

Le jury souhaite ne pas pénaliser d'éventuels candidats étrangers et ne traduit pas ces carences dans la notation mais il est quand même surpris que ce phénomène touche près de la moitié des candidats.

- Le jury voudrait tout particulièrement insister sur la question I.D.2)a) :

C'était une «question de cours» ; celui-ci n'est ni connu, ni compris :

On donnait une forme quadratique  $q$  sur l'espace euclidien  $\mathbb{R}^3$  et on demandait de montrer, en le déterminant, qu'il existe un unique endomorphisme auto-adjoint  $u$  de  $\mathbb{R}^3$  tel que (en simplifiant les notations) :

$$q(X) = \langle u(X), X \rangle = 2xz + 2yz - z^2 \text{ pour tout } X = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^3.$$

L'existence, pour trois quart des candidats, consistait à proposer  $u(X) = \begin{pmatrix} 2z \\ 2z \\ -z \end{pmatrix}$  !

(et à admettre ou «démontrer» (sans grande difficulté d'ailleurs) que  $u$  est auto-adjoint, en exhibant évidemment une matrice non symétrique, sans que cela pose problème !).

La démonstration était grandement facilitée par le fait que, pour une bonne moitié des candidats, un opérateur est auto-adjoint si, pour tout  $X \in \mathbb{R}^3$ ,  $\langle u(X), X \rangle = \langle X, u(X) \rangle$ .

L'unicité était « obtenue », dans la presque totalité des cas, par le «raisonnement» suivant : si  $\langle u(X), X \rangle = \langle u'(X), X \rangle$ , pour tout  $X \in \mathbb{R}^3$ , alors, comme c'est vrai pour tout  $X$ ,  $u = u'$  !

La nervosité normale d'un jour de concours ne suffit pas à expliquer les erreurs aussi grossières et les candidats ont le droit (et même le devoir) de se demander parfois si leurs assertions « peuvent » être exactes, voire ne pas être complètement dénuées de sens.

Les épreuves de mathématiques requièrent évidemment des connaissances, de la logique, de la rigueur (tout ce qu'on appelle «l'esprit scientifique»), mais elles exigent aussi surtout une qualité précieuse qui s'appelle le «bon sens».

## Sciences physiques

### Physique

Ce sujet porte sur l'étude des détecteurs de véhicules dits à boucle inductive. Il s'articule autour des chapitres d'électronique et d'électromagnétisme de 1<sup>ère</sup> et de 2<sup>nde</sup> année.

Le découpage de l'étude en quatre parties très progressives et largement indépendantes, a permis à la majorité des candidats de s'exprimer pendant toute la durée de l'épreuve. Les différentes questions requièrent des aptitudes variées qui peuvent être de nature qualitative, quantitative ou à caractère calculatoire. Les étudiants n'ayant négligé aucun de ces aspects et qui ont traité avec précision, rigueur et clarté les deux tiers de l'épreuve ont été gratifiés d'une note très honorable.

La première partie porte sur un oscillateur quasi-sinusoidal. Elle a été globalement bien réussie et représente à peu près 39% de la production des candidats.

Voici néanmoins les erreurs ou imprécisions les plus courantes :

- I.A.2. Il s'agissait de l'effet de peau (cité par seulement 12% des candidats). Pour répondre correctement à la question il fallait signaler que la section utile de conducteur diminue avec la fréquence, ce qui entraîne une augmentation de sa résistance électrique. Seuls 5% des candidats ont su justifier convenablement cette dépendance. L'effet de peau étant explicitement au programme de la filière PSI, le jury a été surpris par le faible taux de réussite à cette question.
- I.A.3. Cette question peu évidente a dérouté plus de 90% des candidats, ceci dit l'énoncé suggérait une démarche possible.
- I.C.1. On trouve souvent  $C_{\text{éq}} = C_b C_s / (C_b + C_s)$  au lieu de  $C_b + C_s$ . De plus, le jury préférait une démonstration s'appuyant sur les fondamentaux (c'est à dire sur l'addition des courants ou des charges), plutôt que sur la notion d'impédance complexe.
- I.C.4. Certains candidats ont fait la confusion entre des solutions sinusoïdales (avec  $b = 0$  et  $1 - c < 0$ ) et des solutions oscillantes (où  $b^2 - 4a(1 - c) < 0$ ).

La deuxième partie concerne la réflexion d'une onde électromagnétique sur un conducteur parfait. Elle a aussi été globalement bien traitée et représente 36% de la production des candidats.

- II.A.1.a. Il était attendu des candidats de négliger le poids.
- II.A.1.c. Un ordre de grandeur ne doit comporter qu'un seul chiffre significatif, et ne peut s'affranchir d'une unité.
- II.A.2.b. Pour répondre correctement à la question, il est nécessaire d'effectuer une application numérique, par exemple en calculant le terme  $\omega\tau_1$  de façon à le comparer à 1.
- II.A.3. Il y a souvent confusion entre  $j_d$  et  $\varepsilon_0\mu_0 \frac{\partial E}{\partial t}$ . Le facteur  $\mu_0$  est en trop. La justification demandée ne peut se passer d'une évaluation numérique.

