

Dans la question II.B.3, de nombreux candidats ont confondu  $f^p$  (p-ième puissance de  $f$ ) et  $f^{(p)}$  (p-ième dérivée de  $f$ ) ; peut-être l'énoncé aurait-il dû préciser ces deux notations (seule la seconde était rappelée).

## Mathématiques I

Le sujet portait sur les opérateurs normaux dans un espace euclidien réel (donc en dimension finie). Le problème était bien conçu dans l'esprit PSI et il a mis en valeur les candidats doués d'un esprit scientifique rigoureux et ayant acquis de bonnes connaissances mathématiques de base. Il comportait trois parties :

- La première portait sur une étude particulière des opérateurs  $u$ , dont l'adjoint  $u^*$  s'exprime comme un polynôme en  $u$ . Elle incluait une corrélation entre les points de vue « opérateur » et « matrice » car ces deux approches étaient utilisées alternativement. Elle a largement été abordée par la plupart des candidats et s'est révélée, d'emblée très discriminante. Le fait que la matrice de  $u^*$  n'est pas la transposée de la matrice de  $u$  dans le cas général (mais seulement dans une base orthonormée) semble ne pas être connu d'une grande partie des candidats les moins solides et ceux-ci n'ont, dès lors, évidemment pas du tout compris la succession des questions dont l'intérêt leur complètement a « échappé ».
- La seconde partie concernait une étude générale des opérateurs normaux et de leur formulation matricielle « canonique » dans une base orthonormée adaptée à l'opérateur. Elle était particulièrement classique et mettait en évidence des carences de raisonnement flagrantes. Sans que ce rapport se transforme en « bêtisier » il faut signaler, au II.D.1, une réponse fréquente qu'on ne devrait pourtant jamais voir : on considérait  $E$ , somme directe orthogonale de  $E_1$  et  $E_2$ , où  $E_1$  était supposé stable par  $u$  et  $u^*$ . Il fallait montrer que  $E_2$  était stable par  $u$  et  $u^*$ . Voici ce que les correcteurs ont vu :

$$\forall x = x_1 + x_2 \text{ avec } \dots$$

$$u(x) = u(x_1) + u(x_2), \text{ avec } u(x) \in E \text{ et } u(x_1) \in E_1, \text{ donc } u(x_2) \in E_2$$

(Près d'une copie sur 4 ou 5).

La confusion entre complémentaire et supplémentaire est inadmissible dès la Math. Sup. !

- La troisième et dernière partie permettait de conclure que, pour tout opérateur normal  $u$ , l'adjoint  $u^*$  peut toujours s'exprimer comme un polynôme en  $u$  et elle comportait une étude particulière des matrices circulantes. Elle n'a été traitée de manière significative que par les bons, voire très bons candidats et certains y ont manifesté une excellente compréhension du sujet, quant à ses enjeux et les techniques mises en œuvre.

On observe que :

- 95 % des élèves ont largement traité la partie I (avec des réponses justes ou fausses).
- 35 % des élèves ont assez largement traité la partie II.
- environ 5 % des élèves ont assez largement traité la partie III.

Cette année, comme tous les ans, le jury demande que les candidats fassent preuve d'un souci de rigueur constant. L'un des buts des épreuves de mathématiques, plus encore que de tester les connaissances est de mettre en évidence « l'esprit scientifique » avec ses exigences de probité intellectuelle.

## Sciences physiques

### Physique

#### Partie I

##### IA3b

La définition de  $\Delta v_{1/2}$  a conduit le jury à interpréter avec une grande souplesse sa signification. On aurait pu par exemple faire l'hypothèse d'un profil spectral rectangulaire de largeur totale  $\Delta v$  ou de demi-largeur  $\Delta v_{1/2} = \Delta v/2$ . Une telle discussion n'a pas été exigée pour que la réponse du candidat soit validée.

**IA3c**

Le calcul différentiel est quasiment tombé en désuétude pour le calcul des petites variations. Il est sans doute trop rarement mis en œuvre au cours de la scolarité.

La cohérence du problème nécessite une stabilisation de la longueur de la cavité (partie III). Sa nécessité n'est apparue qu'à bien peu de candidats.

**IB2**

Vérifier l'hypothèse  $\Omega t_0 \ll 1$  nécessite le calcul numérique de  $(\Omega t_0)_{\max}$ .

**IB3**

Un schéma est la meilleure forme de réponse à une telle question.

À l'instant  $t=3t_0$ , le rayon atteint le miroir M1 quel que soit le référentiel. Il était attendu du candidat de préciser que le rayon retourne au bout d'un tour au même endroit dans le référentiel lié à la cavité.

**IB6**

La question IB1 n'a introduit aucune algébrisation du problème. Par hypothèse, le sens direct de propagation de la lumière est le sens de rotation de celle-ci, autour de O, identique au sens de rotation des miroirs.  $\Omega$  est donc, pour la question IB1, une grandeur positive. Proposer pour le sens de parcours indirect de généraliser les résultats précédents en changeant  $\Omega$  en  $-\Omega$  nécessite une justification. Il faut s'assurer que le raisonnement précédent est encore valable après algébrisation, c'est-à-dire dans ce nouveau cas de figure. On ne peut donc pas faire l'économie d'une étude détaillée, schéma à l'appui, du cas du sens de parcours indirect même si on « sent » bien que, au bout du compte, pour de tels calculs au premier ordre, il suffira de changer  $\Omega$  en  $-\Omega$ .

