

Physique-chimie 2

Présentation du sujet

Cette épreuve propose l'étude de la mise au point optique et de la motorisation d'un objectif autofocus. Elle est formée de trois parties indépendantes de longueurs inégales. Les questions posées présentent des complexités diverses, allant de questions très simples de cours ou de savoirs à des questions nécessitant une plus longue réflexion et une mise en œuvre d'un raisonnement à plusieurs articulations : schématisation, algébrisation, calculs, discussions, applications numériques, commentaires. Ces tâches complexes étaient relativement peu nombreuses, puisqu'elles représentaient deux questions sur une quarantaine en tout.

La première partie de ce sujet traite d'optique géométrique à travers l'étude de la latitude de mise au point de l'objectif photographique, modélisé par une lentille mince convergente unique. Les relations de conjugaison étaient fournies. Le but de cette étude était de calculer la latitude de mise au point dont on dispose pour photographier un sujet fixe quand on connaît la taille minimale d'un pixel de la matrice du capteur.

La seconde partie étudie la motorisation de l'objectif par un micromoteur à courant continu. Le premier modèle du micromoteur est composé d'un cadre conducteur alimenté par un générateur extérieur et placé dans un champ magnétique constant. Le second modèle améliore le premier par la prise en compte des propriétés magnétiques du milieu constituant le rotor. Enfin, cette partie se termine par l'acquisition de données numériques par lecture de diagramme puis par le bilan de puissance du moteur et l'estimation de sa durée de rotation.

La troisième partie, la plus importante en nombre de questions, décrit une motorisation de technologie récente, s'appuyant sur des éléments piézoélectriques. L'étude débute par la description des ondes de vibrations dans un milieu rigide, puis se poursuit par l'établissement d'une onde stationnaire sur un anneau. Le principe essentiel du dispositif est formé par la génération d'ondes progressives par superposition d'ondes stationnaires correctement déphasées. Enfin, le mouvement du rotor était décrit sous l'angle des moments appliqués, des lois du frottement, afin d'aboutir à une seconde estimation de la durée de rotation.

Ce sujet est riche du point de vue des compétences demandées aux candidats, qui doivent mettre en œuvre ici une vaste palette de leurs savoir-faire acquis en classe préparatoire.

Analyse globale des résultats

Ce sujet n'a pas été aussi bien réussi que les sujets des années précédentes. S'il a permis de distinguer les meilleurs candidats, qui ont fait montre de leurs qualités scientifiques et rédactionnelles, il a pu faciliter certains candidats grappilleurs à accéder à une note honorable. Toutefois, les questions complexes ont valorisé les candidats qui argumentaient leur raisonnement.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

La présentation de la grande majorité des copies est satisfaisante mais il subsiste encore, comme les années précédentes, quelques copies de piètre qualité (orthographe aléatoire, non mise en évidence des réponses, présentation bâclée voire proche d'un brouillon, non respect de la hiérarchie des questions). Dans de très rares cas, le jury a sanctionné les copies les plus mal présentées. Sans

exiger une trop forte contribution à la forme, le jury attend simplement une écriture lisible et rectiligne, une mise en évidence des réponses, un suivi des numéros de questions, bref, que le candidat montre, outre ses qualités de raisonnement, ses compétences de communication.

Le jury s'étonne qu'il puisse trouver des copies au contenu rare et dilué, qui montrent le peu de compétences acquises en physique au bout de deux ou trois années de classe préparatoire. En revanche, il se félicite d'avoir lu quelques excellentes copies dont la qualité l'a pleinement satisfait.

De façon plus détaillée, voici ce que le jury peut dire des réponses qui lui ont été soumises.

I - Latitude de mise au point et profondeur de champ

Les expressions des distances à évaluer numériquement doivent être fondées sur des schémas explicites, clairs et légendés. Le schéma de la latitude de mise au point, en particulier, ne pouvait souffrir une modélisation vague ou imprécise. Rares étaient les constructions complètes en optique géométrique ! Beaucoup de copies ne présentaient aucun schéma, ou, s'il y en avait, le schéma était tracé à l'envers, sans axe optique, avec une lentille divergente...

