

2.5 Physique 2 - filière PC

2.5.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet proposait d'étudier quelques propriétés physiques associées aux araignées et aux fils de soie fabriqués par celles-ci.

La première partie consistait en la description de l'envol d'araignées grâce aux forces électrostatique et hydrodynamique appliquées sur un ensemble de fils de soie solidaires d'une araignée.

La deuxième partie proposait d'étudier la possibilité de réaliser des cordes de violon composées de fils de soie d'araignée.

Enfin, la troisième et dernière partie concernait la description de l'instabilité de Rayleigh-Plateau responsable de la formation de gouttes d'eau sur une toile d'araignée.

Le sujet comportait un certain nombre de questions proches du cours alors que d'autres demandaient plus d'initiative de la part des candidats. La première partie faisait appelle à des notions de mécanique et d'électrostatique alors que la deuxième partie portait sur la propagation d'ondes mécaniques et la dernière partie faisait appelle à des notions d'hydrodynamique. Des qualités différentes ont donc pu être testées au cours de cette épreuve ce qui a permis aux candidats d'aborder un grand nombre de questions et de montrer l'étendue de leurs connaissances.

2.5.2 Commentaires généraux

Le jury a noté que de nombreuses erreurs de calcul auraient pu être évitées par une simple étude de l'homogénéité du résultat. De plus, le jury a souvent déploré un manque de rigueur dans la manipulation des grandeurs vectorielles. Des expressions non homogènes vectoriellement, qui égalent une quantité scalaire et une quantité vectorielle, ne sont pas acceptables.

Le sujet comportait des questions dont le résultat attendu est fourni par l'énoncé. Le jury est particulièrement attentif à l'argumentation de ces réponses. Il est donc fortement conseillé de bien détailler le raisonnement sur ce type de question.

2.5.3 Analyse détaillée des questions

Q1 - La plupart des candidats ont pris de bonnes initiatives sur cette question. On note cependant un certain nombre de copies dans lesquelles la modélisation sphérique n'est pas respectée menant à des estimations hasardeuses sans justifications précises. Le jury rappelle aux candidats qu'ils doivent rester critiques sur les ordres de grandeur des valeurs numériques obtenues.

Q2 - Une erreur de facteur 2 dans la densité surfacique de charge, due à l'application du théorème de Gauss sur une unique armature, a été retrouvée dans un grand nombre de copies. Le jury déplore que le signe de la densité surfacique de charge n'ait majoritairement pas été indiqué et que l'unité de cette quantité soit parfois erronée.

Q3 - Le jury a noté que l'expression du nombre de Reynolds, ainsi que sa signification physique, est connue d'une majorité de candidats. Dans cette question, une connaissance préalable de la masse

volumique de l'air permettait de gagner du temps. On trouve des confusions entre les viscosités dynamique et cinématique conduisant à des oubli de la masse volumique dans l'expression du nombre de Reynolds.

Q4 - Les candidats ont fait preuve de bon sens sur cette question. Le jury a noté de nombreuses erreurs d'unité sur la masse pour calculer le poids. Il était bien stipulé dans l'énoncé de s'intéresser aux plus petites araignées mais cela n'a pas été pris en compte dans de nombreuses copies. Le commentaire demandé était bien souvent absent.

Q5 - Cette question, comme les deux suivantes, nécessitait des prises d'initiatives de la part des candidats ce qui a été valorisé par le jury. La majeure partie des candidats invoque le théorème de superposition pour trouver l'expression du potentiel mais les expressions des distances entre les charges n'ont pas toujours été démontrées de manière rigoureuse. Très peu de candidats utilisent l'expression correcte de l'énergie d'interaction du système. On note que la forme à l'équilibre de l'éventail a souvent été bien appréhendée par les candidats.

Q6 - Question qui a souvent été abordée mais rarement menée à son terme. On note un grand nombre d'erreurs dans l'expression de l'énergie cinétique car les candidats n'ont pas utilisé l'hypothèse que le fil est assimilé à un point situé en son milieu.

Q7 - Peu de candidats ont obtenu l'expression de l'énergie potentielle électrostatique due au champ électrique terrestre. Le jury a agréablement noté que les interprétations physiques des candidats relatives aux influences des différents paramètres sur l'angle d'équilibre de l'éventail étaient majoritairement correctes.

Q8 - Question très peu abordée.

Q9 - Cette question, proche du cours, a été assez peu abordée. Les réponses données sont globalement correctes, mais des confusions entre lignes de champ et équipotentielles ont été observées.