**IB7**

Valeur numérique de K : beaucoup de réponses sans unité qui ne sont alors pas validées.

Un écart relatif ne se précise qu'avec très peu de chiffres significatifs : un seul est généralement suffisant.

Les candidats ayant obtenu la valeur de  $\Omega_{\max}$  s'étonnent de son importance, au lieu de s'en réjouir.

**Partie II**

Le problème de la cohérence des 2 ondes a été très délicat pour les candidats. Ils auraient dû se laisser guider strictement par l'énoncé. Les deux ondes sont cohérentes en  $r=0$  à  $t=0$  puisque l'on peut imposer la même valeur (0) aux deux phases. Une telle indication n'aurait pas d'intérêt si la cohérence ne se maintenait pas dans un voisinage « suffisant » de  $r=0$  et  $t=0$ . Le jury n'attendait donc pas de justification de cette cohérence, liée à l'étroitesse des largeurs de bandes des deux raies directe et indirecte sélectionnées par la cavité laser.

Les candidats admettent en général, plus ou moins implicitement cette cohérence et proposent alors la formule classique donnant l'intensité des interférences à deux ondes de même fréquence, sans se préoccuper de la validité de la généralisation de ce résultat du cours.

**Partie III****IIIB1**

Attention à l'homogénéité dans l'écriture du rôle joué par un intégrateur :

$$V_2 = (1/\tau) \int V_1 dt$$

**IIIB2**

Le type d'un filtre doit préciser son rôle fréquentiel **et** son ordre.

**IIIB3**

Attention le filtre proposé fonctionne ici en passe-bas et non en intégrateur.

**IIIC**

L'exploitation de l'équation différentielle du IIIC2b est très classique.

Mais seulement 10 % des candidats ont obtenu une équation exacte. (L'erreur d'énoncé sur la notation  $\Delta l_m$  a été sans conséquence).

## Partie IV

### IVA1a

Il suffit d'évoquer les lois de Descartes sous incidence normale. Quelques très rares candidats ont par ailleurs précisé qu'il se produisait des réflexions multiples sur les différentes couches et que la somme d'ondes planes progressives monochromatiques (OPPM) de même fréquence et de même direction est bien encore une OPPM. Cette affirmation, bien que nécessaire, ne fut pas exigée.

### IVA1b

Il convient d'évoquer l'isotropie des milieux qui conserve la polarisation de l'onde.

### IVB2

L'expression de «  $r$  » n'est souvent obtenue que ...par lecture de la mémoire de la calculatrice. A noter que certains candidats ont essayé par tous les moyens de retrouver la bonne formule avec son lot d'erreurs de signes qui se compensent.

### IVB3

Beaucoup de candidats savent que l'on peut parfois se voir dans une vitre mais sans toujours bien décrire les circonstances qui permettent à une vitre de jouer le rôle de miroir.

### IVC et IVD

n'ont quasiment jamais été traitées.

### Directives générales concernant les applications numériques.

Il **faut** adapter le nombre de chiffres significatifs de la réponse à ceux des données : il doit être égal à celui de la donnée la moins précise (+1 toléré).

Exemple :  $y = a \cdot b$  avec  $a = 1,0$  et  $b = 2,124$

Il **faut** annoncer  $y = 2,1$  ( $y = 2,12$  toléré)

Les réponses  $y = 2$  ou  $y = 2,124$  sont considérées comme mauvaises et ne se voient pas attribuer de points.

## Physique-Chimie

### Le sujet :

Le sujet abordait les thèmes suivants:

- Écoulement d'une colonne de fumée dans une cheminée, convection et diffusion de cette fumée dans l'atmosphère.
- Thermodynamique de l'oxydation du cuivre.
- Cinétique de la corrosion du zinc et du fer en milieu acide.

La partie Physique et la partie Chimie du sujet étaient d'importance comparable. Le barème conçu par le Jury respectait cet équilibre.

### Remarques et conseils du Jury pour les futurs candidats

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

Les candidats qui n'ont cherché que les questions « faciles » n'ont reçu que peu de points. En revanche, ceux qui ont fait une bonne utilisation de leurs résultats (calcul de l'affinité et conséquence pour le sens des réactions chimiques, bonne explication de la cinétique de corrosion à partir des densités de courants, discussion sur la stabilité d'équilibres mécaniques, utilisation judicieuse et précise des phénomènes de diffusion, convection et dissipation...) se sont vu attribuer de bonnes, voire de très bonnes notes.

Il faut rappeler aussi que beaucoup de candidats ont perdu des points précieux dans les questions réclamant des **applications numériques**. Le Jury sanctionne toujours un résultat numérique sans unité ou dont le nombre de chiffres significatifs est aberrant (il ne faut pas recopier le résultat de sa calculatrice mais arrondir le résultat en fonction de la précision des données). En revanche, un résultat numérique complet est généreusement noté.

La présentation d'un nombre non négligeable de copies laissait beaucoup à désirer. Si les calculs doivent être présentés de façon lisible et aérée, ils doivent être suivis de la conclusion de la question avec le résultat et les éventuels commentaires bien mis en évidence. Le Jury a sanctionné les copies les plus mal présentées par des points de minoration.