

EPREUVE DE PHYSIQUE-MODELISATION

Durée : 3 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le sujet, composé de 7 sous-parties indépendantes, portait sur l'étude de quelques caractéristiques d'un robot autonome.

COMMENTAIRE GENERAL SUR L'EPREUVE

Le problème comportait deux grandes parties indépendantes : la première (sous-parties A, B, C et D), portait sur la télémétrie par ultrasons et la deuxième (sous-parties E, F et G) abordait la détermination expérimentale des paramètres physiques de la motorisation du robot. Une annexe informatique était fournie en troisième partie.

Les questions liées à la modélisation et à la programmation étaient imbriquées dans le sujet de difficulté progressive et les candidats étaient évalués sur un spectre large de compétences diversifiées.

ANALYSE PAR PARTIE

Partie A : Détecteur à ultrasons

L'analyse de documents a été globalement bien traitée par une grande majorité de candidats. En revanche nombreux sont ceux qui ont du mal à fournir des réponses concises et précises. Par exemple il est conseillé aux futurs candidats d'avoir le réflexe de synthétiser leur réponse à l'aide d'un tableau. Il était aussi inutile de citer 3 facteurs d'influence alors que l'énoncé n'en demandait qu'un seul.

La question de cours A5 a été souvent mal traitée, la dispersion ou la diffusion étant citées, à tort, et peu d'étudiants ont donné les bonnes grandeurs physiques intervenant dans le phénomène de diffraction.

Les correcteurs ont eu des exemples extrêmement variés de détecteurs pour la question A6, mais ils ont été surpris de constater qu'un certain nombre de candidats pensent que les radars de contrôle routier utilisent des ultrasons et confondent infrarouge avec IRM ou Laser.

Partie B : Célérité de l'onde ultrasonore

Partie très souvent traitée et une grande majorité de candidats obtient les résultats attendus sans démonstrations rigoureuses.

Les correcteurs signalent que « par approximation acoustique » ne peut être considérée comme une explication suffisante en elle-même ; que l'expression de la compressibilité adiabatique d'un GP ne doit pas être donnée sans démonstration ; « c'est adiabatique car il n'y a pas de transfert thermique » ne constitue pas une justification ; qu'un recopiage d'une ligne de code ne peut être considéré comme une démonstration cohérente de l'expression mathématique et du signe de l'écart.

Les outils mathématiques ne sont pas toujours bien maîtrisés : pour la question B11, il faut linéariser en utilisant un développement limité à partir de la forme $\left(1 + \frac{\theta}{T_{273}}\right)^{1/2}$; la notion de dérivée partielle n'est pas toujours assimilée.

Rares sont les candidats qui ont déterminé la bonne unité de l'écart dans la question B12, le pourcentage ayant eu malheureusement un certain succès. Cette erreur a induit des conséquences pour la question B14 mais la majorité des candidats n'a pas été surprise d'obtenir un écart de l'ordre de grandeur de la distance robot-obstacle et encore plus rares sont les étudiants qui ont vu que la distance réelle parcourue par l'onde était le double de la distance robot-obstacle.

Enfin les correcteurs rappellent avec insistance, que les résultats exprimés sans unité ne sont pas comptabilisés.

Partie C : Réflexion de l'onde ultrasonore

Pour les deux premières questions, peu de justifications correctes des relations données. La signification (très souvent) et l'unité (assez souvent) du vecteur de Poynting sont méconnus avec parfois des confusions avec l'électromagnétisme. Les démonstrations des expressions de R et T sont aléatoires mais les candidats arrivent cependant à retrouver $R+T=1$ en prenant quelques libertés mathématiques et ont du mal à identifier la conservation de la puissance-énergie.

La question C7 a été largement abordée mais les réponses complètes ont été rares alors qu'il s'agissait juste d'interpréter.

Partie D : Détection d'un obstacle mobile

Partie assez bien comprise et correctement traitée mais des erreurs de signe pour les questions D1 (lors de la détermination de la relation de dispersion) et D6 (où les étudiants n'ayant pas déterminé les expressions de $\omega_r + \omega_0$ et $\omega_r - \omega_0$ faisaient apparaître sur le spectre un $\omega_0 - \omega_r$).

L'identification des filtres a été bien laborieuse, décevante et souvent chronophage. Beaucoup de candidats effectuent une étude du comportement asymptotique sans finalement donner le nom du filtre.

La question D10 a été rarement traitée.

Partie E : Essai à rotor bloqué

Partie abordée surtout pour l'informatique qui a été traitée en Python dans toutes les copies. Les questions proches du cours (calcul de moyenne, boucle simple, définition de fonction) sont globalement maîtrisées mais la conversion *float* pour la question E5 a souvent été omise.

Pour la question E2, assez souvent le candidat propose la méthode mais ne la met pas en œuvre. Et les notions relatives au calcul d'incertitude sont quasiment inconnues des candidats.

Partie F : Essai à vide en fonctionnement générateur

Partie très rarement abordée contenu de la longueur du sujet et souvent mal traitée, seule la question F4 a été bien réussie en général.

Partie G : Essai de lâché

Faute de temps, partie quasiment jamais abordée et des problèmes de signe dans l'équation du mouvement stoppent nets les candidats.

ANALYSE DES RESULTATS

Le sujet était de difficulté progressive, ce qui a permis aux candidats les plus faibles d'avancer un peu dans la résolution, à tous de trouver des questions correspondant à leur domaine de prédilection et le jury s'est réjoui d'avoir pu corriger d'excellentes copies où les candidats montraient une grande variété de compétences.

Comme dans les précédents concours, le barème était adapté à la diversité et au grand nombre de questions et favorisait les étudiants qui étaient capables de « s'approprier » le problème, « l'analyser et le modéliser », « imaginer et concevoir une solution », « spécifier ou traduire ou évaluer ou contrôler et valider un algorithme dans un langage de programmation » et « communiquer » par un écrit structuré.

Après un traitement informatique ramenant le barème à 20, la moyenne de l'épreuve s'élève à 9,60 sur 20 avec un écart-type de 3,46.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

L'étudiant doit apprendre à gérer son temps durant l'épreuve : l'utilisation de tableau de synthèse, de réponses concises mais précises permet de dégager du temps pour avancer plus loin dans le problème.

Le candidat doit à chaque résultat trouvé (ou retrouvé) être exigeant avec lui-même et vérifier que sa démonstration est rigoureuse, un tour de passe-passe pour obtenir un résultat n'est pas acceptable de la part d'un futur ingénieur et conduira forcément à une perte de points et de temps pour le candidat.

Enfin, il ne faut pas négliger les questions relatives à la partie aspects numériques.