

### PARTIE III

Peu de tentatives de travail sérieux. Les candidats qui l'entament sont trop souvent ceux qui ont échoué dans le reste, et n'abordent en fait que les questions faciles de cette partie. Rappelons, concernant les matrices symétriques réelles, que celles-ci sont **caractérisées** par le fait d'être diagonales dans une base orthonormée. Il est bien rare qu'une question générale les concernant ne se réduise pas à cette considération décisive.

## Sciences physiques

### Physique I

#### Considérations générales

Le problème de cette année abordait différentes parties du programme de première et de deuxième année (électromagnétisme, optique ondulatoire, optique géométrique, électronique) autour du thème de la couleur.

Les quatre parties étant indépendantes, elles ont permis à tous les candidats de pouvoir valoriser leurs connaissances dans l'un au moins de ces domaines. De même la progressivité des difficultés s'est traduite par un étalement des notes obtenues tout à fait satisfaisant pour cette épreuve.

Dans l'ensemble, les candidats font des efforts de présentation et de rédaction appréciés par les correcteurs, et de même ont l'honnêteté de ne pas trop souvent proposer des raisonnements manifestement faux pour arriver coûte que coûte à des résultats intermédiaires donnés dans l'énoncé.

Les différentes parties alternaient des questions qualitatives, assorties d'applications numériques demandées seulement en ordre de grandeur, et d'autres, plus techniques, ces deux aspects complémentaires correspondant à des aptitudes nécessaires recherchées chez les futurs ingénieurs.

En moyenne 60% des points des candidats ont été obtenus dans les parties IA, IB et IC assez proches du cours, 20% sur les parties ID et IE et 20% sur les parties II et III. La partie I, beaucoup plus longue que les autres, représentait dans le barème un peu moins de 60% des points. La partie IV n'a pratiquement pas été abordée, l'épreuve étant relativement longue.

#### Remarques détaillées

##### Partie I - Couleurs par transparence

- A. : Les limites du spectre visible sont bien connues, avec toutefois une confusion entre le rouge et le violet dans environ 10% des copies. Un quart des candidats lisant trop rapidement le texte ne détermine pas la fréquence en A2, restant en longueurs d'onde, perdant ainsi des points faciles.
- B.1. : De nombreuses confusions entre la dimension d'une grandeur et l'unité avec laquelle on la mesure.
- B.2. : L'équation du mouvement est presque toujours correcte, mais le terme de force de Lorentz magnétique est oublié dans le quart des copies, alors que la discussion de l'approximation correspondante figure à la question suivante. Les candidats devraient lire complètement une partie avant de l'aborder afin de bien cerner l'esprit de la démarche proposée.
- B.3.a. : Les ordres de grandeur sont en général connus mais dans la moitié des cas la conclusion quant au caractère uniforme du champ à l'échelle de l'atome n'est pas correctement tirée.
- B.3.c. : À peine 20% de réponses satisfaisantes sur cette question fondamentale, et la plupart ne sont que partielles. La superposition liée à la linéarité des équations, et la décomposition harmonique d'un signal quelconque sont trop souvent confondues.
- B.3.d. : L'isotropie est très rarement invoquée comme l'une des conditions permettant de limiter l'étude à une polarisation linéaire quelconque.
- B.4.a. : On attend ici un qualificatif précis (oscillations forcées) qui n'apparaît que dans 30% des copies. La suite de B.4. et B.5. est en général bien traitée.
- B.6. : Ce calcul d'ordre de grandeur pourtant classique n'est abordé correctement que dans 20% des cas. L'immobilité des noyaux est déduite d'une simple comparaison des masses alors qu'il convient aussi de comparer les forces exercées par l'onde sur les électrons et sur les noyaux.
- B.7. : Souvent bien traitée.
- B.8. : Le diagramme de Bode n'est souvent que partiellement représenté, l'étude de la phase étant oubliée. La dénomination pré-

cise (nature et ordre) du filtre est rarement donnée.