Q10 - Question très proche du cours. Cependant, le jury a noté quelques erreurs d'homogénéité dans les expressions des fonctions trigonométriques et de l'élément infinitésimal ds . Le jury a noté de fréquentes confusions entre la composante de la tension selon l'axe horizontal et la norme de la tension. Un tel manque de rigueur est problématique. Il en découle que rares sont les copies qui ont montré $T_x = \text{constante}$ puis $T = \text{constante}$. Le jury a observé de nombreuses confusions entre le théorème de la résultante cinétique, le théorème de la puissance cinétique, le théorème de l'énergie cinétique ou même le théorème du moment cinétique.

Q11 - Les réponses données à cette question par les candidats sont majoritairement correctes. Le jury invite les candidats à bien s'approprier la problématique de l'énoncé afin d'éviter des interprétations de la célérité qui n'ont aucun lien avec le problème posé.

Q12 - Question proche du cours pour laquelle le jury a été particulièrement attentif à la rédaction et à la justification du calcul. Beaucoup de candidats ne dérivent pas f et g en faisant un changement de variable ou écrivent des expressions non homogène. La signification physique de f et g est bien connue de la plupart des candidats.

Q13 - Cette question a été majoritairement bien réussie par les candidats. Cependant la notion d'onde stationnaire est parfois confuse et le caractère entier de l'indice apparaissant dans la quantification des pulsations et vecteurs d'onde n'est pas toujours précisé.

Q14 - L'expression de la fréquence fondamentale a généralement été trouvée par les candidats. On note parfois des confusions entre pulsation et fréquence. Le jury a observé de nombreuses erreurs dans l'application numérique suite à une erreur dans l'unité de la masse.

Q15 - La relation de dispersion a bien été obtenue par une majorité de candidats, on note cependant des copies où ce calcul a donné lieu à des erreurs de signe. La conclusion de cette question nécessitait de faire une application numérique précise.

Q16 - Question souvent abordée mais rarement menée à son terme. La plupart des candidats a réussi à exprimer le volume à l'état de repos même s'il est à déplorer plusieurs erreurs grossières sur ce volume dans certaines copies. Par la suite, peu de candidats ont vu qu'il fallait repartir de la définition intégrale du volume pour effectuer le calcul.

Q17 - Ainsi qu'à la question précédente, la majeure partie des candidats ont réussi à exprimer l'énergie de l'état de repos mais ici aussi le jury a observé des erreurs grossières dans l'expression de la surface dans certaines copies. Par la suite, l'expression de la surface élémentaire était souvent erronée.

Q18 - Très peu de candidats ont abordé cette question alors qu'elle semblait à leur portée. Le jury a noté une confusion fréquente entre équilibre et stabilité. Un nombre important de candidats comparent directement l'énergie à 0 pour discuter de la stabilité du cylindre.

Q19 - Question proche du cours qui a été dans l'ensemble bien réussie par les candidats. Le jury a trouvé de nombreuses copies manquant de rigueur concernant la notation vectorielle, l'expression des opérateurs et la conséquence des hypothèses sur les simplifications à effectuer.

Q20 - Dans la majeur partie des copies, cette question est réussie. Le jury rappelle aux candidats de rester vigilant à l'homogénéité des résultats ce qui permettrait d'éviter certaines erreurs de calcul.

Q21 - Cette question comportait un calcul relativement long. Celui-ci a bien été commencé par les candidats, qui ont montré une bonne connaissance de l'expression du débit volumique, mais a rarement été mené correctement à son terme. On note en particulier des erreurs dans la définition des bornes des intégrales. Le jury rappelle aux candidats qu'ils doivent être honnêtes dans la conclusion de leur calcul et ne pas chercher à tout prix à retrouver l'expression donnée dans l'énoncé.

Q22 - Question bien réussie par les candidats l'ayant abordée.

Q23 - Assez peu de candidats ont pensé à réaliser un bilan de masse pour répondre à cette question.

Q24 - Question peu abordée. Le jury a noté que la stabilité ou instabilité du film est souvent affirmée sans réelle justification.

Q25 - Majoritairement de bonnes réponses à cette question. Le jury a noté beaucoup d'erreurs dans la couleur du laser pourtant utilisé en travaux pratiques. Certaines copies voient ici un phénomène d'interférence à deux ondes au lieu de la diffraction.

2.5.4 Conclusions

L'épreuve a permis de réaliser une sélection satisfaisante des candidats tout en leur permettant de traiter un nombre important de questions et ainsi d'exprimer leurs compétences dans des domaines variés : questions de cours, calculs numériques, raisonnements approfondis autour de notions de cours.