

## Sciences physiques

### Physique I

L'épreuve de cette année concernait un dispositif de mesure de faibles épaisseurs au moyen d'un capteur interférométrique et d'une caméra CCD. Elle portait essentiellement sur la partie optique du programme de seconde année, testant à la fois les connaissances théoriques, la maîtrise de l'interféromètre de Michelson et l'aptitude à interpréter des résultats expérimentaux inhabituels.

La progressivité du problème a permis de mesurer le travail des candidats : Il y a eu peu de très mauvaises copies cette année. Le sujet a également fait apparaître de nombreuses difficultés sur le concept de la localisation des franges. Les candidats à l'aise sur ce thème ont été grandement avantagés, tant il sous-tendait la compréhension de nombreuses questions.

#### Partie I - Présentation du dispositif

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

##### I.A - Coefficients de réflexion et de transmission

Si les relations de passage sont connues ( $E_{oi} + E_{or} = E_{ot}$ ), leur justification n'est clairement énoncée qu'une fois sur deux. La structure d'une OPPM est souvent juste, mais le changement de signe pour le champ magnétique de l'onde réfléchie est fréquemment oublié. Les expressions des coefficients de réflexion et de transmission sont mieux connues que leur démonstration.

##### I.B - lame de verre

Un nombre étonnamment grand de candidats interprète un coefficient de réflexion négatif comme un changement du sens de propagation de l'onde réfléchie ou une absence d'onde réfléchie.

##### I.C - Rapport des amplitudes

Les amplitudes des différents rayons émergeant de la lame à faces parallèles sont bien calculées dans l'ensemble. Par contre, il est curieux de voir que seul un candidat sur cinq parvient à identifier les rayons prépondérants, alors qu'il suffit de faire une application numérique.

#### Partie II - Utilisation en lame à faces parallèles

##### II.A - Interférences produites par une lame d'air

Le calcul de la différence de marche est correctement mené dans l'ensemble. L'équivalence entre une lame d'air et deux sources ponctuelles est très rarement bien expliquée. Si 88% des candidats savent que ce dispositif produit des anneaux, seuls 23% justifient correctement que ceux-ci ne sont pas localisés. Le calcul de la différence de marche à distance finie a montré également de nombreuses lacunes dans la manipulations des développements limités, qui aboutissent trop souvent à des formules non homogènes. Seul un quart des candidats arrive au bout du calcul.

Le brouillage dû à l'élargissement d'une source est bien connu, mais presque tout le monde oublie que l'intérêt principal de cette action est d'augmenter la luminosité !

La fin de cette partie, très classique, concernait le calcul des rayons des anneaux observés. Elle a été donc très correctement traitée. Le jury a cependant dû une nouvelle fois refuser les résultats numériques comportant plus de chiffres significatifs que les données, dans un problème centré sur la précision des mesures...

##### II.B - Méthode de suivi de franges circulaires

Quand on diminue l'épaisseur d'une lame de verre, le rayon des anneaux diminue, (bien que ceux-ci soient de plus en plus grands...). 85 % des candidats ont affirmé le contraire. La faute est classique.

Mais le jury ne s'attendait pas à un tel pourcentage. Par suite cette partie a beaucoup dérouté les candidats, qui ont eu beaucoup de mal à interpréter le profil lumineux fourni. Elle a cependant été remarquablement traitée par quelques candidats brillants qui ont montré ici de réelles qualités d'analyse.

#### Partie III - Utilisation en coin d'air

##### III.A - Interférences produites par un coin d'air

Les questions sur la localisation des franges ont ici encore été très sélectives.

### III.B - Méthode de suivi des niveaux de gris

L'analyse du chronogramme fourni nécessitait encore une réflexion approfondie. Elle a permis aux candidats brillants de faire la différence.

### Partie IV - Méthode de décalage de phase « Phase Shifting »

Cette partie complètement indépendante des précédentes exposait une méthode d'amélioration du contraste des images obtenues. Elle a, probablement par manque de temps, très peu été abordée.

En conclusion, ce problème a permis, grâce à une progression très classique, de bien évaluer les candidats. La fin du problème, plus originale, a permis de départager les meilleurs sur leurs qualités d'analyse et de réflexion.

## Physique II

Le problème étudie l'évolution d'une bulle dans un verre de champagne, depuis sa formation jusqu'à son éclatement en surface.

### Partie I

#### Question I.A

Cette question porte sur le potentiel thermodynamique  $G^*$ . Bien qu'il s'agisse d'une question de cours, les réponses incorrectes sont fréquentes, en particulier par confusion entre le premier principe de la Thermodynamique pour une transformation infinitésimale et l'identité thermodynamique pour un système homogène. En revanche, la plupart des candidats a compris ce qu'est un potentiel thermodynamique.

Un certain laisser-aller dans les notations apparaît dès cette question, où de nombreux candidats égalisent des termes décrivant une transformation infinitésimale à des termes décrivant une transformation finie.

#### Questions I.B

Cette question a mis en évidence la difficulté qu'ont certains candidats à recenser les variables indépendantes du système. Plus étonnant, il se trouve une fraction significative des candidats qui donnent une expression incorrecte de l'aire et du volume d'une sphère. D'autres se trompent dans la dérivée, et annoncent bravement une erreur d'énoncé en ne retrouvant pas le résultat qui y est donné.

#### Questions I.C

Cette question testait la compréhension de la prévision du sens d'évolution spontanée d'un système hors d'équilibre. Elle s'achevait par une application numérique qui aurait dû amener les candidats se trompant dans les ordres de grandeur à des remarques de bon sens : obtenir une bulle de rayon 7 cm dans un verre de champagne mériterait un commentaire critique.

### Partie II

#### Questions II.A

La question A.1 met en évidence la maladresse des candidats pour raisonner en géométrie sphérique. Par ailleurs, les erreurs de signe dans les bilans de particules échangées sont fréquentes. La démarche très directive imposée par l'énoncé permettait aux candidats dans l'erreur de poursuivre le problème avec des expressions correctes.

#### Questions II.B

Cette partie a été généralement bien traitée, mais trop de candidats ne s'émeuvent pas lorsqu'ils obtiennent une vitesse d'ascension des bulles de l'ordre de  $2.10^9$  m/s.

### Partie III

#### Questions III.A

Cette partie propose une méthode, fondée sur une analogie entre l'électrostatique et la mécanique des fluides, pour déterminer le champ des vitesses décrivant l'écoulement autour de la bulle lors de son ascension. Nombreux sont les candidats qui ignorent l'expression du potentiel créé par une charge ponctuelle, même parmi ceux qui donnent l'expression correcte du potentiel créé par un dipôle. Le champ des vitesses étant étudié dans le référentiel lié à la bulle, il fallait exprimer le fait que le liquide est au repos loin de la bulle dans le référentiel lié au verre. Ceci a représenté un obstacle significatif.