

Rapport sur l'épreuve de physique-chimie

Résolution de problème

2017

Présentation générale de l'épreuve

L'épreuve proposait une étude bioénergétique de la chouette harfang et notamment de sa résistance au froid arctique. Elle se composait de cinq parties et abordait principalement les thèmes du programme relatifs à la conduction thermique, la thermodynamique chimique et la mécanique.

Dans la première partie étaient établis des résultats généraux et classiques relatifs à la conduction thermique, d'abord dans un cas unidimensionnel puis en géométrie sphérique. Elle aboutissait à la notion de conductance thermique, utile dans la suite, et à son expression dans le cas sphérique. La deuxième partie introduisait d'emblée la conductance thermique par unité de masse corporelle. L'estimation de cette grandeur, la variation de la surface corporelle avec la masse d'un oiseau et l'analyse d'un tableau de données moyennes sur le plumage de 62 espèces différentes d'oiseaux permettaient d'étudier l'effet de la taille d'un oiseau sur sa capacité de résistance au froid. Dans la troisième partie, des mesures expérimentales de consommation d'oxygène par des harfangs étaient exploitées pour estimer leur conductance thermique par unité de masse corporelle. La comparaison du résultat obtenu avec des mesures réalisées sur d'autres espèces d'oiseaux permettait d'apprécier l'adaptation au froid du harfang. L'étude des dépenses énergétiques dues au vol dans la quatrième partie était mise en relation avec les techniques de chasse des harfangs et leur adaptation à l'hiver arctique. Enfin, l'effet du vent sur les dépenses énergétiques était abordé dans la cinquième partie dans une modélisation très simplifiée.

Le problème évaluait des compétences variées en alternant questions de cours, mises en œuvre de capacités exigibles du programme, questions calculatoires, numériques ou qualitatives, faisant appel au sens physique, aux capacités d'analyse, de déduction ou à l'utilisation des outils mathématiques du programme.

Commentaires généraux

L'épreuve a permis de classer les candidats en récompensant le travail accompli pendant les années de préparation. Si beaucoup de copies ont révélé de très sérieuses lacunes, un petit nombre de candidats a fait preuve d'une maîtrise remarquable des notions et capacités exigibles du programme en fournissant un travail de grande qualité. Nous avons eu le plaisir de corriger la copie particulièrement remarquable d'un candidat ayant traité correctement la totalité des questions du problème.

Les copies sont en général bien présentées et agréables à lire, sauf exception. Des efforts de rédaction ont été constatés. Ils ont été récompensés par le barème.

Les correcteurs ont constaté une méconnaissance surprenante des aires et des volumes classiques. Nous rappelons que les longueurs, aires et volumes classiques font partie des notions du programme, dans la rubrique des outils mathématiques, et que donner les expressions du périmètre d'un cercle, de l'aire d'un disque, de l'aire d'une sphère, de l'aire d'un cylindre, du volume d'une boule et du volume d'un cylindre sont des capacités exigibles.

Le traitement des applications numériques est un peu insuffisant dans l'ensemble. Il s'agit d'un aspect que les candidats ne doivent pas négliger pendant leur préparation. Les résultats

numériques doivent être accompagnés de leur unité. L'absence de celle-ci ou une unité erronée entraîne une perte de points. Il en est de même si le résultat est donné avec un nombre aberrant de chiffres significatifs. Trop de candidats commettent des fautes d'homogénéité, sur le plan dimensionnel mais aussi en confondant scalaires et vecteurs ou grandeurs élémentaires et grandeurs finies. Par ailleurs, beaucoup d'erreurs évitables ont été commises dans les conversions d'unité (litres en m^3 , heures en secondes).

L'enchaînement des questions et des résultats est obscur pour de nombreux candidats qui naviguent en aveugle sur le pourquoi des calculs. Saisir la cohérence d'un problème en étant capable de suivre son fil directeur peut aider grandement les candidats. Au contraire, beaucoup de candidats ne semblent vraiment pas comprendre ce dont il est question. À l'extrême, que penser d'un candidat qui écrit sur toute sa copie « hareng » au lieu de « harfang » ?

Les questions de thermodynamique chimique ont été nettement mieux traitées que celles relatives à la conduction thermique et à la mécanique. Il est fortement recommandé aux candidats de s'assurer qu'ils maîtrisent l'ensemble des notions et des capacités exigibles listées dans les thèmes de physique du programme, ainsi que dans les outils mathématiques.

Commentaires détaillés

Partie 1 : Conduction thermique

Beaucoup de candidats ont fait preuve d'une maîtrise très insuffisante du programme de conduction thermique, ce qui leur a été très préjudiciable. La plupart des candidats ne connaissent pas les unités des grandeurs qui interviennent dans la loi de Fourier. L'établissement d'un bilan local d'énergie dans le cas unidirectionnel n'a été que trop rarement effectué correctement. Trop de candidats ont confondu résistance thermique et résistance électrique et ont exprimé les résistances thermiques en ohm. La confusion entre flux thermique et vecteur densité de flux thermique a été assez courante. L'utilisation des arguments de symétrie laisse souvent à désirer. En revanche, l'intégration de la question 1.10 a été plutôt bien réussie.

Partie 2 : Taille de l'oiseau et résistance au froid

Cette partie a été la moins bien réussie du problème, essentiellement en raison de difficultés dans la compréhension physique. Ainsi, le taux de bonnes réponses est très faible à la question 2.1. L'intérêt de la conductance thermique par unité de masse corporelle a été rarement perçu. L'analyse du tableau dans la question 2.7 n'a pas été satisfaisante en général, là aussi par manque de sens physique entraînant une difficulté pour extraire et exploiter les informations pertinentes.

Partie 3 : Consommation de dioxygène

La troisième partie comportait plusieurs questions de thermodynamique chimique et a été la mieux réussie du problème. Des erreurs numériques ou de conversion ont cependant pénalisé un nombre non négligeable de candidats. À propos de la régression linéaire, nous rappelons, selon les termes mêmes du programme officiel, que « le coefficient de corrélation n'est pas un outil adapté pour juger de la validité d'un modèle linéaire ».

Partie 4 : Dépense énergétique due au vol

Cette partie a révélé de sérieuses lacunes sur des notions de base de mécanique, référentiel galiléen, force conservative et travail notamment. De nombreux candidats confondent force et travail. Peu de candidats ont été capables de calculer correctement le travail de la force de traînée.

Partie 5 : Effet du vent

Cette dernière partie a été plutôt bien réussie par les rares candidats qui s'y sont aventurés.