- C.1. : Des réponses souvent alambiquées à cette question correspondant au choix de l'origine des temps...
- C.2. : En général cette question de cours est correctement traitée avec quelques hésitations sur la simplification de l'équation de Maxwell-Gauss dans le cas d'un diélectrique linéaire homogène et isotrope.
- C.3. : Nombreuses confusions entre la dispersion et l'absorption. La vitesse de phase est souvent définie à partir de  $k$  au lieu de  $k'$ .
- C.4. : L'expression complète de  $B$  n'est correcte que dans la moitié des copies.
- D. : Le formulaire de l'énoncé incitait à l'emploi maîtrisé de la notation complexe pour les calculs de puissance moyenne. Il y a eu trop souvent des confusions dans ces calculs par omission de la conjugaison, puis simplification abusive de la dépendance en temps résiduelle. Certains candidats prudents ont préféré l'utilisation alors souvent mieux maîtrisée des notations réelles pour éviter ces confusions ce qui est tout à fait légitime. Les bilans demandés dans la suite de cette question étaient souvent fantaisistes par manque de réflexion et lecture trop hâtive du texte quant aux définitions de  $P_{vol}$  et  $P_{milieu}$ . Très peu de candidats ont réussi pleinement cette partie.
- E. : Les calculs demandés pour obtenir les expressions approchées de  $n'$  et  $n''$  manquent souvent de rigueur. La représentation correcte du trajet d'un faisceau lumineux à travers un prisme ne se retrouve que dans un tiers des copies, alors que l'étude expérimentale correspondante est au programme des TP-Cours et nécessite précisément ce pré-requis, pour pouvoir effectuer des mesures correctes.
- E.4. : Des confusions entre la loi de Beer-Lambert et celle de Biot sur le pouvoir rotatoire. L'absorbance, lorsqu'elle est évoquée est trop rarement définie comme une grandeur logarithmique.

## Partie II - Couleurs par diffusion

- A.1. : La hiérarchie des échelles dans l'approximation de rayonnement dipolaire est bien connue, par contre l'interprétation de chacune des approximations est beaucoup plus confuse.
- A.2. : Le calcul, technique, abordé dans la moitié des copies a été correctement mené à son terme dans deux tiers des cas, à quelques étourderies près. L'indicatrice de rayonnement est par contre rarement donnée.
- B. : Les explications sur le rôle de la diffusion Rayleigh dans la couleur du ciel sont souvent correctes, mais il y a beaucoup de confusion entre absorption et diffusion à propos du coucher du Soleil.

## Partie III - Couleurs interférentielles

- A.1. et 2. : Cette partie a été plutôt bien traitée dans l'ensemble quand elle a été abordée par les candidats.
- A.3.b. : Le calcul du déphasage par réflexion sur deux faces d'une lame mince n'aboutit complètement que dans la moitié des copies où il est abordé et les études graphiques suggérées sont trop rarement exploitées.
- B. : Le phénomène d'irisations d'origine interférentielle est trop souvent confondu avec celui de simple dispersion ou celui purement géométrique de réfraction !

## Partie IV - Couleurs par diffraction

- A : La condition de non prise en compte de la diffraction par une ouverture est mal maîtrisée, c'est bien la comparaison à la longueur d'onde qui compte ici et non celle entre les deux dimensions de la fente.
- B. : La formule des réseaux par transmission est en général bien connue ainsi que son origine. Le reste de cette partie est rarement abordé.

# Physique II

Le sujet est composé de deux problèmes indépendants.

## Partie I - Navigation côtière

Le premier s'intéresse à deux techniques de navigation côtière, l'une à l'aide d'un compas, l'autre à l'aide du signal émis par un radiophare.

### A. Navigation à vue

Quelques questions sur le champ magnétique terrestre montrent que la forme générale des lignes de champ magnétique et leur orientation sont souvent connues. La plupart des candidats a en tête l'allure des lignes de champ d'un dipôle. L'ordre de grandeur du champ magnétique terrestre est parfois connu, mais ceux qui l'ignorent n'hésitent pas à donner des résultats d'ordres de grandeurs étonnants (jusqu'à  $10^{23}$  T), et parfois avec des unités tout à fait fantaisistes. De même, les points plus subtils comme la déclinaison