Un schéma correct, présentant les deux positions extrêmes de la lentille et un tracé de rayon était déjà valorisé dans le barème, même si la suite de la réponse manquait.

II - Motorisation AF à courant continu

II.A.1) Le couple électromagnétique moyen était nul mais il fallait justifier ce fait par la moyenne nulle de la fonction cosinus.

II.A.2) L'inversion du sens du courant avait lieu pour les angles $\pm\pi/2$, selon le schéma de l'énoncé.

II.A.3) Les propriétés magnétiques du rotor n'ont que très rarement été exploitées, voire aperçues ! Il n'y a eu que très peu de représentations pour expliquer la direction du moment magnétique... expliquant le peu de bonnes réponses !

II.A.4) L'expression de la force contre-électromotrice devait être déduite du couplage parfait, cité dans l'énoncé.

II.A.5) Il fallait appuyer l'équation électrique sur un schéma électrique.

II.A.6 à 8) Les intégrations successives devaient tenir compte des conditions initiales, ce qui a été fait par de nombreux candidats à la satisfaction du jury.

II.B – Les valeurs numériques devaient respecter la précision des données et des valeurs déduites de la lecture des graphes.

III - Motorisation AF USM

III.A.1) L'équation de d'Alembert était trop souvent donnée avec de mauvais signes. Le milieu dispersif a été confondu avec un milieu dissipatif, ce qui a entraîné une mauvaise description de la propagation des ondes dans la barre. Quelques candidats se sont lancés dans la démonstration de cette équation à partir du modèle de la corde souple, ce qui n'était pas demandé. La dimension de la constante γ a donné lieu à trop d'erreurs.

III.A.2) La condition de quantification sur l'anneau était déduite de la périodicité des ondes. La relation de dispersion entraînait une relation quadratique par rapport à l'indice entier représentant le mode de vibration, ce qui a rarement été établi.

III.B.1) Les positions de nœuds de vibration ont été trouvées par une majorité de candidats.

III.B.2a) Le jury a récompensé les candidats qui ont démontré que des quadratures temporelle et spatiale convenaient.

III.B.2c) La fonction de transfert du déphaseur a été assez souvent trouvée mais mal exploitée par la suite.

III.C.1) Les neuf segments n'ont que rarement été bien dénombrés, malgré le succès de la question III.B.1.

III.C.3b et c) Ces questions demandaient la mise en œuvre de tâches complexes, ce qui explique que le jury a généreusement valorisé les réponses, même incomplètes. Les candidats qui ont débuté correctement la résolution du problème, par l'établissement de l'équation du mouvement, son intégration selon la phase du mouvement, ont été valorisés. Le tracé temporel de l'angle de rotation a lui aussi rapporté des points.

Conclusion

À partir de l'observation de la forme et du fond des copies qu'il a été amené à corriger, le jury désire faire les remarques et donner les conseils suivants. Il est essentiel (et évident, mais il faut tout de même le rappeler) de lire l'énoncé pour en retenir les diverses hypothèses (couplage électromagnétique parfait, description des propriétés magnétiques du rotor, par exemple, dans ce sujet) et de prendre le temps pour faire appel à ses savoirs associés au modèle étudié. Un schéma propre, un tracé précis et clair, méthodes nécessaires en optique et en électromagnétisme, forment une base solide et convaincante pour appuyer et démontrer les relations algébriques demandées. De même, le vocabulaire scientifique utilisé est précis et sans ambiguïté : dispersif ne veut pas dire dissipatif.

Les candidats qui pensent convaincre le jury de la justesse de leur raisonnement par quelques formules écrites en vrac se trompent lourdement. Pour être un scientifique, il ne suffit pas d'aligner des suites de symboles ou d'équations sans liens ! Il faut au contraire que le scientifique convainque son interlocuteur de la cohérence de ses déductions, à partir des hypothèses justement énoncées.

En outre, la qualité de la présentation des copies, souvent bonne voire excellente, ne constitue nullement une option ou un « plus », mais est indispensable à la communication d'un travail scientifique.