

2.2 Physique 1 - filière MP

2.2.1 Généralités et présentation du sujet

Cette année, le sujet de physique 1 porte sur les bilans d'énergie et transferts thermiques impliquant des fils électriques soumis à l'effet Joule, et le fluide qui s'écoule autour d'eux. Le but est de montrer que l'étude de l'évolution de la température des fils ou la mesure de leur résistance électrique permet d'accéder à la vitesse de l'écoulement du fluide dans lequel ils baignent.

La partie I commence par des rappels de cours. Le transfert thermique par conducto-convection est introduit dans l'équation de la chaleur. On résout cette dernière dans le cas d'un fil rectiligne soumis à l'effet Joule, en s'appuyant sur une modélisation unidirectionnelle. Cela aboutit au profil de température dans le fil. La pertinence de la prise en compte des bords du fil est alors discutée. On est ensuite amené à relier la conducto-convection à la vitesse d'écoulement du fluide baignant le fil. Puisque la résistivité électrique d'un conducteur dépend de sa température et que cette dernière dépend elle-même de la vitesse d'écoulement du fluide autour du conducteur, une relation explicitant le lien entre vitesse d'écoulement et résistance électrique du fil est alors établie.

La partie II s'intéresse à une autre géométrie permettant d'accéder à la vitesse de l'écoulement. Deux fils sont utilisés : l'un sert à chauffer le fluide, qui s'écoule jusqu'au second et le réchauffe. La durée séparant les pics d'échauffement de chacun est directement liée à la vitesse de l'écoulement. Cela est explicité à l'aide d'un bilan d'énergie sur chaque fil, qui conduit à la résolution de deux équations différentielles courantes du premier ordre.

2.2.2 Analyse détaillée des questions

Q1 - Q2 - Questions globalement bien traitées. On note tout de même un nombre significatif de copies qui confondent les résistances électrique et thermique. En particulier, on a observé des confusions au niveau des unités.

Beaucoup de copies traduisent l'uniformité de la température sur une section droite par la nullité du gradient de la température ou encore indique que $\partial T(x, t)/\partial x = 0$, mais utilisent $\partial T(x, t)/\partial x$ et $\partial^2 T(x, t)/\partial x^2$ dans la suite des calculs.

Q3 - Certaines copies se bornent à affirmer que le coefficient h est proportionnel à la vitesse, comme si cela suffisait pour déterminer son sens de variation en fonction de V .

Q4 - Conformément au programme, une démonstration de cours dans le cas unidimensionnel était attendue dans cette question. En ce sens, les copies invoquant directement l'équation locale de conservation de l'énergie ne se sont pas vues attribuer tous les points. Le jury rappelle que préciser le système sur lequel le bilan d'énergie est effectué est une étape incontournable du raisonnement, sinon comment justifier le remplacement de $dT(x, t)$, utilisé dans certaines copies, par $\partial T(x, t)/\partial t \times dt$?

Q5 - Le jury invite les futurs candidats à revoir les méthodes de base de résolution des équations différentielles avant de présenter les écrits du concours. Un nombre non négligeable de copies propose en effet une résolution erronée, affirmant que l'équation aux racines associée à l'EDO considérée est $X^2 + K1X + K2 = 0$.

Q6 - Certaines copies mélangeant la dérivée partielle par rapport à x et l'intégration sur la section droite. Cette dernière se transforme en une intégrale selon la coordonnée x , faisant ainsi disparaître la dérivée par rapport à x .

Q7 - La définition de la valeur moyenne est bien connue.

Q8 - Question un peu délicate qui nécessitait de s'approprier le graphe et la formule fournie. Toutes les bonnes initiatives ont été valorisées.

Q9 - Une comparaison entre L_w et l_c était attendue dans cette question. En particulier, les réponses $L_w \rightarrow \infty$ et $L_w \gg dw$ n'ont pas été acceptées.

Q10 - Bien traitée.

Q11 - Deux réponses étaient possibles pour cette question : soit en utilisant l'effet Joule dans la continuité de la question précédente, soit via la conducto-convection.

Q12 - Bien traitée par la moitié des copies.

Q13 - La partie analyse dimensionnelle a été bien traitée par la moitié des copies. L'impact de la vitesse sur Nu et son interprétation physique ont posé plus de difficultés.

Q14 - Question peu abordée.

Q16 - Question très difficile, correctement traitée par quelques très bonnes copies.

Q17 - Comme l'indiquait l'énoncé, le terme en $T_e - T_f$ n'émanait pas de la conducto-convection.

Q18 - Bien traitée par de nombreuses copies.

Q19 - Bien traitée.

Q20 - Bien traitée par la moitié des copies qui l'ont abordée. L'autre moitié invoquant un effet non pertinent.

Q21 - Très peu de copies font le lien avec la formule établie à la question 20. En particulier, le jury attendait une justification qualitative que la pente est une fonction affine de \sqrt{V} , un commentaire au regard du graphe ou, constant l'allure affine, une stratégie expérimentale pour étalonner le capteur (à la manière d'un pH-mètre par exemple).

Q22 - Il était attendu que les copies citent explicitement des phénomènes physiques expliquant le retard, l'étalement et l'affaissement du second pic par rapport au premier.

Q23 - Bien traitée par la moitié des copies.

2.3 Physique 2 - filière MP

2.3.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet, intitulé « À propos des araignées », s'intéresse à quelques problèmes de physique relatifs à trois espèces d'araignées :