

Composition de physique – Filière PSI (XSR)

Présentation de l'épreuve

Le sujet proposé s'intéressait aux thermogénérateurs magnétiques. Cette étude permettait d'aborder plusieurs domaines de la physique, au-delà des problématiques de la thermodynamique intrinsèquement reliées au dispositif étudié.

Les deux premières parties se proposaient de réintroduire les notions essentielles aux machines thermiques pour les intégrer dans la problématique développée par le sujet. Dans un premier temps, il s'agissait de rappeler les définitions liées à un cycle de Carnot et d'établir les relations caractéristiques de ce cycle, afin de le comparer aux rendements des gisements de chaleur. Dans un deuxième temps, le sujet étudiait un cycle de Carnot pour un gaz parfait dans le détail, en établissant différentes relations entre les grandeurs thermodynamiques représentatives du gaz parfait.

Dans la troisième partie, le sujet abordait plus spécifiquement le fonctionnement des thermogénérateur d'un point de vue thermodynamique *via* l'étude d'un cycle endoréversible et sa comparaison avec un cycle de Carnot.

La quatrième partie permettait d'établir le lien entre les grandeurs thermodynamiques et les grandeurs magnétiques relatives au matériau magnéto-calorique utilisé dans le fonctionnement du générateur. Ces grandeurs étaient ensuite réinvesties dans la cinquième partie, essentiellement consacrée à l'étude magnétique du cycle thermodynamique. Le sujet proposait ainsi de déterminer l'énergie magnétique du système et de la relier à une force magnétique à travers l'étude des champs magnétiques présents dans chaque partie du thermogénérateur. La force magnétique étant établie, le sujet s'intéressait ensuite dans la sixième partie au mouvement mécanique du matériau magnétocalorique au cours du cycle. La septième partie permettait, par une étude thermique du générateur, de compléter l'étude précédente pour identifier le régime de fonctionnement oscillatoire.

La dernière partie étudiait le capteur de position associé au déplacement du matériau magnétocalorique. Débutant par une approche électrocinétique en régime variable, le sujet associait ensuite le système étudié à la problématique générale, à savoir le fonctionnement du magnétocalorique.

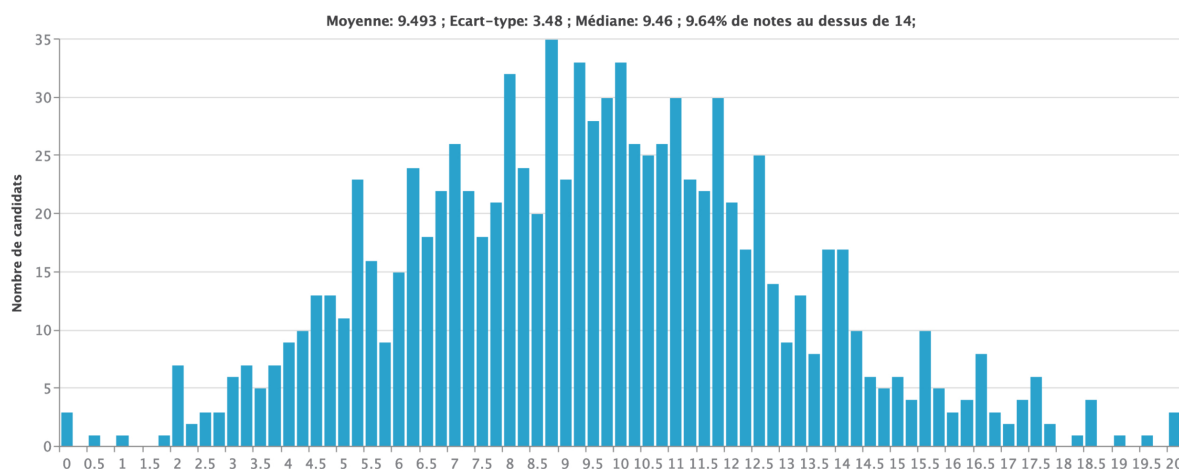
Remarques d'ordre général

Certaines remarques sont identiques à celles des années précédentes et mériteraient l'attention particulière des futurs candidats.

- Malgré un fil conducteur commun à tout le sujet, les parties étaient volontairement assez indépendantes et il était possible, ce qu'un bon nombre de candidat a fait, de redémarrer le problème après des difficultés dans une partie préalable.
- Le jury a été à nouveau désagréablement surpris par le manque de rédaction en réponse aux questions proposées. De nombreuses copies répondent à certaines questions par une succession de calculs sans schéma ni explication. Reproduire les schémas proposés dans l'énoncé peut parfois être utile pour aider le correcteur dans sa lecture des calculs (forces, orientations, axes, notations,...). Par ailleurs, certaines questions, dont la réponse reste courte, invitent à un minimum de rédaction pour permettre au correcteur de s'assurer de la maîtrise des notions. L'absence totale de rédaction lors d'une réponse à une question est souvent sanctionnée. En comparaison, certaines copies bien rédigées et présentées permettait de donner une partie des points à une réponse partiellement juste.
- L'écriture doit être lisible. Il est pertinent d'encadrer les résultats ainsi que numéroté les questions.

