

Physique-chimie 1

Présentation du sujet

L'épreuve de cette année aborde plusieurs aspects du transport ferroviaire, qui n'a eu de cesse de se développer depuis plus de deux siècles et apparaît aujourd'hui comme un moyen de transport performant, confortable et respectueux de l'environnement. C'est dans ces perspectives que sont construites les trois parties du sujet, dont les problématiques sont indépendantes entre elles, afin de permettre aux candidats d'exprimer leurs compétences d'appropriation et d'analyse dans des domaines variés du programme de CPGE :

- la première partie, consacrée à la motorisation des trains, est, pour une large part, consacrée à la thermodynamique, notamment appliquée aux systèmes chimiques, ainsi qu'à l'électrochimie au travers de l'étude d'une pile à combustible ;
- dans la deuxième partie, il s'agit de mettre en œuvre les concepts fondamentaux de la mécanique pour analyser les performances dynamiques des trains ;
- la réalisation d'une connexion Internet à bord du train, ayant pour vecteur la lumière visible (technologie LiFi), fait l'objet de la dernière partie du sujet.

Analyse globale des résultats

Comme souvent ces dernières années, les candidats ont pour la plupart suivi un cheminement linéaire le long du questionnaire proposé, leur permettant d'aborder systématiquement au moins les deux premières parties du sujet dans le temps imparti. Dans l'ensemble, les questions relevant du cours ou de son application directe sont relativement bien traitées, et ce quel que soit leur positionnement thématique. À contrario, les questions nécessitant une prise d'initiative, ainsi que celles s'appuyant sur des documents ou des schémas, qu'ils soient laissés à la réalisation des candidats ou non, se sont avérées très clivantes. Tandis qu'elles sont maltraitées – voire délaissées – par les candidats les plus fragiles, les réponses qui y sont apportées dans les meilleures copies sont très satisfaisantes.

La troisième partie a été délaissée d'emblée par environ un quart des candidats. Alors qu'elle comportait quelques questions largement accessibles, cette partie a donné lieu à des prestations assez décevantes. Il est probable que l'appropriation des nombreuses informations et des notations spécifiques à cette partie ait été compliquée par la fatigue et le manque de lucidité caractéristiques d'une fin d'épreuve.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Attentes du jury concernant la rédaction et la présentation

L'amélioration en matière de rédaction, constatée par le jury lors des précédentes sessions, se confirme. Afin d'encourager les candidats à poursuivre leurs efforts dans ce domaine tout au long de leur préparation,

le jury tient à rappeler ses modestes attentes au travers des conseils déjà prodigués dans les précédents rapports :

- les raisonnements concis et précis sont les plus efficaces. Ils doivent être menés sur des systèmes clairement définis et faire appel à des lois explicitement citées, hypothèses sous-jacentes incluses. Le barème valorise les candidats qui se soumettent à ces exigences de rigueur ;
- les réponses aux questions qualitatives doivent être argumentées et rédigées en respectant les règles grammaticales élémentaires. L'usage irraisonné d'abréviations est proscrit ;
- l'attention apportée par les candidats à la lisibilité de leurs réponses et la mise en valeur des résultats obtenus, qui témoigne de la considération apportée au travail de correction, est très fortement appréciée et donc vivement encouragée.

Remarques spécifiques sur la partie I

Questions Q1. à Q5. La représentation du cycle Diesel dans le diagramme de Watt est généralement satisfaisante, de même que l'utilisation des lois fondamentales de la thermodynamique qui permettent de déterminer les grandeurs d'état inconnues. En revanche, les questions portant sur le rendement du cycle ont posé des difficultés à une majorité de candidats : bien que ceux-ci connaissent la définition « générale » du rendement, nombre d'entre eux n'a pas réussi à identifier correctement les étapes du cycle au cours desquelles les différents échanges énergétiques interviennent.

Questions Q6. à Q8. Ces questions, proches du cours, ont été plutôt bien réussies.

Questions Q9. à Q14. À nouveau, la notion de rendement, cette fois appliquée à l'électrochimie, pose problème aux candidats. Le signe de W_e est souvent faux, et sert de justification à la présence du signe « - » dans l'expression du rendement donnée dans l'énoncé. Cette justification repose alors sur un contre-sens physique... La démonstration attendue de l'expression du rendement maximal, pourtant fournie, a révélé d'énormes confusions entre grandeurs extensives et grandeurs molaires.