On soulignera une erreur d'écriture à la question II.B. Dans l'expression réelle du champ magnétique, il apparaît un déphasage  $\phi + \phi_B$  au lieu de  $\phi_B$ . Heureusement que l'expression du champ magnétique complexe associé est correctement écrite dans l'énoncé à la ligne suivante. Les candidats n'ont globalement pas été perturbés par cette lacune et c'est tant mieux !

- II.B.2. L'équation de diffusion est souvent confondue avec l'équation de d'Alembert.
- II.B.3.a. Pour justifier l'expression de  $\vec{E}(z,t)$ , beaucoup de candidats ont simplement réinjecté la formule de l'énoncé (donnant  $E$  avec le terme en  $\exp(-z/\delta)$ ), pour identifier  $\delta$  sans aucune résolution de la relation de dispersion. D'autres ont extrait, les deux expressions opposées de  $k$ , à l'aide de la relation de dispersion.  $\vec{E}(z,t)$  est alors combinaison linéaire de deux exponentielles. Mais, peu de candidats justifient la nullité de l'une d'elle par les conditions aux limites.
- II.B.3.c. Il faut être rigoureux dans les applications numériques, tout résultat doit contenir autant de chiffres significatifs que les données de l'énoncé, voire un de plus, ainsi qu'une unité.
- II.B.3.d. L'expression de la vitesse de phase est généralement juste. La justification du milieu dispersif manque souvent de précision. En effet, comme  $\delta$  dépend de  $\omega$ , il fallait mettre en évidence que  $\delta\omega$  dépend encore de  $\omega$ .
- II.B.3.e. Les étudiants ont du mal à répondre de façon claire et concise à ce type de question à caractère qualitatif. Il suffisait de parler de dissipation d'énergie par effet Joule. Il y a trop de réponses fantaisistes.
- II.C.1.a. Il fallait faire appel à la relation de passage dans laquelle il manque parfois le terme  $\mu_0$ , et où il y a parfois confusion entre  $J$  et  $Js$ . A ce propos  $J$  s'exprime en  $\text{Am}^{-2}$  et  $Js$  en  $\text{Am}^{-1}$ , et non en  $\text{Am}^{-3}$  et  $\text{Am}^{-2}$ . Cette erreur d'unité est trop fréquente.

La troisième partie étudie la modification de l'inductance de la boucle enterrée lors du passage d'un véhicule. Elle représente 18% de la production des candidats.

Elle commence par une étude magnétostatique assez simple. L'énoncé particulièrement détaillé devait inciter à une rédaction soignée. La suite était plus calculatoire et a été peu abordée, par manque de temps ou par choix d'entamer la quatrième partie.

- III.A.2. Une bonne rédaction précise qu'il s'agit de la symétrie de la distribution de courant. Par ailleurs, il faut bannir, les appellations « de plan  $\pi^+$  ou  $\pi^-$  » et utiliser le vocabulaire adéquat de plan de symétrie ou d'antisymétrie de la distribution de courant.
- III.A.3.4. Le théorème d'Ampère passe par la définition d'un contour orienté. Ce contour est souvent précisé, son orientation l'est beaucoup moins.
- III.A.5. Il y a beaucoup de tracés de  $B(r)$  en coordonnées cylindriques où  $r$  prend des valeurs négatives.
- III.B. Il s'agissait de questions directes de cours qui ont été en général bien traitées.
- III.C.2.  $L$  est proportionnelle à  $N^2$  et non pas à  $N$  comme lu sur la majorité des copies.
- III.D. Quelques bons candidats volontaires et pugnaces ont mené à terme cette étude parfois fastidieuse, mais nécessaire pour quantifier la passage d'un véhicule sur la boucle. Le jury les félicite. Une remarque concernant la question III.D.2.a. (et qui peut se généraliser à d'autres) : on observe certains candidats arrivant au résultat attendu (il est donné par l'énoncé) par des tours de passe-passe le plus souvent maladroits et sans aucune rigueur. Ce genre de procédé est absolument à bannir : le jury n'est pas dupe.

La quatrième partie illustre le principe d'un fréquencemètre analogique. Elle représente 7% de la production des candidats. Elle a été peu abordée, à l'exception du IV A.

Pour la question IV.A.3. La rédaction devait mentionner la continuité de la tension aux bornes du condensateur. Il y a souvent confusion entre la continuité de la différence des potentiels et la continuité de chacun des potentiels.

Globalement, les candidats semblent avoir été intéressés par l'étude de ce dispositif et les copies sont de meilleure qualité que l'an dernier.

## Physique-Chimie

### Le sujet :

Le sujet de Physique-Chimie 2007 proposait une étude physico-chimique de l'eau, une description du pouvoir rotatoire de molécules chirales ainsi que la polarisation et la propagation d'ondes électromagnétiques.

Plus précisément, il abordait les thèmes suivants :