- Si les informations données dans le texte servent parfois à contextualiser la problématique, elles sont la plupart du temps utiles à la résolution du problème. Certains candidats gagneraient à lire plus attentivement l'énoncé. En particulier, certaines questions comportaient plusieurs sous-questions, ce que les candidats n'ont pas toujours remarqué, ratant parfois certains points "faciles".
- Très peu de questions se prêtent à des réponses succinctes ne nécessitant pas de répondre aux questions précédentes. Le jury ne recommande donc pas de "papillonner" sur le sujet, c'est une méthode souvent inefficace. Au contraire, les candidats ayant persévéré et ayant avancé régulièrement réussissent souvent mieux. Des bonnes notes peuvent être obtenues en ne traitant que la moitié du sujet. Cependant, il est important de parcourir tout le sujet afin de ne pas se focaliser sur un point de difficulté et pouvoir redémarrer le sujet sur une autre partie. On notera que certains candidats ayant raté les premières parties réussissent bien en se rattrapant sur le reste du sujet.

Les notes des candidats se répartissent de la façon suivante :



Question par question

- Q1 : Cette question s'est montrée révélatrice de la maîtrise approximative d'une notion essentielle du cours, pour un bon nombre de copies. De nombreux mélanges des notations intégrale/différentielle, qui conduit assez souvent à $dU = 0$ sur un cycle ! Le second principe ne consiste pas uniquement à écrire la variation d'entropie sous forme de bilan.
- Q2 : Rien à signaler.
- Q3 : Rien à signaler.
- Q4 : Question de cours plutôt réussie
- Q5 : Les applications numériques dans la mauvaise unité ne donnent pas le bon résultat.
- Q6 : Une lecture attentive du sujet aurait permis à certains candidats de mieux comprendre le fonctionnement du cycle moteur.
- Q7 : La représentation du cycle a été proposée sans aucune explication pour bon nombre de copies, ce qui a évidemment été sanctionné.
- Q8 : Cette question a rarement été réussie
- Q9-11 : Ces questions étaient plutôt bien réussies par les candidats ayant obtenu l'expression des transferts thermiques.

- Q12 : Question rarement abordée.
- Q13-16 : Une erreur dans le sens du cycle s'est glissée dans le sujet. Cela n'a pas pénalisé les candidats et le jury s'est montré tolérant sur les erreurs de signes tant que les développements proposés par le candidat étaient cohérents.
- Q17 : Cette question, plutôt simple *a priori*, a été le lieu de développement erronés.
- Q18 : Le développement limité a trompé un très grand nombre de candidats. Même s'il n'était pas complètement trivial, le jury s'étonne du manque de réflexes calculatoires de la majorité des candidats.
- Q19 : Assez rarement abordée malgré l'appui du graphique pour trouver le résultat.
- Q20 : Peu abordée. Très peu de candidats ont compris quel était le point de fonctionnement le plus intéressant.
- Q21 : Rien à signaler
- Q22-25 : Les dérivées croisées sont souvent calculées de manière confuse, ce qui empêche bon nombre de candidats d'aboutir aux bons résultats
- Q26 : Rien à signaler
- Q27 : Souvent réussie. Le jury insiste sur le fait qu'un minimum de rédaction est nécessaire. Il ne s'agit pas de "balancer" le résultat tel quel.
- Q28-29 : Malgré la lourdeur des écritures, ces questions ont été plutôt bien réussies.
- Q30-33 : Des erreurs de facteur 2 causées par une analyse trop rapide du système étudié. Plutôt bien réussies par ailleurs.
- Q34 : Très rarement traitée.
- Q35 - 36 : Rien à signaler
- Q37 : Plutôt bien réussie.
- Q38-39 : Plutôt bien réussies quand abordées même si les raisonnements proposés étaient parfois brouillons.
- Q40 : Très rarement réussies
- Q41-42 : Parfois justes mais sans les bons arguments, ce qui était sanctionné.
- Q43 : Le jury s'attend à une justification (même rapide). Certains candidats devraient prendre le temps de justifier afin d'éviter des erreurs sur ces questions relativement faciles.
- Q44 : L'équation de diffusion était souvent trouvée mais les conditions aux limites rarement déterminées correctement.
- Q45 : Il était impossible de répondre à cette question sans Q44.
- Q46-47 : Très rarement abordées
- Q48-49 : Ces questions devraient être maîtrisées par une majorité de candidats mais étant parmi les dernières questions, elles sont souvent le lieu d'erreurs dommageables.
- Q50 : Malheureusement parfois erronée alors qu'il s'agit seulement de bien lire l'énoncé.
- Q51-54 : N'étant pas particulièrement difficiles, ces questions auraient pu être mieux réussies si elles étaient placées en début de sujet. Les candidats appliqués en fin de sujet ont pu valoriser leur travail.
- Q55-59 : Il s'agissait de réinvestir les résultats précédents dans le cadre du mouvement du matériau magnéto-calorique. Questions très rarement abordées.