

tions aux limites imposées aux champs  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$  sur le miroir ont été très mal retranscrites (confusion entre  $x$  et  $x'$ , parfois absence de  $x$  ou  $x'$ , et même condition limite écrite en tout point). Pratiquement tous les candidats se sont focalisés sur le calcul des amplitudes des champs et en ont oublié l'essentiel à savoir le calcul des fréquences ; ils trouvent très souvent des pulsations  $\omega_i$  et  $\omega_r$  égales sans s'en émouvoir alors qu'ils étudient l'effet Doppler. En outre, ils ne se sont jamais posé de questions en écrivant à la question suivante que les résultats obtenus sont tout à fait conformes avec la formule proposée par l'énoncé sous la forme  $f_r = f_i \left(1 - \frac{v_0}{c}\right)$ .

À la question pourquoi a-t-on  $|E_r| < |E_i|$ , la plupart des étudiants a répondu par un calcul plus ou moins douteux et n'a pas compris qu'il fallait justifier ce résultat par un commentaire physique.

Notons enfin que le jury a été très indulgent dans la notation de cette partie étant donné qu'il y a ambiguïté à utiliser la transformation galiléenne du champ électromagnétique pour étudier la réflexion d'une onde sur un miroir mobile.

Si le calcul des vitesses  $|V_r|$  fut souvent correct, celui des incertitudes  $\Delta|V_r|$  le fut rarement.

### Partie II.C – Mesure d'angles

Les étudiants ont ici grappillé quelques points. Cependant, les signaux en  $A_1$  et  $A_2$  de la forme  $A_e \cos 2\pi f \left(t + \frac{D_1}{c}\right)$  et  $A_e \cos 2\pi f \left(t + \frac{D_2}{c}\right)$  furent relativement nombreux et l'analogie avec les interférences optiques a toujours été très superficielle.

### Conclusion

Nous avons indiqué l'an dernier que nous serions nettement plus sévères avec les candidats qui négligeaient la présentation de leurs copies. C'est donc ce que nous avons fait pour favoriser les candidats qui avaient fait un réel effort de rédaction.

## Physique-Chimie

Le sujet se compose de deux problèmes de physique indépendants et d'un problème de chimie.

L'ensemble porte sur le programme de seconde année.

### Partie I : Alternateur de bicyclette

Un grand nombre de candidats n'a pas compris qu'une bobine comportant  $N$  spires placées dans un plan était tout simplement une bobine « plate » et non un solénoïde.

Ensuite, des fautes surprenantes sont à déplorer telles que celles commises dans le calcul du produit scalaire où l'on trouve  $\sin(\omega t)$  ou pire  $\omega t$  à la place de  $\cos(\omega t)$ .

La transcription dans le domaine complexe de l'équation différentielle vérifiée par  $i(t)$ , méthode à laquelle certains candidats ne pensent pas, est délicate pour beaucoup d'entre eux :

- « en régime permanent » est traduit par  $\frac{di}{dt} = 0$  !
- le terme en  $\sin \omega t$  pose un gros problème.

Dans l'étude du filtre, les comportements hautes et basses fréquences sont rarement évoqués.

L'expression de l'argument du filtre n'étant pas classique, elle donne lieu à beaucoup de résultats faux.

Un bon nombre de copies fait apparaître l'expression du couple exercé sur un dipôle magnétique sous forme exacte.

Peu de candidats ont abordé la réalisation pratique, pourtant traitée très correctement par quelques étudiants. Il était tout à fait possible de progresser dans cette partie en utilisant les expressions données dans l'énoncé.

### Partie II : Thermorégulation d'un cycliste

Cette deuxième partie a été abordée par la grande majorité des candidats.

La loi de Stefan est connue mais les candidats oublient de rappeler que la puissance envisagée est surfacique.

On note aussi beaucoup de fautes de signes dans l'expression de la puissance échangée par le corps humain avec l'extérieur. Les applications numériques qui en découlent (plage de températures) sont donc fausses.

Il est regrettable que l'expression de la surface d'une sphère ne soit pas connue par tous les candidats, «  $4/3$  » apparaît trop souvent !

Il est expressément demandé dans l'énoncé de faire un bilan énergétique entre deux sphères de rayon  $r$  et  $r + dr$  afin d'établir l'équation de la chaleur dans cette zone. Des candidats se contentent de parachuter «  $\Delta T$  », qu'ils ne connaissent pas en coordonnées sphériques et qu'ils n'ont du reste pas à connaître. Ils trouvent souvent une expression erronée pour la température alors qu'elle était donnée dans le texte, s'en étonnent à peine et considèrent qu'il y a une erreur dans l'énoncé ! Certains poursuivent les calculs avec leur expression, d'autres prennent quand même celle de l'énoncé.

