

- I.B.6. P doit être positif (attention à la définition de F) (20 %/40 %).
- I.B.8. Lorsque le calcul numérique de la puissance maximum de chaque éolienne est correctement traité (10 %/10 %), peu de candidats interprètent le rapport P/P_{\max} comme le rendement de conversion d'énergie mécanique en énergie électrique de la génératrice.
- I.C. La représentation des forces (10 %/20 %) de traînée et de portance est bien souvent incohérente avec le sens de rotation du rotor. C'est souvent la conséquence d'une question I.C.1. (40 %/60 %) avec une erreur de signe.
Les courbes de la figure 8 doivent conduire le candidat à proposer des pales longues (quelques %) et vrillées (10 %/15 %).
- II.A.1. Le jury a accepté une unité «magnétique » ou « technique ».
- II.A.2. Le jury n'a pas accepté un réseau de courbes contradictoire avec la question d'après (β constante caractéristique de la machine) (40 %/40 %).
- II.A.5. La nature des interrupteurs doit être justifiée par référence aux points de fonctionnement (30%/50%).
- II.A.6.,7. Quelques très rares candidats ont mené à bien la méthode imposée pour déterminer l'ondulation et la valeur moyenne. D'autres s'en sont sortis (5%/20%) en prenant l'initiative de déterminer d'abord la valeur moyenne par la méthode habituelle du cours (calcul des valeurs moyennes des différents termes d'une équation différentielle linéaire à coefficients constants) puis d'exploiter cette valeur moyenne pour déterminer l'ondulation.
- II.A.8. Le choix de $\alpha = 0,5$ correspond à l'ondulation maximale par rapport aux variations de α , toutes choses égales par ailleurs. Il correspond également à la plage maximale de variation de α pour réaliser l'asservissement.
- II.B.1a. De nombreux candidats annoncent la valeur de i_e sans l'avoir préalablement établie, et sans proposer la moindre justification. Est-ce un choix heureux lié à des considérations d'homogénéité pour e et R_e et à un souvenir du rôle de α pour un hacheur direct plutôt bien connu des candidats ?
- II.B.1b. La relation demandée n'a pas été obtenue.
- II.B.1d. Il faut introduire un correcteur intégral (10 %/20 %).
- II.B.2a. Cette relation n'a pas non plus été obtenue.
- II.C.1. La diode de protection empêche de faire fonctionner la MCC en moteur (30 %/50 %).
- II.D.1. Les oscillations du comparateur simple sont très rarement justifiées.
Beaucoup de candidats évoque une oscillation autour de la valeur u_d sans voir que l'ouverture de K_d provoque une augmentation de la valeur de u_a (car i_d devient négatif) qui redevient immédiatement supérieur à u_d .
- II.D.2. Le jury a exigé une justification soignée du tracé du cycle et de son sens de parcours à partir du calcul de ε et des conditions de basculement de la tension de sortie de l'AO. (20 %/40 %).
- II.D.5. Le problème analogue du courant de charge n'a pas été compris.
- II.E.1. Le jury a exigé que l'ordre de ce filtre fasse partie des indications caractérisant sa nature : il s'agit donc d'un passe-bas d'ordre 1 (10%/10%).
- II.E.3. Le changement d'origine conduisant à une série en cosinus n'a pas été identifié. Beaucoup de candidats ont d'ailleurs vainement calculé les coefficients a_n sans avoir fait ce décalage des temps, ce qui ne leur a rapporté aucun point.
L'absence de $1/\pi$ dans l'expression de a_n a parfois été signalée par les candidats et n'a pas conduit les autres à perdre des points.
- II.E.6. Les candidats qui se sont consacrés à cette question purement calculatoire s'en sont bien sortis (10 %/10 %).
- II.E.8. Les quelques candidats ayant abordé cette question ont quasi-systématiquement multiplié la puissance consommée par le moteur par le facteur de puissance avant de l'additionner à la puissance consommée par les lampes pour obtenir la puissance totale.

Physique-Chimie

Le sujet

Le sujet de Physique-Chimie 2006 proposait une étude des propriétés physico-chimiques de l'eau de mer.

Il abordait notamment les thèmes suivants :

- La polarisation électrique de l'eau et des ions contenus dans l'eau de mer ;
- Détermination de la chlorinité et de la salinité de l'océan ;
- Propagation des ondes électromagnétiques ;

- Propagation des ondes sonores ;
- Dosage du dioxygène dissous dans l'eau de mer.

