

Rapport de l'épreuve de Physique A

Présentation du sujet

Ce sujet avait pour thème le confort et les performances énergétiques de l'habitat. Il était composé de cinq parties indépendantes :

- la première partie s'intéressait à l'isolation thermique d'un toit (diffusion thermique) ;
- la deuxième partie était consacrée au fonctionnement d'une cellule photovoltaïque puis d'un panneau solaire (électrostatique, électronique) ;
- la troisième partie se penchait sur le fonctionnement d'un onduleur (électronique, filtrage linéaire) ;
- la quatrième partie abordait la régulation automatique du niveau d'un bassin (électronique, ALI, dynamique des fluides) ;
- la cinquième partie modélisait le fonctionnement d'une horloge à eau (mécanique).

Remarques générales

Comme l'an dernier, le jury regrette un manque de soin dans un certain nombre de copies. L'écriture laisse parfois à désirer, de même que les schémas et les graphes. L'utilisation du brouillon est fortement recommandée. Le jury étant conscient que l'utilisation d'effaceur est proscrite, il est tout à fait possible de raturer proprement un résultat et de reprendre le calcul en dessous.

On peut parfois regretter un manque de justifications et de clarté. En particulier, quelques questions n'attendant aucun calcul n'ont pas souvent été bien menées. À titre d'exemple, de nombreux candidats savent calculer une fonction de transfert (question 30) sans vraiment en comprendre la finalité, comme le montrent les questions 29 et 31. À la question 8, la justification de la dimension de δ est attendue pour obtenir le point. Dans les questions où le résultat à trouver est fourni, on attend une grande rigueur de raisonnement ; par exemple, à la question 46, le facteur $\cos \theta$ (fourni) ne doit pas émerger de nulle part, un schéma est souhaitable.

Certaines applications numériques sont parfois demandées. En l'absence de calculatrice, le jury est indulgent quant au résultat obtenu. Des aides numériques sont parfois fournies (par exemple, en début de partie III). On note que certains candidats évitent ces applications numériques alors que les expressions littérales sont correctes, ce qui est dommage. Toutefois, on ne peut espérer obtenir de points si le résultat final n'est pas simplifié (par exemple, un résultat laissé sous forme d'un rapport à la question 28) ou si l'unité est manquante ou fausse.

Enfin, on recommande aux candidats de vérifier régulièrement l'homogénéité de leurs résultats, permettant de corriger des erreurs de calcul et de sauver de nombreux points.

Analyse par partie

Partie I - Isolation thermique d'un toit

- La loi de Fourier est généralement connue, le signe $-$ n'est pas toujours compris.
- La démonstration de l'équation de la chaleur doit être soignée : il faut commencer par définir (ou dessiner) le système d'étude avant de lui appliquer le premier principe.
- De nombreuses erreurs de compréhension de la question 4. Les candidats aboutissent souvent à un facteur 10 au lieu d'un facteur 9.
- La fin de la partie était calculatoire mais guidée : il fallait injecter la solution proposée dans l'équation de la chaleur, puis exploiter les conditions aux limites. Si l'équation de la chaleur est incorrecte, on ne peut espérer des points sur ces questions.

Partie II - De la cellule photovoltaïque au panneau solaire

- Les candidats doivent savoir que le champ électrique est un vecteur, que l'opérateur divergence n'est pas surmonté d'une flèche, et que le théorème de Gauss s'applique sur une surface fermée.
- La distribution de charge étant plus originale que celles traitées en cours, le calcul du champ électrostatique a été très peu réussi. Deux méthodes étaient possibles (locale ou intégrale).
- L'exploitation de la caractéristique du panneau n'est pas souvent réussie.
- La fin de la partie était plus calculatoire. Un faible nombre de candidats s'en sont bien sortis. Il était possible de traiter ces questions sans les équivalences Norton-Thévenin (hors-programme), en exploitant la symétrie du circuit.

Partie III - Conversion continu-alternatif : nécessité d'un onduleur

- Lorsqu'un graphe est demandé, on attend que les axes soient nommés et, lorsque c'est possible, que des valeurs remarquables apparaissent sur les axes.
- La notion de spectre de Fourier en amplitude est obscure pour une partie des candidats.
- De nombreux circuits électriques équivalents font apparaître un fil au lieu d'un interrupteur ouvert au niveau de la tension $u(t)$, provoquant un court-circuit de la tension continue E !
- Les définitions des valeurs moyenne et efficace sont souvent entachées d'erreurs.
- Très peu de candidats ont compris que la cellule LR avait pour but de réaliser un filtrage passe-bas.
- Il convient de distinguer fréquence de coupure et pulsation de coupure.
- La discussion sur le choix de L doit être claire. Une réponse de type « si L est trop grande, f_c est trop petite et inversement » n'est pas suffisante.

Partie IV - Régulation du niveau d'un bassin

- Une bonne partie des candidats reconnaissent le bloc comparateur à hystérésis. Il convient de soigner le tracé de sa caractéristique (valeurs, branches horizontales, sens de parcours du cycle).
- L'explication demandée à la question 37 n'est pas toujours convaincante. Les candidats qui ont bien compris le principe du montage ont souvent récolté les points dans les deux questions qui suivent.
- La question 40, peu guidée, a été très compliquée. Il faut soigner le bilan hydraulique, préciser entre quels points on l'applique, énoncer chaque hypothèse permettant de simplifier des termes.
- La longueur pertinente du nombre de Reynolds est le diamètre de la conduite et non sa longueur.

Partie V - Horloge à eau

- Placée en fin de sujet, cette partie a été peu abordée.
- L'équation à obtenir à la question 47 était fournie. Certains candidats ont tenté de répondre à la question 46 sans vraiment comprendre ce qu'ils écrivaient, pour aboutir au résultat attendu. Ce genre de comportement est sanctionné.
- Même si on devine que l'horloge est stable (resp. instable) pour une faible (resp. grande) hauteur d'eau, à la lecture de l'énoncé, il convenait de le montrer à partir de l'expression de l'énergie potentielle. Il s'agissait d'étudier le signe de la dérivée seconde de E_p par rapport à θ , en $\theta = 0$.
- La résolution d'une équation du 2nd degré pose des problèmes à une partie des candidats.

Conclusion

La diversité des chapitres évalués dans ce sujet a donné à tous les candidats des chances de s'exprimer. La variété des questions posées (définitions, questions de sens physique, questions calculatoires, applications numériques) a permis de classer les candidats sur une distribution de notes très étendue. La présence de questions proches du cours tout au long du sujet permet à tout candidat connaissant bien son cours d'obtenir une note honorable. Le jury souhaite enfin féliciter les candidats ayant rendu des copies particulièrement consistantes, rigoureuses et soignées, de bout en bout.