

# Sciences physiques

## Physique

Le sujet étudiait quelques propriétés des miroirs à pouvoir réflecteur élevé et faisait essentiellement appel à la partie du programme traitant de la propagation des ondes électromagnétiques.

### Remarques générales

L'épreuve comportait quelques questions relativement difficiles ; elle a permis un bon étalement des notes et certains candidats brillants ont rendu d'excellentes copies.

Si, dans l'ensemble, les copies sont assez bien présentées, la majorité des étudiants rechignent toujours à expliquer les calculs qu'ils mènent et il n'est pas rare que la réponse se limite à une série d'équations sans aucun commentaire (les étudiants craignent sans doute que les correcteurs ne sanctionnent sévèrement l'orthographe qui est bien souvent malmenée !) ; nous tenons à préciser que cette négligence n'est pas sans conséquences et qu'un résultat juste ne conduit pas systématiquement à la note maximale.

### Première partie

Les questions A/, B/, C/ n'ont pas posé de difficultés ; par contre, la question D/ a permis de récompenser les bons candidats qui ont eu l'idée de mettre l'énergie  $W_n$  sous forme d'une exponentielle de manière à faire apparaître le temps caractéristique demandé.

### Seconde partie

Cette partie, proche du cours, était destinée à vérifier que la notion d'ondes stationnaires était bien assimilée. Nous devons avouer que nous avons été quelque peu déçus par les réponses d'un certain nombre de candidats : la justification des relations  $\vec{E}(0,t) = \vec{0}$  et  $\vec{E}(L,t) = \vec{0}$  à partir des conditions aux limites sur les miroirs métalliques parfaits n'a pas été faite ou n'a pas été très claire, les fréquences propres de la cavité n'ont été trouvées qu'après de longs calculs, la justification de l'onde stationnaire a été plus qu'imprécise ; de même, de nombreuses erreurs dans l'utilisation des formules de trigonométrie et la méprise classique qui consiste à calculer le champ magnétique d'une onde stationnaire à l'aide de la relation  $\vec{B} = \frac{\vec{k} \wedge \vec{E}}{\omega}$ , ont conduit à des expressions fausses du champ électrique ou du champ magnétique de l'onde stationnaire.

### Troisième partie

Cette partie était évidemment plus difficile mais les nombreuses questions très explicites étaient destinées à aider les candidats à progresser dans le problème.

Lors des questions A.1/ et A.2/, de nombreux étudiants ont confondu amplitude réelle et amplitude complexe et ils ont complètement occulté la phase du champ électrique. Comme le résultat était donné un peu plus loin, certains ont rajouté après coup, avec plus ou moins d'élégance, mais toujours sans commentaire, des termes en  $e^{j2kLm}$ ,  $e^{jkL(2m+1)}$  ou  $e^{j2kL(m+1)}$ , le coefficient  $(2m)$  pouvant devenir  $(2m+1)$  ou  $(2m+2)$  à la suivante ; ce genre de malhonnêteté n'est pas passé inaperçu et a toujours été sanctionné.

Dans plus d'une copie sur deux, le champ magnétique a encore été calculé à l'aide de l'expression  $\vec{B} = \frac{\vec{k} \wedge \vec{E}}{\omega}$  toujours inadaptée ici.

Les questions qui suivent, portant sur l'énergie électromagnétique de la cavité, ont donné lieu à des calculs laborieux qui pouvaient parfois s'égrener pendant deux ou trois pages. Très peu de candidats ont exprimé correctement la valeur moyenne du vecteur de

Poynting  $\vec{\Pi}$ , la plupart d'entre eux utilisant la relation  $\vec{\Pi} = \frac{\vec{E} \times \vec{B}}{\mu_0}$  dans laquelle les champs réels  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$  étaient remplacés par les

champs complexes  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$  "sans précaution".

