

EPREUVE DE PHYSIQUE - CHIMIE

Durée : 4 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le sujet était centré autour de la conversion d'énergie, en physique et en chimie. Après s'être intéressé au rendement à puissance maximale d'une machine thermique (rendement de Curzon-Ahlborn parties A, B et C) puis à la notion de rendement thermodynamique d'une pile (D, E et F), une résolution de problème était proposée. Celle-ci était basée sur quelques documents, les données de l'énoncé ainsi que les connaissances du candidat (partie G). Enfin les trois dernières parties avaient pour but d'expliquer semi-qualitativement la fission nucléaire.

COMMENTAIRE GENERAL SUR L'EPREUVE

Dans l'ensemble l'épreuve a été plutôt bien réussie par les candidats, le jury n'ayant rencontré que peu de très mauvaises copies. Cependant, elle a aussi été traitée de façon très inégale, les parties B et H étant presque toujours abordées (et de façon correcte), les sections C et F et J étant à l'inverse délaissées. Un nombre important de candidats a abordé la résolution de problème.

D'importantes lacunes dans la connaissance du cours, partagées par la majorité des candidats, sont à déplorer : principalement au sujet du rendement (définition et valeur de Carnot), du potentiel thermodynamique (dont la définition est très rarement connue, quant il n'est pas simplement confondu avec le potentiel chimique), ainsi que des ordres de grandeur des conductivités thermiques. Enfin, les équations redox rencontrées sont rarement justes, bien que celles demandées figurent parmi les plus simples et classiques.

Si certains candidats vérifient et commentent l'homogénéité de leurs formules, ce réflexe est loin d'être acquis par tous. En particulier, un candidat sur deux ne connaît pas le lien puissance/énergie, ni la différence entre un potentiel électrique et une énergie/une puissance. Les applications numériques sont souvent fausses ; une majorité des candidats les réalisant par exemple avec les températures en degrés Celsius et non en Kelvin, ce qui mène à des valeurs de rendements absurdes.

ANALYSE PAR PARTIE

Partie A : Cycle de Carnot

Souvent très mal traitée. Comme énoncé précédemment, le rendement de Carnot n'est pas connu, les applications numériques se font sans convertir les températures en Kelvin. Plus gênant, bien que beaucoup de candidats comprennent que lorsque fluide et thermostat sont à la même température les transferts thermiques sont très limités, le lien avec un fonctionnement à puissance non nulle d'une machine thermique n'est pas compris.

Partie B : Origine des résistances thermiques

L'une des sections les mieux traitées du sujet. Les candidats arrivent fréquemment à justifier correctement la conservation du flux. Les ordres de grandeur des conductivités thermiques, bien qu'explicitement au programme, sont en revanche très peu connus.

Partie C : Rendement à puissance maximale

Partie peu abordée. Les signes sont souvent problématiques, il s'agit d'une difficulté récurrente en thermodynamique. Très peu de candidats reconnaissent que le système est

volontairement irréversible et ne pensent pas à citer la diffusion thermique comme une cause d'irréversibilité. Globalement, peu de candidats ont compris l'intérêt de cette partie, qui donnait pourtant un sens au deux précédentes. Un nombre important de candidats ayant obtenu une expression pour la puissance ne pensent pas à dériver l'expression, ce qui devrait pourtant être un acquis de première S.

Partie D : Expression du transfert thermique

Encore de nombreux problèmes de signes au niveau de l'enthalpie de réaction (question 4). Peu de candidats justifient correctement la question 5. Les deux dernières questions (classiques) ont été bien réussies par environ un tiers des candidats.

Partie E : Expression du travail électrique

Les cinq premières questions sont souvent catastrophiques. La notion de potentiel thermodynamique n'est pas maîtrisée voire pas connue, et trop souvent confondue avec le potentiel chimique. À l'inverse, quelques bons candidats ont rapidement gagné des points sur cette partie.

Partie E : Rendement thermodynamique

Il s'agissait de la partie la plus délicate du sujet. Très peu et mal abordée : le jury n'a rencontré presque aucune réponse correcte entre F3 et F7. Les questions n'étaient pas directement liées au cours et mettaient en jeu des notions pouvant dérouter, comme le « rendement thermodynamique », dont la dénomination, bien que consacrée, peut porter à confusion puisqu'il n'est pas limité à 1.

