

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 $2 \cdot 10^9$ 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.

Questions III.B

Il s'agissait d'établir une relation de Bernoulli pour un écoulement parfait et potentiel autour de la bulle en écoulement non stationnaire, compte tenu de l'énergie potentielle dont dérive l'effet dû à la force d'inertie d'entraînement. Ceci devait permettre d'établir l'expression de la résultante des forces pressantes s'exerçant sur la bulle. Malgré les indications de l'énoncé, l'exploitation des propriétés de symétrie et d'invariance par rotation est souvent maladroite, voire incorrecte. Quant au calcul final par sommation de la résultante des forces de pression, il n'a été mené à bien, avec le signe correct, que dans peu de copies. Seules les meilleures copies proposaient une interprétation physique de l'effet de liquide entraîné.

Partie IV**Questions IV.A**

Cette partie proposait une étude optique pour étudier l'amincissement du film liquide limitant la bulle à son arrivée à la surface. Le modèle proposé (coefficients de transmission égaux à 1 et prise en compte du déphasage de π à l'une des réflexions) a rarement été bien compris et l'interprétation de la nullité de l'éclairement juste avant l'éclatement est souvent fantaisiste. La lecture de la figure 6 permettant de décrire l'évolution qualitative de la vitesse de variation de l'épaisseur du film a aussi donné lieu à des erreurs (en particulier confusion entre évolution de $e(t)$ et de $\frac{de(t)}{dt}$).

Questions IV.B

Il s'agissait ici d'évaluer un ordre de grandeur de la durée nécessaire à la disparition du film limitant la bulle, par un bilan de quantité de mouvement sur un système fermé. Les candidats qui ont abordé cette question ont généralement bien tiré profit des indications de l'énoncé.

Partie V**Questions V.A et V.B**

Ces parties ont été assez bien traitées par les candidats qui les ont abordées. Elles consistaient à exploiter des résultats, fournis par l'énoncé, de modélisations du jet cylindrique vertical émis après éclatement de la bulle.

Questions V.C

Une analyse dimensionnelle permettait de construire un nombre sans dimension dont la valeur déterminait la validité de l'approximation « pesanteur négligeable ». Un raisonnement simple était ensuite demandé pour indiquer l'effet de la prise en compte de la pesanteur sur le sens de variation avec l'altitude du jet cylindrique.

Conclusion et remarques de portée générale

Potentiels thermodynamiques dans la partie I, diffusion et viscosité dans la partie II, électrostatique, changements de référentiels et écoulements parfaits dans la partie III, optique ondulatoire et bilan de quantité de mouvement dans la partie IV : la diversité des domaines de la Physique abordés dans ce problème permettait aux candidats de s'exprimer, et donc aux correcteurs d'établir une hiérarchie pertinente.

Pour les candidats de la prochaine session, le jury rappelle quelques conseils habituels :

- contrôler l'homogénéité dimensionnelle, et plus particulièrement pour le résultat final ; les deux membres d'une égalité doivent avoir la même dimension physique, mais aussi les deux membres d'une inégalité ($a < b$) et même d'une inégalité forte ($a \ll b$) ;
- ne pas oublier l'unité dans les applications numériques ;
- ne pas donner un nombre de chiffres dans le résultat numérique sans rapport avec le nombre de chiffres significatifs des données ;
- ne pas livrer sans commentaire un résultat d'ordre de grandeur manifestement aberrant ;
- ne pas mélanger sans distinction les grandeurs scalaires et vectorielles.

Chimie**REMARQUES GÉNÉRALES**

L'épreuve de cette année comporte trois parties indépendantes : chimie des solutions, thermodynamique et chimie organique.

Les candidats ont traité de manière équivalente chacune des trois parties. Sur l'ensemble des copies, au moins une bonne réponse a été apportée à chaque question.