Les remarques et les conseils qui suivent sont destinés aux futurs candidats. Le jury souhaite que la lecture de ce rapport leur permette d'éviter des erreurs trop fréquemment rencontrées dans les copies.

Remarques générales

Comme les années précédentes, les meilleures notes ont récompensé les candidats qui, sans avoir traité l'intégralité du sujet, se sont employés à répondre aux questions avec précision, rigueur et clarté.

La précision consiste à répondre à la question comme elle est posée. Si, par exemple, une question du sujet demande l'expression du champ électromagnétique, le jury attend les expressions des champs électrique et magnétique, à l'aide des paramètres de l'énoncé.

La rigueur consiste à aboutir à une conclusion à partir des hypothèses, au moyen de théorèmes, de formules et de méthodes de calculs dont toutes les étapes sont justifiées.

La clarté consiste à donner des explications ou à faire des commentaires en utilisant le vocabulaire scientifique adapté aux phénomènes. On préférera « le dioxygène de l'air se dissout dans l'eau de mer » à « l'oxygène se mélange à l'eau ».

Les applications numériques sont toujours importantes pour la compréhension d'un phénomène physique ou chimique. Elles donnent un sens à la méthode utilisée et permettent les comparaisons et les discussions. La valeur numérique illustre de plus le bon sens que l'on peut demander à un futur ingénieur. Est-il par exemple raisonnable de conclure qu'une concentration atteint plusieurs centaines de moles par litre ?

Le jury est très attentif aux réponses quantitatives. Il attend des candidats des résultats écrits avec le nombre de chiffres significatifs compatible avec les données et, bien sûr, avec l'unité (S.I. ne suffit évidemment pas). Les bonnes applications numériques sont toujours bien récompensées ; il ne faut pas hésiter à refaire au moins une fois les calculs en cas de doute sur les premières valeurs trouvées.

La présentation de certaines copies laisse encore beaucoup à désirer. L'écriture est parfois raturée voire illisible. Le jury attend des candidats une copie où les réponses apparaissent clairement, encadrées ou au moins soulignées ; les raisonnements et les calculs intermédiaires doivent apparaître de façon lisible. La copie est un moyen de communiquer avec le correcteur et, comme toute correspondance, elle doit marquer le respect envers son destinataire. Les copies les plus mal présentées, outre le fait que leurs réponses illisibles ne sont pas notées, voient leur note finale minorée.

Remarques concernant le sujet

Certaines questions ont reçues de nombreuses réponses erronées ou imprécises. Voici les principales remarques du jury à leur sujet.

Première partie – Polarisation de l'eau de mer

- A.2. Il est inutile d'évoquer la théorie VSEPR pour montrer que la molécule d'eau est plane !
- A.3. Le vecteur polarisation d'une liaison doit être projeté sur la direction du vecteur polarisation de la molécule. Rappelons que ce vecteur est orienté du barycentre des charges négatives vers le barycentre des charges positives, c'est-à-dire de O vers H ici.
- C.1. Pour montrer que le chlorure d'argent AgCl précipitait avant le chromate d'argent AgCrO₄, il suffisait de comparer les concentrations en ions argent au début de précipitation des deux solides.
- D.2a. Une tension constante appliquée aux électrodes provoque une polarisation, c'est-à-dire une accumulation de charges sur celles-ci. L'intensité électrique est alors nulle et empêche la mesure de la résistance.

Deuxième partie – Ondes électromagnétiques

- B.1. Le champ électromagnétique n'est pas la somme des champs électrique **E** et magnétique **B** !
- B2 Le vecteur de Poynting doit être écrit à l'aide de vecteurs d'une base, ici e_z .

Troisième partie – Ondes sonores

- A.2. La comparaison entre les célérités dans différents milieux montrait que le facteur prépondérant était la compressibilité isentropique χ_s . En revanche, la célérité des ondes sonores dans le vide n'a aucun sens.
- A.3. La question était ainsi posée : « Proposer une application numérique ». Le jury attendait du candidat une valeur numérique plausible pour les paramètres intervenant dans l'expression de la célérité et une valeur numérique de celle-ci.

Quatrième partie – L'oxygène dissous dans l'eau de mer

- A.2. Une justification simple mais claire doit être donnée pour l'attribution des domaines aux espèces formant des couples rédox et acido-basiques.
- B.2.-3.-4. Les réactions chimiques en question formaient l'aspect intéressant de la méthode de dosage. Il s'agissait d'abord d'une

précipitation du manganèse (II) puis de son oxydation lente en manganèse (III) par le dioxygène, enfin de la dissolution de $\text{Mn}(\text{OH})_3$ et de sa réduction par les ions iodures pour former le diode.