Questions Q15. à Q18. Les concepts classiques de cristallographie sont maîtrisés par la plupart des candidats. Les questions **Q17.** et **Q18.** qui nécessitaient de s'éloigner de la situation idéale envisagée par les modèles ont donné lieu à des raisonnements confus, conduisant parfois à des résultats numériques manifestement aberrants.

Remarques spécifiques sur la partie II

Questions Q19. à Q22. Le jury a été très surpris de constater que l'action tangentielle exercée par les rails sur la locomotive lors de la phase de démarrage a fait trébucher une part importante des candidats : dans cette situation, les frottements permettent au train d'avancer ! Les points d'application des différentes forces sont trop souvent hasardeux.

Questions Q23. à Q26. Même si l'expression du rayon de courbure de la trajectoire a posé des problèmes d'ordre géométrique, les questions relatives au mouvement circulaire uniforme sont plutôt bien traitées. Dans la question non-guidée **Q26.**, peu de candidats ont su réinvestir la démarche classique de résolution d'un problème de mécanique (choix d'un référentiel de travail, inventaire rigoureux et exhaustif des efforts subis, définition d'un paramétrage adapté...) pour exploiter les documents et estimer le dévers des rails.

Questions Q27. à Q31. Le jury a relevé pas mal d'imprécisions lors de la description du mouvement relatif des référentiels géocentrique et terrestre, avec notamment la confusion fréquente entre mouvement circulaire et mouvement de rotation. Faisant trop rapidement un rapprochement avec la situation de « déviation vers l'Est », beaucoup de candidats n'ont pas pris la peine d'exprimer la force de Coriolis subie par le train, et ainsi d'en déterminer la direction et le sens.

Remarques spécifiques sur la partie III

Comme cela a déjà été signalé plus haut dans le présent rapport, cette dernière partie nécessitait de s'approprier les informations fournies au sujet des diodes électroluminescentes, ainsi qu'un volume important de nouvelles notations. Le jury a parfaitement conscience de l'ampleur de cette tâche et en a tenu compte lors de l'évaluation des copies. Les questions classiques relatives à la modulation d'amplitude ont donné satisfaction (**Q34.** à **Q36.**). En revanche, le jury s'est étonné de constater que la question **Q38.**, qui portait sur la reconnaissance et l'établissement de la fonction de transfert d'un filtre passe-haut du premier ordre, n'ait pas donné lieu à un taux de réussite de 100 % dans les copies où elle a été abordée.

Conclusion

Comme lors des sessions précédentes, il ressort que :

- le jury attend des candidats qu'ils expliquent clairement et concisément les idées physiques sur lesquelles reposent leurs raisonnements et les calculs afférents ;
- la parfaite maîtrise du cours est une condition absolument nécessaire à la réussite de cette épreuve. Il importe en particulier d'avoir les idées claires quant aux dimensions des grandeurs physiques manipulées ;
- la précision de l'argumentation conditionne souvent l'attribution des points. Il est ainsi inutile de se précipiter lors des réponses aux questions proches du cours, au risque d'oublier certains éléments-clés dans les démonstrations ;
- le jury encourage les candidats à prendre le temps de commenter les valeurs numériques obtenues. Il valorise également ceux qui font preuve d'honnêteté intellectuelle et de sens critique lorsqu'ils obtiennent une valeur aberrante eu égard au cadre de l'étude ;
- le jury incite vivement les candidats à s'entraîner à la résolution de questions non guidées au cours de leur préparation, de sorte à ne pas laisser ce type de questions de côté lors de l'épreuve.

En valorisant indépendamment la connaissance du cours, la maîtrise des raisonnements classiques, l'initiative, les capacités d'analyse/interprétation et les efforts rédactionnels, le barème de cette épreuve a permis de bien différencier les candidats. Les candidats bien préparés ont ainsi pu faire montre de qualités scientifiques à la hauteur des enjeux de l'ingénierie du XXI^e siècle et le jury tient à les en féliciter.