Rappelons qu'une équation différentielle vérifiée par la température  $T$  ne doit pas comporter la densité de courant  $j$  qui est fonction

de  $T$ , le correcteur n'a pas à terminer le calcul à la place du candidat.

### Partie III : Le Chlore et ses dérivés

Cette partie a été abordée par plus de 50 % des candidats et a donné lieu à une moyenne correcte.

La famille des halogènes est relativement connue mais l'orthographe du terme l'est moins.

Les formules de Lewis restent une difficulté pour les élèves et on voit beaucoup de représentation avec un électron célibataire (un point) ou sans charges partielles.

La géométrie de la molécule est quelquefois logique (plane) et quelquefois surprenante (linéaire coudée).

Le potentiel chimique d'une espèce est une grandeur peu appréciée des candidats, l'équilibre d'un constituant au sein d'un milieu diphasé, traduit par l'égalité des potentiels chimiques du constituant dans les deux phases des deux phases l'est encore moins.

D'une façon générale, le diagramme potentiel pH est maîtrisé par les étudiants. Quelques-uns se contentent de lire le diagramme pour établir des résultats (pentes de droites, potentiel standard d'un couple). En revanche, la notion de dismutation est très mal connue.

Très peu de copies proposent des calculs exacts de concentration ou de volume d'eau de Javel à verser dans la piscine.

Les calculs des enthalpie et entropie de la réaction de Deacon sont corrects mais l'expression de l'enthalpie libre est fautive (problème de signe) sans parler de l'obtention de la valeur de la constante de la réaction. L'expression de la constante d'équilibre en fonction du nombre de moles est trop souvent fautive, les candidats ne sachant pas évaluer une pression partielle ou considérant que l'eau est en excès comme dans une réaction en solution aqueuse...

L'influence de l'introduction d'une faible quantité d'air sur l'équilibre n'a été traitée qu'exceptionnellement.

Les premières questions du diagramme binaire ont été abordées de façon correcte sauf les propriétés de l'azéotrope qui sont souvent étranges, les compositions massiques sont généralement justes lorsqu'elles sont calculées.

### Conclusion

Comme chaque année, d'excellentes copies ont été remarquées alliant de bonnes connaissances scientifiques, une interprétation claire des modèles et des calculs rigoureux.

On ne saurait trop conseiller aux candidats de connaître les notions de base telles que la résolution d'une équation différentielle en régime forcé, la réalisation d'un bilan énergétique ou encore l'écriture de l'expression d'une constante d'équilibre en fonction du nombre de moles. Ils doivent aussi avoir le souci de l'homogénéité des relations écrites.

Lorsque l'énoncé demande de rappeler un résultat classique il est inutile de fournir une démonstration détaillée. Au contraire, lorsqu'il s'agit de justifier un résultat fourni par l'énoncé, le jury attend que les candidats fassent preuve de clarté et de rigueur en signalant les détails qui leur paraissent pertinents.

Enfin les candidats doivent savoir qu'un résultat simplement parachuté de la calculatrice ne rapporte aucun point et que signaler que leur calculatrice est inopérante n'intéresse pas le correcteur.

## Sciences industrielles

### Présentation du sujet

Le sujet porte sur un système automatisé en cours de développement par les constructeurs automobiles : un restituteur d'effort pour système de transmission « clutch by wire » (l'embrayage par fil).

La conduite en ville nécessite des répétitions fréquentes de la manoeuvre d'embrayage/débrayage. Pour améliorer le confort de conduite, on peut substituer la force musculaire du conducteur, par une commande électrique de l'embrayage.

On peut aussi permettre au conducteur de choisir d'utiliser ou non la pédale d'embrayage.

Le calculateur contrôlera directement un actionneur électrique qui manoeuvrera l'embrayage de façon optimale. L'automatisation de la fonction embrayage permet de corriger les éventuelles fausses manoeuvres du conducteur, d'assurer la fonction anti-calage du moteur et de participer aux fonctions d'anti-patinage et d'anti-blocage des roues.

En cas d'utilisation de la pédale, il faut recréer les sensations du conducteur, c'est-à-dire une résistance mécanique proche de celle d'une commande mécanique classique.

L'étude du restituteur d'effort a été conduite de la façon suivante :

- analyse du système de manoeuvre d'un embrayage ;
- étude de la loi d'effort à restituer pour évaluer la puissance de l'actionneur à employer ;
- élaboration du modèle de l'ensemble de la chaîne d'énergie ;
- synthèse du correcteur de l'asservissement permettant de recopier les différentes lois d'effort imposées.