Sciences industrielles

L'épreuve écrite de S2I contribue à l'identification des candidats qui seront retenus pour poursuivre le concours. Construite autour de l'analyse d'un système complexe, elle permet l'évaluation du niveau d'acquisition par les candidats des compétences définies dans les nouveaux programmes.

Le support de l'étude

Pour améliorer la satisfaction de ses clients, la SNCF a souhaité augmenter le nombre des usagers sur ses lignes de TGV. Les principales solutions sont connues : augmenter la vitesse des rames, augmenter le nombre de passagers par rame ou encore augmenter la fréquence des rames. Toutes ces solutions sont limitées par la distance de sécurité en cas d'arrêt d'urgence car il ne faut pas percuter la rame précédente, brutalement immobilisée sur la voie par un accident. La satisfaction de cette prestation a poussé les ingénieurs à proposer des solutions industrialisables à la problématique de l'optimisation de la distance de freinage.

Le support de cette session de concours, le **système d'antienrayage**, est l'un des composants du dispositif de freinage implantés sur le TGV duplex.

L'analyse du comportement de la roue sur le rail en phase de freinage montre que le facteur de frottement en fonction du glissement au contact présente deux extremums. L'optimum de la distance de freinage est obtenu en asservissant, de façon pertinente, la vitesse de glissement des points de contact de la roue par rapport au rail autour de la valeur qui génère le facteur de frottement maximal.

Ce système, d'une complexité adaptée au contexte de l'épreuve écrite du concours, a été retenu par le jury pour la modernité et la pertinence des solutions réalisées. Par ailleurs, l'environnement culturel et le contexte d'utilisation sont bien connus des candidats. Les solutions techniques étudiées dans le sujet sont culturellement et technologiquement voisines de celles développées au laboratoire de Sciences Industrielles pour l'Ingénieur. Enfin, ce support permet des analyses de solutions qui mobilisent la plupart des compétences développées en formation.

La construction du sujet

Le sujet est organisé en quatre parties indépendantes caractérisées par une analyse spécifique et la mobilisation de savoirs faire développés dans différents centres d'intérêt. Ce découpage artificiel trouve sa cohérence lors de la convergence des résultats de chacune de ces parties vers la satisfaction de la fonction attendue, c'est-à-dire du besoin préalablement caractérisé. Il permet aux candidats de s'organiser et de s'exprimer sans être bloqués par une réponse manquante :

- 1 - Étude de la distance d'arrêt : l'objectif est de comparer, pendant la phase de freinage, les réponses d'une modélisation avec les roues bloquées et celles d'une modélisation avec un glissement contrôlé.
- 2 - Étude de la loi de commande : l'objectif est de construire une loi de commande qui permette de maintenir le glissement relatif au voisinage du point optimum de fonctionnement.
- 3 - Étude de la chaîne de puissance : l'objectif est d'analyser la chaîne de puissance et d'en imaginer la réponse par une simulation pertinente du comportement.
- 4 - Étude du dispositif d'antienrayage : l'objectif est l'analyse de la loi de commande et la détermination du correcteur de la boucle de régulation qui permette la satisfaction du besoin caractérisé, c'est-à-dire de respecter la distance d'arrêt d'urgence.

Les résultats

Comme les années précédentes, pour déterminer la note obtenue, les correcteurs se sont appuyés sur un barème strict, ciselé autour des réponses attendues par le jury. Ce barème, pour respecter l'équité attendue par chacun des candidats, tient également compte des conditions particulières de réalisation de l'épreuve.

Les prestations des candidats suscitent de la part du jury les mêmes remarques générales que lors de la précédente session et quelques remarques spécifiques à chacune des parties :

Remarques générales

- 1 - Comme chaque année, le jury se réjouit de trouver d'excellentes copies qui sont manifestement le fruit d'un travail soutenu et de compétences affirmées. Leur existence valide la pertinence du sujet. Elle conforte surtout les prochains candidats et leurs formateurs à persévérer car cette voie est celle de la réussite.
- 2 - Le sujet a été largement abordé dans son ensemble par une majorité de candidats. Les résultats montrent la pertinence de chacune des parties à contribuer à la sélection.
- 3 - Il subsiste toujours quelques candidats « irréductibles » à l'écriture illisible et/ou à la présentation proche du brouillon. Ils ont été sanctionnés par les correcteurs qui ont minoré la note globale.