (ou retrouver) qu'une racine carrée de l'imaginaire  $i$  est  $(1+i)/\sqrt{2}$ .
- B9 L'épaisseur de peau et son interprétation ont plutôt été bien retenues.
- C1-4 Si l'expression de la puissance volumique de l'effet Joule a souvent été bien écrite, il en va autrement du calcul de la puissance totale dans le volume du matériau. L'erreur fréquente consistait à oublier l'expression de l'élément de volume en coordonnées cylindriques ! Peu de candidats s'aperçoivent que  $\omega$  et  $\mu_r$  apparaissent également dans  $\delta$  pour conclure.
- C5 Il n'était pas raisonnable de trouver une puissance dissipée de 4 mW, ni bien sûr de  $10^{17}$  W. Le jury souhaite que des applications numériques visiblement aberrantes soient revérifiées
- C6c La dissipation par hystérosis **s'ajoute** à la dissipation par courants de Foucault.

## Partie VI - Thermodynamique

B2 L'établissement de l'équation de diffusion thermique, très classique, s'appuie sur le premier principe et la loi de Fourier. Le jury s'attache à la rigueur des expressions, des définitions (un vecteur n'est pas un scalaire !), des schémas (très utiles), de l'utilisation des éléments différentiels et bien sûr du bilan énergétique. Un bilan bâclé, incomplet ou malmené est toujours sanctionné.

### 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, des signes manifestement faux, des valeurs numériques aberrantes. Plus grave, la méconnaissance de relations simples du cours révèle 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 permet d'évaluer chez les candidats 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 des performances.

### Présentation du sujet

Le support retenu pour cette session est une orthèse, de type exosquelette, qui contribue, entre autres applications, à l'aide au handicap et au développement de la tonicité musculaire de l'épaule et du bras. Installée sur le dos du patient et liée à la fois au bras et à la main, elle offre une résistance aux mouvements de la main. Cette orthèse, étant assimilée à un robot poly-articulé constitué de quatre axes, l'objet de l'étude est la synthèse d'une loi de commande qui permette de générer des efforts articulaires résistants.

Pour en faciliter la résolution, le sujet est décomposé en trois parties. Chacune d'elle propose au candidat de se mobiliser pour résoudre une problématique explicitée en début de partie. La première partie, relativement courte, permet d'évaluer la capacité du candidat à s'approprier la problématique. La seconde a pour but d'évaluer sa capacité à modéliser et caractériser la chaîne cinématique constituée d'un moteur à courant continu, d'une chaîne de transmission par câbles de raideur finie et d'un double cardan en vue de proposer une structure de commande du couple sur l'articulation. La troisième finalisée par la synthèse de la loi de commande permet d'évaluer la compétence à proposer et valider un modèle dynamique de deux axes, caractérisé par les couples aux articulations en entrée et les positions en sortie puis à exploiter ce modèle pour le calcul des paramètres de la loi de commande.

### 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. Les moins bons n'ont abordé que partiellement les parties 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 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 cohérente 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 ;
- 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 sanctionnés ;
- bien que le jury note une amélioration par rapport à la session précédente, 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) ;
- les meilleurs candidats réussissent car ils montrent de réelles capacités à analyser, à modéliser, à calculer et à critiquer.