

EPREUVE ECRITE DE PHYSIQUE

ENS : PARIS

Durée : 6 h *Coefficient : PARIS 6*

MEMBRES DE JURYS : Y. Castin, J. Hare, C. Josserand

Le sujet de cette année traitait la déformation d'une interface fluide par un laser et s'inspirait d'expériences récentes réalisées à Bordeaux. La première partie introduisait la notion de tension de surface et établissait le lien entre celle-ci et le saut de pression à une interface. La deuxième partie étudiait la force exercée par un champ électromagnétique traversant en incidence quasi-normale une interface fluide-fluide. Finalement, la dernière partie considérait les déformations de l'interface dues au laser. Les dernières questions abordaient qualitativement les instabilités observées lorsque l'intensité laser augmentait. Le sujet n'était pas particulièrement long et la grande majorité des candidats a donc pu aborder les trois parties. Cependant, seuls quelques candidats (10-20) ont donné l'impression d'aborder sérieusement les dernières questions: en effet, les calculs, certes longs et techniques, de la deuxième partie semblent avoir désorienté la plupart des candidats! Cette deuxième partie, faisant appel à des calculs effectués en cours par les candidats, a été cependant la mieux traitée.

D'autre part, dans plusieurs questions du problème il s'agissait d'obtenir un résultat donné dans l'énoncé: pour certains candidats le résultat fut obtenu au prix d'arrangements avec les facteurs numériques ou avec les règles de calculs les plus élémentaires. En écho avec les rapports précédent, le jury s'étonne de ces comportements traduisant un manque d'honnêteté inacceptable et lourdement pénalisé.

Partie 1:

La tension de surface était introduite à partir de considérations énergétiques et on faisait établir la force associée. Le raisonnement permettant de déduire la force s'exerçant sur la frontière du travail n'a été que trop rarement fait correctement. Le bilan d'énergie a posé de nombreux problèmes: par exemple, le signe de la variation d'énergie due aux termes de pression a trop souvent été obtenu par analogie avec la formule demandée. Le bilan de forces sur la calotte sphérique a en général été fait correctement par les candidats qui avaient la bonne expression de la force capillaire. En revanche le bilan des forces sur l'interface à géométrie de révolution n'a été traité correctement que dans quelques copies.

Partie 2:

Le début de la partie 2 traitait de l'électromagnétisme en milieu diélectrique et correspondait donc largement au cours enseigné en classes préparatoires. Cependant, les notations complexes ont posé des problèmes pour la détermination du vecteur de Poynting et de l'énergie. Les conditions aux limites à l'interface entre deux diélectriques ont été souvent maltraitées, les candidats invoquant souvent des relations apprises par coeur et pas forcément adaptées au problème. Finalement, seules quelques copies ont obtenu la forme correcte des champs transmis et réfléchis en incidence quasi-normale. Le calcul de la force s'exerçant sur l'interface à partir du bilan de flux d'impulsion n'a été qu'exceptionnellement traité, en incidence normale essentiellement. La notion de flux d'une quantité quelconque à travers une surface a semblé poser des problèmes aux candidats. La question qualitative sur le signe du saut de pression lors de l'inversion de la position du laser n'a conduit que peu de candidats à observer que l'interface se déformait alors de manière similaire. Le changement de signe de la formule est en effet compensé par le changement de signe du saut de pression.

Partie 3:

Le début de cette partie faisait établir la forme statique de l'interface en établissant le champ de pression de part et d'autre de l'interface. On peut s'étonner que la pression hydrostatique soit mal maîtrisée par les candidats, de nombreuses erreurs de signe étant à signaler. Le bilan final des forces s'exerçant sur l'interface a de nouveau donné lieu à certaines opérations "délicates" de changement de signe afin de se conformer à la relation donnée par l'énoncé. Les longueurs caractéristiques du problème étaient similaires à celles introduites dans la partie 1, ce que peu de candidats ont remarqué. D'autre part, les simplifications de la relation d'équilibre suivant les longueurs caractéristiques ont posé de nombreux problèmes aux candidats: la force provenant du laser étant la cause de la déformation, il s'agissait d'éliminer un des termes de droite de la relation seulement! Finalement, peu de candidats ont abordé avec le recul suffisant les dernières questions: cependant, ceux-ci ont reconnu au 3-5c la condition de réflexion totale et ils ont alors donné une explication satisfaisante du phénomène observé.