Partie E : Résolution de problème

Cette partie, nouvelle dans sa forme, fait écho aux nouveaux programmes. La résolution de problème demandait au candidat d'utiliser les documents, les données de l'énoncé et ses connaissances personnelles pour construire un modèle permettant de répondre à une question. Il s'agissait de tester les capacités de modélisation et d'initiative.

Il est agréable de voir, quand il est bien mené, un raisonnement (ou une piste) aboutissant à un résultat crédible. Cependant, les correcteurs ont regretté que certains candidats "intuitent" des valeurs pour le courant d'un éclair ou encore sa durée (probablement en lien avec le sujet CCP PSI 2015) : on ne saurait répondre à une question physique en annonçant sans justification les données nécessaires. Ces épreuves permettent aussi facilement de classer les candidats, ne serait-ce qu'en distinguant ceux qui ne voient aucun problème à diviser une tension d'un éclair par une tension nominale d'un moteur pour conclure, ou encore qui expriment une puissance en Volt.

Trop de candidats confondent « résolution de problème » où une part d'initiative est attendue, avec une « étude de documents » type baccalauréat où il suffit de piocher les réponses dans le sujet.

Partie H : Champ électrostatique

Partie très bien traitée, mis à part quelques difficultés pour justifier les invariances et les symétries du problème. Notons qu'en symétrie sphérique, ce n'est pas le champ électrique qui ne dépend que de r , mais sa norme (ou ses composantes).

Partie I : Energie électrostatique

La densité volumique d'énergie est souvent connue, mais les calculs aboutissent rarement, principalement car le passage d'une intégrale volumique à une intégrale ne portant que sur le rayon est rarement réussie. L'élément de volume élémentaire devrait être connu de tous les candidats.

Partie J : Réaction de fission

Partie peu abordée. Les candidats n'ont pas compris que la fission pouvait être expliquée par cette diminution d'énergie, mais que l'argument ne fonctionnait au contraire pas pour la fusion.

ANALYSE DES RESULTATS

Cette épreuve a été globalement bien réussie. Si le jury se réjouit de nouveau d'avoir pu corriger d'excellentes copies, il tient également à signaler un nombre trop important de réponses aberrantes qui semblent témoigner d'un manque de réflexion regrettable chez de trop nombreux candidats.

Les questions assez subtiles nécessitant un développement argumentatif (notamment dans la partie F) sont très mal réussies voire, pas abordées du tout. Les questions où des méthodes de résolution sont clairement et systématiquement vues lors des enseignements de CPGE sont bien réussies.

Enfin, le jury regrette que la résolution de problème est globalement très décevante.

Après un traitement mathématique ramenant le barème à 20, la moyenne de l'épreuve s'élève à 9,49 sur 20 avec un écart-type de 4,28.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Les recommandations données par le jury lors des dernières sessions du concours restent toujours d'actualités. La préparation du concours est fondée sur un apprentissage régulier et approfondi du cours, cet apprentissage s'effectuant par une approche équilibrée entre la théorie et l'expérience : la démarche expérimentale effectuée dans le cadre des travaux pratiques est incontournable et riche d'informations pour la compréhension des phénomènes physiques. Il apparaît inadmissible que les questions proches du cours sur lesquelles s'appuie le raisonnement ne soient pas ou mal traitées par les candidats.

La résolution du problème nécessite un minimum de technicité calculatoire que le candidat se doit de maîtriser même si son utilisation reste réduite dans le cadre du concours. Pour autant, le candidat ne doit pas se contenter de répondre mathématiquement aux questions posées, il doit argumenter, rédiger sa réponse de manière précise, dégager le sens physique de ses résultats et effectuer l'analyse critique du phénomène étudié. Le caractère pertinent des solutions se doit d'être souligné. Le choix des sujets abordés évalue la curiosité, le sens de l'observation, le réalisme du candidat et son adaptabilité face au monde naturel et technique en perpétuelle évolution.

Ne pas négliger les applications numériques et prendre en compte la précision attendue. Ces informations sont importantes pour évaluer les performances d'un système et influent de façon notable sur la note acquise par le candidat.

L'ultime recommandation et sans doute la première au jour de l'épreuve est une lecture préalable attentive, sans précipitation, de l'énoncé : les réponses à bon nombre de questions ou les orientations relatives à la bonne marche à suivre pour la résolution du problème sont souvent glissées par le concepteur dans des phrases introductives ou de liaison entre les paragraphes successifs. Le candidat trouvera dans la formulation des questions et bien souvent dans les données numériques les clés de son raisonnement.