La question C3/, extrêmement facile, étudiant un circuit RLC série, n'a pas été résolue (les étudiants ne l'auraient-ils pas remarquée ?) ou l'a été très mal ; de nombreux étudiants ont commencé par écrire des équations différentielles, puis ont poursuivi leurs calculs avec la variable charge électrique  $q$  (pourquoi pas !), ... pour arriver à un résultat final parfois incorrect. La recherche de la moyenne temporelle de l'énergie stockée dans la bobine et dans le condensateur a conduit assez souvent à des expressions erronées, certains candidats confondant même les notions d'énergie et de puissance.

Les questions suivantes C.4/ et D/ n'ont été abordées que dans les meilleures copies.

Quelques candidats astucieux ont obtenu quelques points en répondant aux questions E/, à condition évidemment d'établir un bilan énergétique sans faute de signe.

### Quatrième partie

Ces questions de mécanique permettaient une diversification de cette épreuve. A notre grande surprise, la mise en équations a bien souvent abouti à des relations fausses : oubli de la force d'excitation  $\vec{f} = f_0 \cos \omega t \vec{e}_x$  ou au contraire présence de cette force sur chaque oscillateur, présence de la longueur à vide  $L_0$  dans l'expression de la force des ressorts, absence de couplage dans l'expression de la force exercée par le ressort intermédiaire, erreurs de signe multiples, parfois même présence des poids  $mg$ . Certains élèves confondent encore oscillations libres et oscillations forcées en recherchant la solution générale des équations à seconds membres nuls.

Nous devons signaler que quelques explications claires et précises introduisant les équations demandées ont toujours été récompensées.

### Cinquième partie

Très courte, elle a permis aux candidats qui ont traité ces questions de gagner quelques points facilement.

## Physique-Chimie

Le sujet comportait en chimie l'étude de quelques propriétés de l'aluminium, partie très proche du cours, et en physique celle du rayonnement du corps noir qui, en fait, balayait une large partie du programme ; l'ensemble a permis une bonne sélection des candidats.

Comme l'an passé, les candidats ont en grande majorité abordé les deux parties en commençant en général par la chimie qui permettait, lorsque le cours était su, d'obtenir facilement un grand nombre de points. Les meilleures notes ont bien sûr été obtenues par les copies qui ont équilibré les deux parties.

### Partie I- Chimie : quelques propriétés de l'aluminium

#### Etude de la configuration électronique de l'aluminium

Si les noms des nombres quantiques sont généralement connus, leur signification physique l'est beaucoup moins.

La configuration électronique de l'aluminium est très souvent correcte mais pas le calcul des niveaux d'énergie où l'on trouve que deux niveaux équivalents correspondent à deux valeurs différentes.

La définition de l'énergie d'ionisation est rarement énoncée correctement et son calcul méconnu.

L'énergie d'ionisation du magnésium, qui est plus importante que celle de l'aluminium, est souvent justifiée par le fait qu'il est plus difficile de lui arracher un électron !

#### Etude du réseau cristallin cubique à faces centrées (c.f.c.)

Cette maille est bien connue, on note des progrès par rapport aux années précédentes dans les schémas, mais les calculs de  $r$  sont trop souvent faux.

#### Les ions de l'aluminium en solution aqueuse

La méconnaissance de la définition de la constante d'acidité  $K_a$  est la principale cause d'erreur dans le calcul de  $x_1, x_2, x_3$ .

L'interprétation de l'apparition du précipité ainsi que le calcul de  $\text{pH}_1$  sont souvent corrects. La disparition du précipité a posé plus de difficultés ainsi que le calcul du  $\text{pH}$  correspondant à la solubilité minimale.

#### La corrosion de l'aluminium

Le diagramme potentiel-pH est très souvent bien tracé avec efficacité en utilisant la continuité du potentiel. Les phénomènes de corrosion sont par contre mal assimilés et l'interprétation de l'expérience des quatre tubes n'est pas très cohérente.