

2.2.C - PHYSIQUE I - Filière PSI

Le sujet de l'épreuve de physique 1 PSI était consacré à l'étude des vibrations du Millennium Bridge de Londres.

Les trois parties, indépendantes entre elles, abordaient successivement la problématique de l'oscillateur élastique simple, l'établissement de l'équation de d'Alembert pour les ondes de compression longitudinale d'un matériau élastique et de vibration transversale d'une corde, et l'apparition de modes de vibration quantifiés pour l'onde stationnaire dans le modèle de la poutre élastique.

De nombreuses compétences des candidats étaient testées par ce sujet : la mise en équations, l'analyse documentaire, la résolution mathématique d'équations différentielles et la synthèse des résultats obtenus au regard des phénomènes observés.

Les copies étaient d'un niveau très inégal et si l'impression générale atteste du sérieux de la formation et du travail (dans l'ensemble) des candidats, beaucoup de maladresse a été notée par le jury, notamment dans l'aptitude à résoudre des équations élémentaires et fondamentales en physique, dans la rédaction en bon français de commentaires, et dans les capacités d'analyse et de synthèse devant un ensemble de données graphiques.

Ainsi, le jury a été très désagréablement surpris du taux important de candidats incapables de résoudre l'équation différentielle de l'oscillateur harmonique ou amorti linéairement à la question 2.

À la question 3, le passage au formalisme complexe a posé lui-aussi des difficultés importantes.

À la question 6, il a semblé que certains étudiants voyaient la résonance (orthographiée « raisonnance » dans près d'une copie sur deux) des ponts comme un phénomène un peu magique, totalement déconnecté de toutes les études précédentes en tous cas, et capable de détruire brutalement et instantanément la structure comme si Zeus lui-même la frappait de la foudre.

C'est sans doute la question 8 qui a été la plus mal traitée dans ce sujet. Certains candidats se sont contentés de considérations esthétiques (le plus pertinent des spectres ne devrait-il pas être le plus joli ?) tandis que, parmi les rares qui s'essayèrent au critère de Nyquist-Shannon, un certain nombre d'entre eux cherchèrent la fréquence maximale sur l'axe horizontal du spectre, montrant ainsi au jury qu'ils n'y avaient absolument rien compris. La question du repliement n'a été abordée de manière quantitative que par moins de 2/1000ème des candidats. Plus grave encore, un nombre non négligeable de candidats confondent l'axe horizontal des fréquences avec un axe temporel. Ils voient dans les pics (souvent orthographiés « piques ») régulièrement espacés une image des pas successifs (un candidat résume très bien ce point de vue en affirmant que « chaque pic du spectre correspond à un changement de pied », un autre que « les fréquences sont des nombres pairs, car on a deux pieds »), la décroissance de l'amplitude étant attribuée à l'éloignement du marcheur !

Les questions 12 et 13 ont été traitées par les candidats comme des questions de cours, assez bien connues, même si la rédaction n'en a pas toujours été irréprochable.

Les questions 15, 16 et 17 ont permis aux candidats les plus à l'aise dans le traitement mathématique de l'équation physique proposée de montrer qu'ils étaient capables de développer des techniques importantes dans la physique des ondes : séparation des variables, élimination de solutions divergentes, prise en compte de conditions aux limites, mise en évidence de modes quantifiés de vibration. Nous les en félicitons.

Pour conclure, ce sujet assez court et sans grandes difficultés, a permis de bien classer les candidats. Le jury attend des futurs candidats un effort important dans la compréhension de la notion de spectre et d'échantillonnage. Il les encourage à faire un effort de rigueur scientifique (tous les moyens ne sont pas bons pour obtenir une équation donnée dans l'énoncé), de sens critique sur les résultats numériques obtenus (une fréquence de pas de 20 Hz, c'est rare), de cohérence des réponses (une grandeur ne peut pas être à la fois très petite devant l'unité et supérieure à 0,7) et de correction orthographique (même si lire que « avec l'amortisseur harmonique, il n'y a plus de raisonnance », ça rompt la monotonie des copies). Le jury rappelle également que les réponses les plus longues ne sont pas forcément celles qui rapportent le plus : une rédaction concise sera appréciée, tandis qu'un flot dithyrambique d'assertions contradictoires donnera beaucoup de crédit au candidat, tout comme la mauvaise foi mathématique faisant surgir l'équation demandée à la dernière ou l'avant-dernière ligne. Inversement, l'honnêteté d'un candidat n'aboutissant pas au bon résultat, l'autocritique d'un autre s'étonnant d'une valeur aberrante, qualités essentielles aux futurs élèves ingénieurs, sont appréciées par le jury.

